

## Balance de Energía Térmica en una Fábrica Azucarera

Dr. Tomás Fernández Gómez<sup>1</sup>, M.C Vladimir D. Fernández Pérez Ing. Genaro E. Méndez Uscanga<sup>1</sup>, M.C. Francisco J. Miranda Sánchez<sup>1</sup>, Ing. Ángel Terrazas Carmona<sup>1</sup>

**Resumen**— Se presentarán cálculos de un balance de energía térmico necesarios para una empresa donde se elabora azúcar.

**Palabras clave**— Vapor, valor calórico, Producción de vapor.

### Introducción

Desarrollar un balance térmico con base a información obtenida en un ingenio azucarero basándonos en el manual para ingenieros azucareros

- Desarrollar cálculos para poder obtener datos de operación en la fábrica.
- Encontrar los puntos donde haya más consumos de vapor.

### Marco Teórico

Este proceso no es complejo, se apega a los cálculos básicos de fórmulas y a un manejo sencillo de los datos, este proceso es guiado por el balance de vapor del Manual para Ingenieros Azucareros que tiene inicio desde el cálculo del poder calorífico de la azúcar, hasta el vapor sobrante de lo producido y ocupado en las áreas de mayor interés en el proceso de formación de la azúcar.

### Procedimiento del balance térmico explicado y aplicado.

Producción de vapor

Para el empezar este proceso, de manera inicial se debe calcular el **Valor Calorífico Neto** del bagazo de caña de azúcar (**V.C.N.**), para esto se deben considerar datos como son: el porcentaje de fibra, porcentaje de azúcar y el porcentaje de humedad.

Por otro lado, debemos obtener de igual manera el **Valor Calorífico Superior (V.C.S.)** el cual también incluye los datos de fibra, azúcar (sacarosa) y humedad, el procedimiento inicia con una relación de fórmulas entre el valor calorífico y las kilocalorías por kilogramo que aporta.

### Valor calorífico superior:

**V.C.S.** =  $4600/100 F$  (Fibra) +  $4000/100 S$  (% sacarosa) a esta fórmula se le agregan el cálculo del poder calorífico del agua, incorporando la humedad (w) a la ecuación para poder obtener el **V.C.N.**

Entonces tenemos que:

$$V. C. N. = \frac{4600}{100} F + \frac{4000}{100} S - 350 \left( \frac{100 - w}{100} \right) - 600$$
$$V. C. S. = 46F + 40S$$
$$V. C. N. = 47F + 40S - 2.5w - 350$$

Sustituyendo los valores de F, S Y w tenemos que:

$$F = 100 - S - w$$

$$S = 4000 \text{ kcal/kg}$$

$$S' = S / .80 = 1.25 \quad \text{por lo tanto } F = 100 - 1.25 - w$$

<sup>1</sup> Dr. Tomas Fernández Gómez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Orizaba (**autor corresponsal**) [fernandez\\_gt@yahoo.com](mailto:fernandez_gt@yahoo.com)

<sup>1</sup> M.C Vladimir D. Fernández Pérez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Orizaba.

<sup>1</sup> Ing. Genaro E. Méndez Uscanga, profesor de Ingeniería Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Orizaba.

<sup>1</sup> Ing. Francisco J. Miranda Sánchez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Orizaba.

<sup>1</sup> Ing. Ángel Terrazas Carmona, Profesor de ciencias básicas en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Orizaba.

W= variable entre 45-49% = .45-.49

De manera simplificada tenemos que:

$$V.C.S. = 4600(1-w) \quad \text{sustituyendo}$$

$$V.C.S. = 4600(1-.495) = 2323 \text{ kcal.}$$

$$V.C.N. = V.C.S. - 6000E \quad \text{donde E= peso del vapor del agua en la combustión de 1 kg de bagazo } H_2 + O =$$

$$H_2O = 2gr + 16gr = 18 \text{ gr por lo tanto } E = 9H$$

$$E = 9H(1-w) + w \quad \text{donde H= peso del hidrogeno.}$$

Sustituyendo tenemos que:

$$V.C.N. = 4600(1-w) - 600(9 \times 0.065)(1-w) - 600w$$

$$V.C.N. = 4250 - 4850w$$

$$V.C.N. = 4250 - 4850(.495) = 1849.25 \text{ kcal.}$$

Y de esta forma queda calculado el **Valor Calorífico Neto** que aporta el bagazo como combustible para la caldera; este dato nos será de importancia en el proceso más adelante.

Como siguiente paso, se procede a calcular las pérdidas de calor sensible en los gases de la combustión.

### Pérdidas de calor en la chimenea:

En este apartado se calculará la pérdida de calor latente del vapor del agua que arrastran los gases de la chimenea.

Las pérdidas más importantes son correspondientes a la pérdida de calor sensible arrastrado por estos gases.

Para el desarrollo de las fórmulas de este cálculo, se debe tener en cuenta cuales son los gases que salen de la chimenea y sus pesos respectivamente, los cuales son representados en la siguiente tabla:

Elemento	Variable denominada	Formula
N <sub>2</sub>	q <sub>1</sub>	4.42 (1-w) m x 0.250t
O <sub>2</sub>	q <sub>2</sub>	1.33 (1-w) (m-1) x 0.218t
H <sub>2</sub> O	q <sub>3</sub>	[0.585 (1-w) + w] x 0.499t
CO <sub>2</sub>	q <sub>4</sub>	1.72 (1-w) x 0.215t

Sumando, simplificando y aproximando se obtiene la pérdida total de calor sensible (a partir de 0°C) con la siguiente formula:

$$q = t(1-w) \left( 1.4m + \frac{0.50}{1-w} - 0.12 \right)$$

$$q = 275(1-.495) \left( [1.4 * 1.5] + \frac{0.50}{1-.495} - 0.12 \right) = 412.47 \text{ kcal}$$

Donde:

t = temperatura de los gases de entrada a la chimenea

w = % de humedad ejemplo: 45% = 0.45

m = relación entre el peso del aire empleado al peso de aire estrictamente necesitado: 1.5

$$\text{Ya que: } m = \frac{\text{peso del aire empleado}}{\text{peso del aire estrictamente necesario}} = 1.5$$

En resumidas cuentas, aquí acabaría el cálculo de pérdidas de calor en la chimenea, este dato será de utilidad más adelante en el proceso de este balance.

Por consiguiente, pasaremos a realizar los demás cálculos del proceso de balance; ahora nos toca desarrollar la cantidad de calor recuperado en el vapor.

### Cantidad de calor recuperado en el vapor.

En el desarrollo de estas fórmulas se debe recordar que están sujetas por unidad de peso de bagazo; y retomaremos un poco variables explicadas con anterioridad las cuales son representadas por los símbolos de Alfa, Beta y Eta.

Pérdidas:

$$\alpha = \text{pérdidas por solidos no quemados} = 0.99$$

$$\beta = \text{pérdidas por radiación del horno y caldera} = 0.90 - 0.80$$

$\eta = \text{pérdidas por mala combustión} = 0.99 - 0.80$ ; Que depende de la humedad del bagazo, el poco exceso de aire en los hornos y la temperatura del horno elevado.

Para un horno moderno se ocuparía un coeficiente de .90

Teniendo en cuenta lo anterior, ahora se procede a calcular la cantidad de calor que queda para pasar al vapor.

$$MV = (4250 - 4850w - q)\alpha\beta\eta$$
$$MV = (4250 - 4850(0.495) - 412.47) * .99 * .95 * .90 = 1216.16 \text{ kcal}$$

Donde encontraremos que:

$M_v$  = Calor transmitido al vapor por kg de bagazo quemado en kcal.

w = Humedad por unidad de bagazo

q = calor sensible (anteriormente calculado)

El calor transmitido al vapor (MV) también puede calcularse de la siguiente manera, en dado caso que cuente con los datos correspondientes a la formula, se podría calcular como:

$$MV = P * N_s$$

Donde:

P = a la eficiencia térmica de combustión

$N_s$  = Valor Calorífico Superior (V.C.S.)

Sustituyendo entonces tenemos que:

$$MV = \eta * V.C.S.$$
$$MV = \eta * [4600(1 - w)]$$

Pero para el balance real se debe ocupar la formula como se muestra a continuación:

$$MV = (V.C.S. - q) * \alpha\beta\eta$$

Poniendo en práctica parte de los resultados generados con las fórmulas anteriores tenemos el siguiente caso:

La vaporización de 1 kg de vapor, necesita de 26 kg/cm<sup>2</sup> absolutos y 350 °C de temperatura.

Teniendo en cuenta el consumo de calorías para evaporar el agua (749 kcal/kg) a una temperatura de 350 °C (tablas de agua saturada).

Tenemos: 749 - 90 = 659 kcal. (90 es la temperatura del agua del tanque de alimentación).

1 kg de bagazo dará entonces:  $\frac{mv}{659} = X$

Donde X son los kg de vapor a 25 kg/cm<sup>2</sup> a 350 °C.

Ahora bien, multiplicando nuestro resultado X por el dato del peso de bagazo en kg/T.C.H. que encontramos al inicio del balance obtendríamos la cantidad de vapor vivo producido.

Para el caso de nuestro balance, ocupando los datos obtenidos anteriormente, pondremos a prueba las fórmulas recientemente explicadas:

Entonces tenemos que 1 kg de vapor a 320°C con 18 kg/cm<sup>2</sup>, y con un valor de 734.8 kcal (dato obtenido de la tabla 151 de calor total de vapor sobrecalentado del Manual para ingenieros azucareros) para el agua y una temperatura en el tanque de alimentación de 104.2°C:

734.8-104.2 = 630.6 kcal.

Ahora ocupando las fórmulas anteriores encontramos que:

1 kg de bagazo dará entonces:  $\frac{MV}{630.6} = \frac{1216.16}{630.6} = 1.92 \text{ kg de vapor a } 18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ y } 320^\circ\text{C}$

Y si multiplicamos el resultado obtenido por el dato inicial del balance de las toneladas de caña molida por hora (T.C.H.) obtenemos el vapor vivo que cada tonelada de caña podría producir:

$$1.92 \text{ kg} * 240 \text{ T.C.H.} = 462.85 \text{ kg de vapor por T.C.H.}$$

Consumo de vapor

Para dar inicio al cálculo del consumo de vapor de la fábrica, primero tenemos que calcular el vapor consumido por los motores y después se verá el consumo de la fabricación.

## CALCULO MOTORES

Entonces tenemos que la potencia de los motores de una fábrica se ve reflejado en la tabla 185 que ya se había ocupado con anterioridad, tomando en cuenta la consideración de si es una fábrica electrificada o no electrificada.

**TABLA 185. POTENCIA MEDIA TOTAL CONSUMIDA**

(a) Molinos	18 a 24, H.P./T.C.H.
(b) Otras máquinas:	12 a 16 H.P./T.C.H.
Fábricas electrificadas	6 a 8 H.P./T.C.H.
Fábricas no electrificadas	8 a 12 H.P./T.C.H.
Total:	
Fábricas electrificadas	18 a 24, promedio 20 H.P./T.C.H.
Fábricas no electrificadas	20 a 28, promedio 24 H.P./T.C.H.

Suponiendo que la fábrica consume en total 20 HP/T.C.H. en los registros de la plata esta cifra correspondería a:

$$\frac{20}{0.85 * 0.97} = 25 \text{ HP/T.C.H.}$$

Donde:

0.85 es el rendimiento promedio de los motores

0.97 es el rendimiento medio de las líneas de transmisión

Ahora bien, para con un consumo de 8 kg de vapor por HPH, se necesitarán en los turbogeneradores:  $25 * 8 = 200$  kg de vapor/T.C.

Sin embargo este vapor no se pierde, se vuelve a encontrar casi totalmente en la forma de vapor de escape.

Para el cálculo de pérdidas en los turbogeneradores:

Se tomará en cuenta el porcentaje de 5%, es decir:  $200 * 0.05 = 10$ , también se toman en cuenta las pérdidas por fugas en las tuberías, 5 kg por T.C.

Por lo tanto, tendríamos un total de 15 kg de vapor/T.C. y en el vapor de escape se recuperarán:  $M = 200 - 15 = 185$  kg/T.C.

Ahora bien, para nuestro particular caso, el ingenio cuenta con 2 turbogeneradores, funcionando con  $16 \text{ kg/cm}^2$ ,  $320^\circ\text{C}$  y un flujo de 43,881.88 kg/h de vapor sobrecalentado. Trabajando  $\frac{3}{4}$  de carga y la carga completa consumirá aproximadamente entre 8 y 12 kg/Vapor/kWh.

Como siguiente paso, en nuestro caso en especial se realizó un pequeño estudio para obtener el consumo de HP de la fábrica, este pequeño estudio consistió en recurrir a los registros de consumo de kilowatt hora en el taller eléctrico de la fábrica, tomando un total de 3 días de zafra al azar y formar un promedio del consumo diario de kW/h, teniendo en cuenta lo anterior obtuvimos el dato de 11.485 kW/h por T.C.H. que si los convertimos a HP nos refleja un valor de 15.40 HP, considerando el valor anterior procederemos a realizar los cálculos anteriores, pero esta vez con los valores reales de fábrica, por lo tanto tendremos que:  $\frac{15.40}{0.85 * 0.97} = 18.67 \text{ HP/T.C.H.}$

Para el cálculo del consumo de vapor para generar un HP se realizó un estudio parecido al anterior, esta vez los datos tomados fueron del área de calderas y del taller eléctrico de la fábrica; el estudio consistió en sacar un promedio de 3 días diferentes de generación de vapor y 3 días diferentes respecto a la generación de kW, para de esta forma sacar un promedio de ambas variables y después relacionarlas de la siguiente forma.

Promedio en kW/h: 64,939.5 kW/h = 87,050.268 HP

Promedio de vapor generado: 1,054,000 kg/h

Por lo tanto:  $\frac{1,054,000}{87,050.268} = 12.10 \text{ kg de vapor por HP}$

Una vez obtenidos los datos anteriores, ya podemos calcular el **vapor generado**:

$$18.67 * 12.10 = 225.9 \text{ kg de vapor/T.C.},$$

De igual forma que en el ejemplo realizado con anterioridad, se procede a incluir las diferentes perdidas por turbogeneradores y por fugas en tuberías, y entonces el **vapor de escape recuperado será**:

$$M = 225.9 - 16.295 = 209.6 \text{ kg/T.C.}$$

Y de esta forma quedaría calculado el apartado del consumo de motores, reflejando como resultados los diferentes consumos de turbos, las diferentes perdidas que se manejan y más importante, el vapor de escape recuperado a la salida de los turbogeneradores.

### CÁLCULO EN FABRICACIÓN.

A continuación, entraremos a los diferentes consumos de vapor en las áreas más importantes del proceso de fabricación de azúcar, de igual forma todos los datos están calculados por T.C.H. y utilizaremos diferentes datos calculados u obtenidos anteriormente, en su mayoría proporcionados por la tabla de datos inicial más en concreto en el apartado de "Consumo de vapor".

Empezaremos proponiendo un ejemplo del funcionamiento del cálculo y posteriormente se desarrollarán las fórmulas reales de nuestro caso particular. Se propone un caso general de un múltiple efecto, en este caso un cuádruple efecto proporcionado con termocompresor para el primer cuerpo. El número de tomas no modifica evidentemente el equilibrio entre la cantidad de vapor emitido en cada calandria y la cantidad de agua que se evapora en el cuerpo.

Posteriormente calculamos el consumo de vapor del primer cuerpo con las siguientes fórmulas que serán entonces:

Vapor a  $23 \text{ kg/cm}^2$  (dato obtenido del proceso de elaboración):

$$q = y/\mu$$

Donde:

q: es el consumo de vapor motriz del termocompresor

y: la cantidad de vapor absorbida por el termocompresor

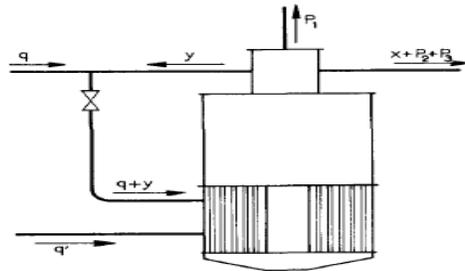
$\mu$ : la relación de arrastres; lo que quiere decir es que es la relación entre el peso del vapor aspirado y el peso del vapor

$$\text{motriz, } \mu = \frac{\text{peso de vapor aspirado}}{\text{peso de vapor motriz}}$$

Como nota importante para la realización de esta operación el valor de  $\mu$  es estas condiciones es de orden 2, sustituyendo valores encontramos que:

$$q = \frac{200}{2} = 100 \text{ kg}$$

Para tener una idea más clara de cómo actúan las variables dentro del equipo, observe el siguiente esquema donde se ilustra con un poco más de detalle de donde surgen:



c. 393. Diagrama de operación en el primer efecto

Como siguiente paso, tomamos la presión en el siguiente cuerpo, es decir, vapor a  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ , ocupando una relación antes vista en la suma de vapor por cada cuerpo, en esta relación ya incluiremos el valor calculado de X, y por consiguiente:

$$q' = (x = 110) + 20 + 30 + 40 + 200 - 200 - 100 = 100 \text{ kg / T. C.}$$

Es decir, en total tendríamos que el gasto de vapor es:  $q + q' = 100 + 100 = 200 \text{ kg/T.C.}$

Hasta aquí sería el procedimiento para el cálculo del múltiple efecto, pero para nuestro caso particular, tomaríamos acción sobre el cuádruple efecto y el quíntuple efecto, llegando a la solución:

De igual manera nos apoyaremos en las ecuaciones explicadas con anterioridad para aplicarlas en nuestro caso, empezando por calcular el agua evaporada tanto para el cuádruple efecto como para el quíntuple efecto, sin embargo nuestro cálculo se abstendrá de utilizar las ecuaciones connotadas para el apartado del termocompresor, debido a que los equipos actuales montados en el proceso real de elaboración en este caso cuádruples y quíntuples, no cuentan con accesorios o aditamentos como lo son el termocompresor o turbocompresor como en el caso del ejemplo anterior.

Entonces tendríamos que dejar en claro las condiciones de operación de los equipos en cuestión, dejando claro variables como presiones, temperaturas y haciendo uso de los valores reales del proceso de evaporación.

Ejemplo rápido con explicación del proceso y origen de fórmulas:

Se supondrá que en cada cuerpo, cada kilogramo de vapor entrando a la calandria evapora 1 kg de agua, sea entonces un cuádruple efecto sobre cuyos cuerpos se toma respectivamente, por T.C. las cantidades de vapor:

- P<sub>1</sub> kg del 1er cuerpo = 40
- P<sub>2</sub> kg del 2do cuerpo = 30
- P<sub>3</sub> kg del 3er cuerpo = 20
- P<sub>4</sub> kg del 4to cuerpo = x

Entonces se calcula la cantidad de agua evaporada (E) mediante la siguiente formula:

$$E = J \left( 1 - \frac{B_j}{B_g} \right) = \text{Cantidad de agua evaporada en kg/T.C.}$$

Donde:

E= la cantidad de agua evaporada en kg/T.C.

J= Peso del jugo mezclado por T.C.

B<sub>j</sub>= Brix del jugo claro

B<sub>g</sub>= Brix de la meladura a salida del múltiple efecto

X = cantidad de vapor del último cuerpo al condensador

Como el último cuerpo evapora (x+P<sub>4</sub>), debe recibir del 3er cuerpo una cantidad igual. El 3er cuerpo, que evapora (x+P<sub>4</sub>)+P<sub>3</sub>, deberá recibir del 2do esta misma cantidad (x+P<sub>4</sub>+P<sub>3</sub>). Asimismo, el primero deberá dar el 2do, x+P<sub>4</sub>+P<sub>3</sub>+P<sub>2</sub> y será necesario darle vapor de escape en una cantidad: Q = x+P<sub>4</sub>+P<sub>3</sub>+P<sub>2</sub>+P<sub>1</sub>

Entonces tenemos que la evaporación total dada por el cuádruple efecto ocupando valores de ejemplo mencionados anteriormente, tenemos que:

$$E = 1000 \left( 1 - \frac{12}{60} \right) = 800 \text{ kg /T.C.}$$

Y ahora se calcula la distribución de esta evaporación en los diferentes cuerpos del sistema del múltiple efecto, llamando X a la evaporación en el último cuerpo del mismo:

$$\begin{aligned} &4\text{to cuerpo } x \dots\dots\dots (X+P_4) \\ &3\text{er cuerpo } x + 20 \dots\dots\dots (X+P_4+P_3) \\ &2\text{do cuerpo } x + 20 + 30 \dots\dots\dots (X+P_4+P_3+P_2) \\ &1\text{er cuerpo } x + 20 + 30 + 40 + 200 (X+P_4+P_3+P_2+P_1) \\ &E = 4x + 60 + 60 + 40 + 200 = 800 \end{aligned}$$

Puede verse entonces que la cantidad de agua evaporada por el cuádruple efecto es igual a:

- 4 veces la cantidad evaporada por el 4to cuerpo
- +3 veces la cantidad tomada por el 3er cuerpo
- +2 veces la cantidad tomada por el 2do cuerpo
- +1 vez la cantidad tomada por el 1er cuerpo

Igualando con la cantidad de agua evaporada calculada anteriormente y mediante un despeje sencillo obtenemos que:

$$X = \frac{800-360}{4} = 110$$

Datos para el cálculo:

Vapor requerido por el primer cuerpo (pre evaporador) = 43.64 kg/cm<sup>2</sup> y 260.6 °C

Quíntuple efecto:

Equipo	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Volumen (Litros)
Pre-evaporador	43.64	228.2	24,000
Primer cuerpo	20.45	231	15,000
Segundo cuerpo	13.36	219	9,800
Tercer cuerpo	13.36	194	9,800
Cuarto cuerpo	8.91	183.2	9,800
Quinto cuerpo	8.91	180.08	9,800

Cuádruple efecto:

Equipo	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Temperatura (°C)	Volumen (Litros)
Pre-evaporador	43.64	228.2	24,000
Primer cuerpo	19.89	219	12,500
Segundo cuerpo	9.07	194	5,700
Tercer cuerpo	9.07	183.2	5,700
Cuarto cuerpo	9.07	70	5,700

Una vez obtenidos los datos de operación, podemos realizar los cálculos necesarios para obtener los datos de consumo de vapor, empezando por la cantidad de agua evaporada por el cuádruple efecto, seguido de la cantidad evaporada por el quíntuple.

$$E = 954.18 \left( 1 - \frac{14.84}{60.58} \right) = 720.43 \text{ kg/T. C.}$$

Distribución de evaporación:

4to cuerpo: X

3er cuerpo: X + 9.07

2do cuerpo: X + 9.07 + 9.07

1er cuerpo:  $\frac{X + 9.07 + 9.07 + 19.89 + 43.64}{4}$

$$4x + 27.21 + 18.14 + 19.89 + 43.64 = 720.43$$

De donde:  $X = \frac{720.43 - 108.88}{4} = 152.887 \text{ kg/cm}^2$

El consumo de vapor del primer cuerpo será entonces:

Con vapor a 19.89 kg/cm<sup>2</sup>:

$$q = \frac{43.64}{2} = 21.82 \text{ kg de vapor}$$

Tachos

El peso de la meladura es:  $S = J - E$

Dónde: S = Peso de la meladura

J = Peso del jugo mezclado por T.C.

E = Peso del agua evaporada

Entonces tenemos que:

$$S = 954.18 - 720.43 = 233.75 \text{ kg/T. C.}$$

Y el consumo de las templeas mediante la fórmula:

$$C = S \left( 1 - \frac{\text{Brix de entrada al tacho}}{\text{Promedio de Brix por templea}} \right) 1.5$$

Dónde: 1.5 es la relación de consumo de vapor y la evaporación de agua que contiene la meladura

Aplicando la formula anterior encontramos entonces que:

$$C = 233.75 \left( 1 - \frac{60.58}{96} \right) 1.5 = 129.366 \text{ kg/T. C.}$$

Calentadores

Para el consumo de vapor de escape de calentadores, encontramos que:

$$R = \frac{PJP \times CE \times (TCJ - TEJ)}{KJS \times CTC} + \frac{PJS \times 0.9 \times (TCJ - TEJ)}{KJS \times CTC}$$

Donde:

R = consumo de vapor de escape por los calentadores primarios y secundarios

PJS = Peso del jugo primario

CP = Calor específico = 1 - 0.006Brix de entrada

TCJ = Temperatura de calentamiento de los jugos primario y secundario

TEJ = Temperatura de entrada de los jugos

KJS= kilocalorías por kg a la temperatura de salida de los jugos

CTC= Coeficiente de transmisión de calor del orden 0.95

PJS = Peso del jugo secundario

Aplicando la formula anterior encontramos los siguientes valores:

$$R = \frac{1050.34 \times 1 - (0.006 * 14.84) \times (110 - 98)}{532.4 \times 0.95} + \frac{525.17 \times 1 - (0.006 * 14.84) \times (110 - 98)}{532.4 \times 0.95}$$

$$R = 22.70 + 11.350 = 34.06 \text{ kg de vapor/T.C.}$$

El consumo total de la fabricación es entonces:

Evaporación	q	21.82 kg/T.C.
Tachos	C	129.366 kg/T.C.
Calentadores	R	<u>34.06 kg/T.C.</u>
		185.246 kg/T.C.

Falta agregar los siguientes gastos:

Lavado de las centrifugas = 20 kg%

    Kg de azúcar ≈ 20 kg/T.C.

20 kg/T.C.

Michaelis, sopladores de hollín, lavado de los filtros, calentamiento de las mieles, etc.

25 kg/T.C.

Pérdidas por condensación, fugas, trampas de vapor, válvulas, etc.

40 kg/T.C.

270.246 kg/T.C.

### Consumo de vapor de los motores primarios.

#### (a) Fabricas electrificadas.

El consumo de vapor de las turbinas puede calcularse.

Ejemplo. Un turbogenerador toma vapor a 22 kg/cm<sup>2</sup> y 350°C; su escape está a 600 g/cm<sup>2</sup>, el consumo de vapor está dado en la tabla 186.

TABLA 186. CONSUMO DE VAPOR DE UN TURBOGENERADOR (22 kg — 600 g)

Consumo	a 1/2 carga	a 3/4 carga	a carga completa
kg de vap/kWH . . . . .	11.6	10.8	10
kg de vap/H.P.H. . . . .	8.5	7.9	7.4

#### (b) Fabricas no electrificadas.

El consumo de vapor de los motores de vapor, varía considerablemente de acuerdo con las condiciones y la presión de éste. Puede calcularse de la gráfica a continuación y en la tabla de abajo se presentan algunos ejemplos.

**TABLA 187. EJEMPLOS DEL CONSUMO DE VAPOR EN LOS MOTORES**

Tipo de motor	Admisión	Escape	Consumo
Corliss . . . . .	8 kg/cm <sup>2</sup> sat.	0,5 kg/cm <sup>2</sup>	14 kg/C. V. H.
Válvula múltiple . . . . .	15 — 250°	0,7 —	9,5 —

Los consumos más altos de vapor son los de las bombas de acción directa dúplex, que necesitan por lo menos 35 y a veces hasta 45 y 50 kg/H.P.H. En la practica el cálculo del consumo de vapor de los motores debe hacerse considerándolos uno por uno, dando a cada cual su consumo propio.

*Pérdidas.* Como se indicó en los cálculos numéricos anteriores, deben tomarse en cuenta dos tipos de pérdidas:

- (a) *Pérdidas en los motoras* por condensación, fugas en las válvulas, etc. Pueden tomarse las cifras en la tabla siguiente:

**TABLA 188. PERDIDAS DE VAPOR EN LOS MOTORES**

Turbinas de vapor	1/20 del consumo
Motores de vapor ligeramente sobrecalentado	1/10 del consumo
Motores de vapor saturado	1/6 del consumo

Estas pérdidas tienen lugar entre la admisión y el escape del vapor.

- (b) *Tuberías.* Las pérdidas de vapor en las tuberías son por las fugas en las juntas, etc. Se estima que en una fábrica debe tener aproximadamente 5 m<sup>2</sup>/T.C.H. de superficie en las tuberías de alta presión y otro tanto en las de escape. Es decir, un total de 10 m<sup>2</sup>/T.C.H.

Si estas tuberías están desnudas, perderán:

En el escape: 1 200 kcal/m<sup>2</sup>/h = 10 kg de vapor/T.C.

En la alta presión: 3 600 kcal/m<sup>2</sup>/h = 30 kg de vapor/T.C.

Si están recubiertas de material aislante, perderán en promedio 300 kcal/m<sup>2</sup>/h es decir, aproximadamente 5 kg de vapor/T.C.

- (c) *Múltiple efecto.* Si se estima que un evaporador de *n* efectos evapora *n* kg de agua por kilogramo de vapor admitido en el primer efecto, deben tomarse en cuenta las pérdidas que ocurrirán necesariamente por la radiación y por la convección. Sin embargo, este sería el caso de un múltiple efecto aislado cuidadosamente. Si este no es el caso, ya se ha visto antes, que las pérdidas deben calcularse.

**Consumo de vapor por tonelada de caña.**

El consumo de vapor por T.C., varía en porciones amplias de acuerdo con que la fábrica esté electrificada o no, según el grado de economía de vapor que se alcanza en la elaboración, es decir, si se trabaja en triple, cuádruple o quíntuple efecto: de acuerdo con el uso que se haga de vapores del evaporador; de acuerdo con el uso o no de la termocompresión, etc.

Los consumos más altos de vapor, se alcanzan cuando se fabrica azúcar blanca, con evaporación en triple efecto y con un uso extenso de vapor directo para las bombas. En este caso, el consumo de vapor puede llegar al 70-80% de la caña.

Las fábricas modernas, con planta eléctrica que alimenta a las pequeñas unidades y particularmente a las bombas, y en las cuales se haya tenido especial atención en el uso del vapor, pueden reducir su consumo de vapor hasta el 50-60% de la caña.

Cuando se emplea un quintuple efecto y se hace uso de todas las autoevaporaciones, y todos los calentamientos posibles se llevan a efecto con vapor del evaporador, si se emplea la termocompresión o la evaporación a presión y el vapor es sobrecalentado y a alta presión, el consumo puede bajar hasta 40-50% de la caña.

En una fábrica moderna de 80 T.C.H., moderna con turbinas de vapor, totalmente electrificada, con excepción de los molinos, con un contenido de fibra en la caña del 12.5%, un rendimiento de azúcar del 12.66% y una eficiencia en las calderas de 66.7%, se estima que:

Potencia eléctrica necesaria para los motores: 10 kWh/T.C. = 13.4 H.P. /T.C.

Consumo de vapor para la elaboración: 525 kg/T.C. = 52.5% de la caña.

### Variaciones del consumo de vapor.

Las variaciones de las necesidades momentáneas del vapor, en una fábrica de azúcar, se deben a factores diversos de los cuales solo uno, en la práctica, es inevitable: las variaciones del consumo de vapor en los tachos. Ya se ha visto las tremendas variaciones de la velocidad de evaporación al principio y al fin de una templa. Dado que el número de tachos es generalmente entre 4 y 6, estas variaciones individuales tienen un efecto muy notable en el consumo general de vapor de la fábrica.

Para los tachos, puede estimarse aproximadamente, una variación total del 50% (en otras palabras, de 50 a 150 si el consumo medio es de 100). De acuerdo con los valores de brix adoptados para la meladura, las cantidades de agua de dilución y de lavado, etc., sumadas en este departamento de tachos, el consumo total de vapor en este departamento variara del 5 al 10% de la caña.

Debe observarse que es preferible expresar esta variación en porcentaje de caña y no en porcentaje de consumo total de vapor, porque, en la práctica, esta variación sólo se relaciona con las variaciones del consumo de vapor en los tachos. Esta representa, en por ciento del consumo total de vapor, entre  $\pm 10$  y  $\pm 20\%$ .

**Potencia total.** Igualmente, la potencia total consumida por la fábrica, es bastante variable. Se estima que: 18 H.P. /T.C.H. ó de 25 H.P. /T.C.H.

Pero este último valor se observa que es necesario calcularlo en cada vaso, porque difiere notablemente entre diversas instalaciones, la estimación un poco más general es de 18 a 25 H.P. /T.C.H.

**Influencia de la electrificación.** Es conveniente aclarar que la electrificación en sí, no representa economía del vapor. Necesita tres transformaciones de energía (energía térmica a mecánica, mecánica a eléctrica, eléctrica a mecánica) que afecta el consumo de vapor en cada caso, perdiéndose el beneficio de la alta eficiencia termodinámica de la turbina de vapor.

Por ejemplo, los cálculos de balance de vapor hechos para una fábrica con molinos movidos con vapor, motor de vapor para el sistema de vacío central y planta eléctrica para las bombas y las pequeñas unidades aisladas, en la que los motores de vapor fueron de válvulas múltiples trabajando a 15 kg/cm<sup>2</sup> con vapor ligeramente sobrecalentado, a 250°C, da un consumo de vapor total apenas un poco mayor que el de una fábrica electrificada: 470 kg/T.C.

La verdadera economía de vapor producida por la electrificación, está en el cambio de las bombas de acción directa y de las pequeñas unidades aisladas. Este es el mejoramiento más importante y el primero que debe llevarse a cabo.

### Distribución general del circuito de vapor.

El circuito de vapor más simple, en una fábrica moderna, consiste en producir vapor en calderas de alta presión y expandirlo a la presión necesaria para la elaboración en los turboalternadores (T.A.) que producen la energía eléctrica necesaria para la fábrica.

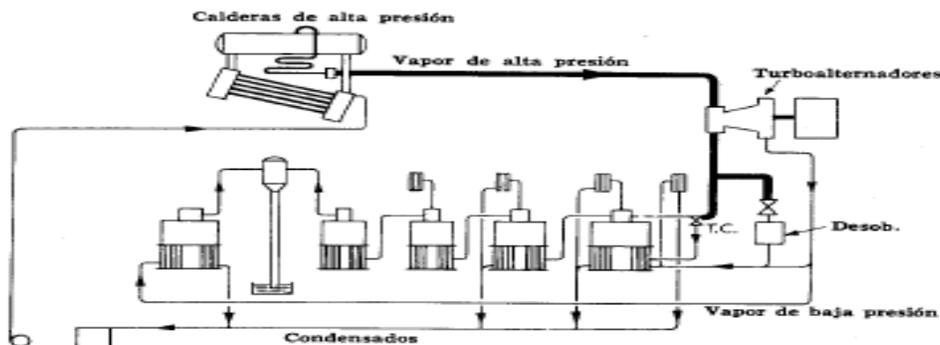


FIG. 394. Circuito de vapor número 1

Dado que la cantidad de vapor de escape producido por la planta eléctrica es insuficiente, el circuito de alta presión se conecta al circuito de baja presión a través de un reductor de sobrecalentador de vapor que proporciona el vapor complementario necesario. Finalmente, el circuito de alta presión debe conectarse al termocompresor (T.C.). En el caso en que los molinos no estén electrificados debe haber un circuito de presión media para los motores de vapor. Se tiene una alternativa entre dos arreglos para los turbogeneradores. Pueden instalarse para trabajar con una caída de presión AP/PM, o alternativamente para una caída entre AP/BP (como se ve en la figura siguiente). Estas dos soluciones son prácticamente equivalentes desde el punto de vista termodinámico, pero la segunda es mucho más conveniente, porque permite la posibilidad de una electrificación total.

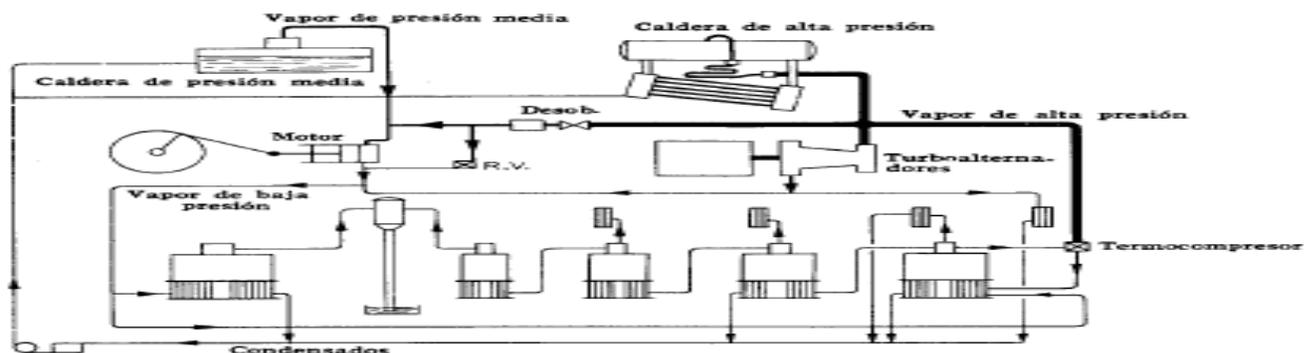


FIG. 395. Circuito de vapor número 2

Debe instalarse un reductor-desobrecalentador entre la alta presión y la presión media; sin embargo, es suficiente un simple reductor entre los dos circuitos señalados.

### Elección de la presión del vapor

En una fábrica de azúcar hay tres presiones principales de vapor:

- (a) El vapor de alta presión, para la planta eléctrica.
- (b) El vapor de presión media, para los motores recíprocos.
- (c) El vapor de baja presión, para la elaboración.

#### Elección del vapor de alta presión.

Para lograr una operación económica de las turbinas, es necesario que esta presión se encuentre entre 16 y 40 kg/cm<sup>2</sup>. A menos de 16 kg/cm<sup>2</sup> el consumo de vapor de las turbinas aumenta rápidamente. De la misma manera el dominio de los motores recíprocos llega hasta 15 kg/cm<sup>2</sup>. Si este límite no se excede, se tendrán todas las ventajas tanto desde el punto de vista del primer costo de instalación como del consumo de vapor, siempre que se cuente con un motor de válvula múltiple trabajando a 15 kg/cm<sup>2</sup> con un ligero sobrecalentamiento de 250°C. Sobre 40 kg/cm<sup>2</sup>, los costos de la instalación debidos al valor de las calderas, que aumentan rápidamente con la presión, reducen con rapidez el valor de la economía de vapor. Deben conservarse las condiciones generales que se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 189. CONDICIONES OPTIMAS DEL VAPOR DE ALTA PRESION EN LAS FABRICAS DE AZUCAR

18 kg/cm <sup>2</sup>	—	300 a 350° C:
20	—	325 a 375 C:
25	—	350 a 400 C:
30	—	375 a 425 C:

Comparando estos cuatro valores, se observa que sus ventajas se compensan unas con otras y, en opinión del autor, la elección no tiene sentido.

#### Elección de la presión media.

La presión media es más interesante por el uso del vapor en los motores recíprocos. Para obtener una operación económica en estos, es necesario que la presión se encuentre entre 6 y 15 kg/cm<sup>2</sup>.

Las presiones más altas (12 a 15 kg/cm<sup>2</sup>) sólo son convenientes en las fábricas que tienen motores grandes, especialmente cuando los molinos no son de mando eléctrico. En estas condiciones, pueden obtenerse economías de operación particularmente provechosas.

No debe usarse una presión menor de 6 kg/cm<sup>2</sup>, porque el consumo de vapor de los motores recíprocos aumenta rápidamente debajo de este límite.

### Conclusión

Gracias al balance térmico y a los cálculos establecidos pudimos concluir el destino que lleva el vapor por cada área o aparato que requiera este tipo de energía.

Las variables a obtener como lo son producción de vapor, valor calorífico superior, pérdidas de calor en la chimenea, cantidad de calor recuperado en el vapor, consumo de vapor, cálculo en fabricación, fabrica electrificada como la fabrica no electrificada se pudieron obtener gracias al balance implementado y gracias a ello los resultados necesarios para la fabrica se pudieron encontrar con la ayuda de dichos cálculos

### Referencias bibliográficas

1. Yunus A. Cengel. Transferencia de Calor. Ed. Mc Graw Hill.
2. Frank P. Incropera & David P. De Witt. Fundamentos de Transferencia de Calor (4ª. Edición) Ed. Prentice Hall, México, 1999.
3. J. A. Manrique. Transferencia de Calor (2ª. Edición) Ed. Alfaomega, México 2002.
4. J. R. Welty. Transferencia de Calor aplicada a la ingeniería. Ed. LIMUSA, 1988.
5. Y. Pysmenny, G. Polupan, I. Carvajal, F. Sánchez. Manual para el cálculo de Intercambiadores de calor y bancos de tubos aletados. Ed. Reverté. México, 2007.
6. Donald Q. Kern, Procesos de Transferencia de Calor. C.E.C S.A., México 1981 (ISBN 968-26-1040-0)
7. Necati Özisik, M., Transferencia de Calor. Ed. McGraw Hill Latinoamericana S.A, 1975. (ISBN 0-07-091944-5)
8. B. V. Karlekar & R. M. Desmond. Transferencia de Calor. Ed. Interamericana. México, 1985.
9. Alan J. Chapman. Transmisión de Calor. Ed. Bellisco (3ª ed. amp. y act.).
10. ISBN: 8485198425
11. Anthony F. Mills. Transferencia de Calor. Ed. Irwin. ISBN: 8480861940.
12. Holman, J. P. Transferencia de Calor. Editorial CECSA. México, 1989
13. C:/MANUAL%20PARA%20INGENIEROS%20AZUCAREROS%20EN%20ESPA%C3%91OL.pdf
14. C:/MANUALES%20PDF/Handbook%20of%20Cane%20Sugar%20Engineering%20Hogot.pdf
15. C:/MANUALES%20PDF/Calderas-a-Bagazo.pdf
16. C:/MANUALES%20PDF/Tablas/\_de\_vapor\_de\_agua.pdf
17. C: Manual de contabilidad azucarera.
18. <https://miguelhadzich.com/wp-content/uploads/2012/10/Tablas-Termodin%C3%A1mica-completas-Hadzich.pdf>
19. <https://www.armstronginternational.com/es/tablas-de-vapor>
20. <http://www.quitecsa.com/phocadownload/Balances%20de%20Vapor%20y%20Energ%c3%ada%20en%20Ingenios%20Azucareros.pdf>
21. FERNANDEZ-PEREZ, Vladimir Damián, MIRANDA-SANCHEZ, Francisco Javier, FERNANDEZ-GOMEZ, Tomas. "Metodología para Diseño Mecánico Utilizando Realidad Aumentada como Herramienta de Aprendizaje," "Methodology for Mechanical Design Using Augmented Reality as a Learning Tool," 19th ECORFAN@ International Conference - Science, Technology and Innovation, 13 December, 2022.

# Efectos Del Entrenamiento De Suspension Trx Versus Entrenamiento De Fuerza Tradicional Con Pesas

MNC. Edgar Modesto Fletes Lizárraga<sup>1</sup>

**Resumen-** El trabajo de investigación comparó las diferencias entre el entrenamiento de suspensión -TRX- y el entrenamiento tradicional con pesas -ETP-, evaluando los cambios de la composición corporal de pliegues y circunferencias en jóvenes adultos, se reclutaron treinta adultos jóvenes entre 21 y 30 años, quienes fueron asignados a dos grupos de acuerdo al método de entrenamiento, TRX -n=15- y ETP -n=15-. Ambos grupos siguieron un programa de 12 semanas donde se evaluaron variables antropométricas como pliegues y circunferencias, antes y después del estudio, dando como resultado diferencias significativas - $p < 0.05$ - en cada grupo según el método de entrenamiento, sin embargo, al comparar entre TRX y ETP, hubo diferencias significativas en las circunferencias - $p < 0.05$ - y solo en dos pliegues -tricipital y muslo, ambas  $p < 0.05$ -, ambos métodos parecen resultar efectivos para la mejora de la composición corporal, pero no se puede decir si uno es mejor sobre el otro, es necesario analizar más casos para aseverar el impacto que podría tener en poblaciones con mayor o menor tiempo de entrenamiento o sin entrenamiento previo.

**Palabras clave**—TRX, composición corporal, entrenamiento de suspensión, entrenamiento de pesas, entrenamiento funcional.

## Introducción

El entrenamiento de suspensión es utilizado para lograr una gran variedad de objetivos, como mejorar o mantener la condición física, el desempeño en algún deporte y como herramienta para prevención o rehabilitación de lesiones (Dawes, 2017).

El entrenamiento tradicional con cargas externas se enfoca en trabajar grupos musculares específicos con un énfasis en la activación de los músculos agonistas (Aguilera-Castells, Buscà, Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo & Peña, 2018). Aunque no hay duda que el entrenamiento tradicional incrementa la fuerza, resistencia, etc., el equipo requerido a veces resulta costoso y no es fácilmente transportable.

El entrenamiento funcional y tradicional han demostrado tener resultados similares en desarrollar fuerza muscular, resistencia muscular y equilibrio, sin embargo, el entrenamiento funcional ha demostrado mejores resultados al momento de evaluar la flexibilidad (Weiss, Kreitinger, & Wilde, 2010).

El entrenamiento de suspensión combina el entrenamiento dinámico y estático debido a que partes específicas del cuerpo -manos o pies- quedan suspendidas gracias a las correas, mejorando la estabilidad y coordinación de los grupos musculares (Xiujie, Wei, An, Pei & Chuanyin, 2017). Los ejercicios que requieren tener mayor estabilidad incrementan la sinergia en la activación de más grupos musculares, este tipo de ejercicios podrían ser los que podría decirse que tienen un mayor valor funcional (Dawes, 2017).

La mayoría de las actividades, sean de la vida cotidiana o deportivas, requieren del movimiento efectivo para manipular nuestros cuerpos para producir, reducir y estabilizar fuerzas, esto requerirá de estabilidad y movilidad; producir movimientos eficientes de las articulaciones requieren una base de estabilidad que permita que los brazos y piernas se muevan de forma fluida a través de todo el rango de movimiento, contrariamente, la incapacidad de realizar movimientos eficientes se compromete el rango de movimiento (Aguilera-Castells y cols., 2018). Debido a que el entrenamiento de suspensión desafía la estabilidad del tronco y las articulaciones, esto ocasiona la contracción de los músculos agonistas y antagonistas de los diversos grupos musculares que rodean las articulaciones, pudiendo contribuir a una mayor activación neuromuscular (Hong & Yun, 2022; Dawes, 2017; Xiujie y cols., 2017) cambiando cómo las fibras musculares son reclutadas debido a una base de sustentación inestable (Nickelston, 2011), la cual es afectada a través de tres factores: gravedad, fuerza muscular y las fuerzas de deformación, teniendo un efecto acumulativo en un solo punto, llamado centro de masa.

Battendorf y colegas (citado por Harris, Ruffin, Brewer, & Ortiz, 2017) proponen que el entrenamiento de suspensión requiere una mayor activación muscular para realizar alguna actividad si se altera alguna de estas tres propiedades: 1) tamaño y localización de la base de sustentación relativa al centro de masa del usuario, 2) dirección de las fuerzas vectoriales ejercidas sobre los grupos musculares debido a que la base de sustentación cambia, esto hace que cambien los patrones de reclutamiento de fibras musculares, 3) la posición horizontal del centro de masa relativo al punto de anclaje determinará la resistencia o carga del ejercicio.

La posición del centro de masa sobre su base de sustentación es la que determina la estabilidad del cuerpo, permitiéndole a éste realizar ejercicio más fácilmente (Harris y cols., 2017); reduciendo la base de sustentación, se

<sup>1</sup> MNC. Edgar Modesto Fletes Lizárraga es Profesor en la Licenciatura en Nutrición Humana en la Universidad Estatal de Sonora Unidad Académica San Luis Río Colorado. [modesto.fletes@ues.mx](mailto:modesto.fletes@ues.mx) (autor corresponsal)

reduce la estabilidad, resultando las bases que empleen un solo miembro -un pie o un brazo- las que más inestabilidad presentan.

En los últimos años ha tenido un gran auge gracias al marketing del sistema de suspensión TRX, sobretodo durante el tiempo de encierro a raíz de la pandemia de COVID-19, ocasionando que los gimnasios se mantuvieran cerrados (Archer, 2020).

En el ámbito deportivo se ha aplicado el entrenamiento de suspensión en atletas de Sanda San Shou, una forma de boxeo chino, en el cual el atleta no solo necesita fuerza, también necesita de la fuerza explosiva, Xiujie y colegas (2017) realizaron investigación en dos grupos de atletas, un grupo sometido a su entrenamiento tradicional, consistente en métodos tradicionales para el fortalecimiento de la musculatura del tronco y el otro, a entrenamiento de suspensión durante 70 días, aunque ambos métodos de entrenamiento tuvieron un efecto positivo, el entrenamiento de suspensión mostró diferencias significativas sobre la potencia explosiva de los músculos flexores y extensores del tronco comparado con el entrenamiento tradicional, el objetivo era el de evaluar ambos métodos para la mejora de la potencia de los músculos del tronco, los autores concluyeron en que añadir el entrenamiento de suspensión a su programa habitual de entrenamiento, ayudará para desarrollar la potencia de los músculos del tronco, una característica útil en este deporte.

En otro estudio, realizado por Arazi, Malakoutinia, e Izadi (2018) tuvo por objetivo comparar el efecto del entrenamiento de resistencia utilizando entrenamiento tradicional de pesas y entrenamiento de suspensión usando TRX sobre variables de aptitud físicas y los perímetros de las extremidades en mujeres no atletas con bajo peso después de un programa de 8 semanas, en este estudio se evaluaron 30 mujeres no atletas las cuales fueron divididas en 3 grupos -control, TRX y tradicional-, las variables evaluadas fueron: fuerza y resistencia muscular, flexibilidad, circunferencias de muslo y bíceps; aunque no hubo diferencias significativas al evaluar la flexibilidad y ambas circunferencias, se concluyó que el entrenamiento tradicional y TRX tienen casi los mismos efectos al mejorar las demás variables de aptitud física, además, cuando el objetivo de entrenamiento es mejorar la fuerza y resistencia muscular en el tren superior, el entrenar con TRX resulta como una mejor opción comparado con el entrenamiento de resistencia.

Otra aplicación interesante del entrenamiento con TRX fue la realizada por Gaedtker y Morat (2015), ellos diseñaron un programa de entrenamiento donde incluyeron adultos mayores de 60 años, el programa consistió en 7 ejercicios, cada uno de estos tenía una progresión de 3-4 niveles de dificultad, cada nivel podía ser incrementado variando la posición para aumentar la intensidad del ejercicio, al finalizar el programa, los adultos mayores reportaron tener mejoras en su fuerza; este estudio fue desarrollado debido a los efectos que el entrenamiento con TRX tiene sobre la mejora de la activación de los músculos del tronco, fuerza y equilibrio (Weiss y cols., 2010).

También se ha evaluado la utilidad y seguridad en poblaciones prepúberes para desarrollar la fuerza explosiva siguiendo un programa de 8 semanas utilizando el sistema TRX como método de entrenamiento (Marta, Esteves, Alves & Casanova, 2018), se evaluaron 38 niños con un promedio de 10 años y fueron asignados a dos grupos, un grupo -20 niños- fue sometido al entrenamiento y el otro fue usado como control -18 niños-, los resultados fueron significativos para los que fueron sometidos al programa de entrenamiento, los autores concluyen que es un método efectivo y alternativo para optimizar el entrenamiento de fuerza explosiva.

Aunque hay evidencia de la efectividad del entrenamiento de suspensión usando el TRX en la mejora de la fuerza, hay poca evidencia acerca de las mejoras de la composición corporal utilizando esta forma de entrenamiento. Por lo tanto, el objetivo de este estudio será el de comparar las diferencias entre el entrenamiento con TRX -TRX- y el entrenamiento tradicional con pesas -ETP-, evaluando los cambios de la composición corporal de los pliegues y circunferencias en jóvenes adultos. La hipótesis es que el TRX es igual de efectivo que el ETP como método de entrenamiento para mejorar la composición corporal.

## Método

### *Participantes*

Se reclutaron 30 participantes inscritos a gimnasios que imparten entrenamiento con TRX o con pesas en la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora, México en el periodo de marzo a mayo de 2022. El rango de edad de los participantes fue de 21 a 30 años. Estos se reclutaron a través de contacto directo. En los criterios de inclusión se pedía que los participantes fueran hombres entre de 6 y 12 meses entrenando con pesas o TRX, pero que sólo practicara una modalidad de las dos, los participantes leyeron y firmaron el consentimiento informado revisado y autorizado por el Comité de Ética de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal de Sonora. Los sujetos podían ser removidos del estudio si no cumplían con al menos el 90% de las sesiones de entrenamiento en el periodo. Ningún participante abandonó o fue removido del estudio.

### *Diseño experimental y evaluación*

Los participantes fueron divididos en dos grupos, TRX y ETP, cada uno de los grupos tuvo una n=15. La composición corporal de ambos grupos fue evaluada antes y después de las 12 semanas de duración del estudio. La evaluación de la composición corporal se hizo de acuerdo al Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2019) realizadas por un antropometrista nivel 3, las evaluaciones antes y después de la prueba se realizaron durante las tardes y casi a la misma hora para evitar variaciones en la medición. El estudio se llevó a cabo de marzo a junio de 2022 para un total de 12 semanas, el entrenamiento se realizó en las instalaciones de los gimnasios Element 3015 y Lord Hybrid Center, ambos ubicados en la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora, México. Los entrenadores de cada gimnasio fueron los encargados de prescribir el volumen y la carga del entrenamiento de las sesiones de cada participante.

### *Composición corporal*

Se evaluó el peso, talla, pliegues cutáneos y circunferencias para determinar la composición corporal pre y post estudio. Todas las mediciones se hicieron de acuerdo al Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2019). La talla se midió usando un estadiómetro portátil SECA modelo 213 (Seca México, Ciudad de México, México), el peso fue medido usando una balanza portátil DETECTO (Webb City, Missouri, Estados Unidos), para la toma de pliegues se utilizó un plicómetro Harpenden (Baty International, West Sussex, Inglaterra).

### *Análisis estadístico*

Se utilizó estadística descriptiva para determinar la media -  $\bar{x}$  - y desviación estándar -SD-; se aplicó la prueba de *t* para evaluar posibles diferencias entre los grupos. Se estableció una  $p < .05$  para determinar el resultado como diferencia significativa.

## **Resultados**

Los 30 participantes que iniciaron el estudio, lo concluyeron. No hubo diferencias significativas entre las variables evaluadas entre los dos grupos antes de iniciar el estudio - $p > 0.5$ -, los resultados de la evaluación antes del inicio del estudio se resume en el cuadro 1.

<b>Básicas</b>	<b>TRX</b>	<b>ETP</b>
Edad (Años)	25.4 ± 1.9	25.0 ± 2.4
Peso (Kg)	74.0 ± 2.9	73.8 ± 3.7
Talla (cms)	172. ± 2.1	173.5 ± 3.0
<b>Pliegues</b>		
Triceps (mm)	13.9 ± 2.6	12.7 ± 2.8
Subescapular (mm)	15.4 ± 2.8	12.8 ± 3.1
Supraespinal (mm)	14.5 ± 2.5	15.0 ± 1.2
Abdominal (mm)	18.9 ± 2.6	20.4 ± 3.0
Muslo (mm)	21.8 ± 3.5	22.7 ± 6.1
Pantorrilla (mm)	13.0 ± 2.6	13.4 ± 1.9
<b>Circunferencias</b>		
Brazo flexionado (cms)	34.3 ± 1.9	35.5 ± 1.2
Cintura (cms)	85.2 ± 3.4	84.3 ± 2.4
Pantorrilla (cms)	34.5 ± 0.6	35.2 ± 0.7
<b>Todos los datos presentan su media y su desviación estandar.</b>		
<b>La comparación de los datos resultaron con una <math>p &gt; 0.05</math></b>		

**Cuadro 1.** Resultados de la evaluación antes del estudio.

Los datos obtenidos, resumidos en el cuadro 2, muestra los resultados de la comparación de cada grupo según el metodo de entrenamiento, antes y después del estudio, como puede observarse, sí hubo diferencias significativas entre las mediciones de inicio y al final de cada método de entrenamiento.

Variable	Pre	Post	Pre	Post
	TRX		ETP	
<b>Pliegues</b>				
Triceps (mm)	13.9 ± 2.6	11.8 ± 1.9*	12.7 ± 2.8	10.6 ± 2.5*
Subescapular (mm)	15.4 ± 2.8	12.8 ± 2.4*	12.8 ± 3.1	10.2 ± 2.7*
Supraespinal (mm)	14.5 ± 2.5	11.8 ± 2.4*	15.0 ± 1.2	11.8 ± 1.1*
Abdominal (mm)	18.9 ± 2.6	16.8 ± 2.1*	20.4 ± 3.0	18.0 ± 2.0*
Muslo (mm)	21.8 ± 3.5	19.5 ± 3.0*	22.7 ± 6.1	21.4 ± 1.9*
Pantorrilla (mm)	13.0 ± 2.6	11.7 ± 2.4*	13.4 ± 1.9	12.1 ± 1.5*
<b>Circunferencias</b>				
Brazo flexionado (cms)	34.3 ± 1.9	35.0 ± 1.8*	35.5 ± 1.2	36.8 ± 1.2*
Cintura (cms)	85.2 ± 3.4	83.7 ± 3.2*	84.3 ± 2.4	81.4 ± 2.6*
Pantorrilla (cms)	34.5 ± 0.6	34.7 ± 0.5*	35.2 ± 0.7	35.3 ± 0.6*
<b>Todos los datos presentan su media y su desviación estandar.</b>				
<b>*La comparación de los datos resultaron con una p &lt; 0.05</b>				

**Cuadro 2.** Comparación de resultados entre cada método antes y después del estudio.

Sin embargo, al comparar los resultados mostrados en el cuadro 3, las variables antropométricas de los grupos entre métodos, solo algunas variables tuvieron diferencias significativas entre métodos de entrenamiento.

Variable	Post estudio	
	TRX	ETP
<b>Pliegues</b>		
Triceps (mm)	11.8 ± 1.9	10.6 ± 2.5
Subescapular (mm)	12.8 ± 2.4	10.2 ± 2.7*
Supraespinal (mm)	11.8 ± 2.4	11.8 ± 1.1
Abdominal (mm)	16.8 ± 2.1	18.0 ± 2.0
Muslo (mm)	19.5 ± 3.0	21.4 ± 1.9*
Pantorrilla (mm)	11.7 ± 2.4	12.1 ± 1.5
<b>Circunferencias</b>		
Brazo flexionado (cms)	35.0 ± 1.8	36.8 ± 1.2*
Cintura (cms)	83.7 ± 3.2	81.4 ± 2.6*
Pantorrilla (cms)	34.7 ± 0.5	35.3 ± 0.6*
<b>Todos los datos presentan su media y su desviación estandar.</b>		
<b>*La comparación de los datos resultaron con una p &gt; 0.5</b>		

**Cuadro 3.** Comparación de resultados de cada método después del estudio.

### Discusión

El propósito del estudio era el de comparar los resultados en las variables de la composición corporal siguiendo dos formas de entrenamiento. La hipótesis fue que ambos métodos son igual de buenos para modificar la composición corporal; aunque comparando cada uno de los grupos por si solos, el entrenamiento con TRX y el entrenamiento traicional con pesas -ETP-, producen cambios en la composición corporal, sin embargo, aunque el ETP mostró mejorar las circunferencias y algunos pliegues de los sujetos del estudio, no se puede aseverar que el ETP es mejor el TRX, ya que esa no era la finalidad de este estudio y además, haría falta hacer más investigación sobre este tema.

Los resultados obtenidos en el grupo sometido a entrenamiento con TRX y ETP, difieren con los del trabajo realizado por Janot, Welles, Riedl, Anderson, Howard y Myhre (2013) en el cual ellos evaluaron la solamente el pliegue abdominal y no encontraron diferencias significativas después de un programa de 7 semanas, sin embargo, el presente estudio tuvo una duración de 12 semanas.

Por otro lado, los resultados concuerdan con los de Arazi y colegas (2018) en el que hubo un incremento en las circunferencias del bíceps usando ambos métodos de entrenamiento después de ser sometidos a un entrenamiento de 8 semanas, la población que ellos evaluaron eran mujeres, sin embargo, los sujetos evaluados en el presente estudio eran hombres, así que probablemente la mayor producción y disponibilidad de testosterona podría ser el principal factor para que hubiera un mayor aumento de la circunferencia del bíceps.

En este estudio no hubo control sobre de la alimentación de los sujetos, eran libres de consumir la cantidad de energía y nutrimentos que ellos quisieran, pudiendo consumir más o menos de sus necesidades nutrimentales, esto juega un papel importante al momento de seguir programas de entrenamiento para el aumento de la masa muscular y la pérdida de masa grasa (Loenneke, Loprinzi, Murphy y Phillips, 2016); tampoco sobre las actividades complementarias -ejercicio cardiovascular u otras actividades deportivas- a las sesiones de entrenamiento de TRX y ETP, estas variables podrían haber tenido impacto sobre los resultados obtenidos en las circunferencias y pliegues que mostraron diferencias significativas.

### Conclusiones

Ambos métodos resultan efectivos para la mejora de la composición corporal, pero no se puede decir si uno es mejor sobre el otro. Es necesario analizar más casos para aseverar el impacto que podría tener en poblaciones con mayor o menor tiempo de entrenamiento o sin entrenamiento previo..

El entrenamiento de TRX podría ser un método que podría complementar el entrenamiento tradicional con pesas.

Debido a que los entrenadores eran los que programaban el volumen y carga del entrenamiento, es probable que esto haya tenido que ver con los resultados obtenidos, se sugiere realizar una segunda parte de este estudio donde los volúmenes y cargas de entrenamiento estén emparejadas, evitando de esta manera mayor carga de trabajo en alguno o ambos grupos estudiados.

### Referencias bibliográficas

1. Aguilera-Castells, J., Buscãa, B., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A., & Peña, J. (2018). *Muscle activation in suspension training: a systematic review*. Sports Biomechanics.
2. Arazi, H., Malakoutinia, F., & Izadi, M. (2018). *Effects of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and extremities perimeter of non-athlete underweight females*. Physical Activity Review, 8, 73-80.
3. Archer, S. (2022). THE ORIGINS OF TRX TRAINING®: CREATING A GLOBAL TRAINING BRAND. *Obtenido de National Academy of Sports Medicine*. Recuperado el 10 de julio de 2022 de: <https://blog.nasm.org/the-origins-of-trx>
4. Dawes, J. (2017). *Complete guide to TRX suspension training*. Champaign, Illinois, Estados Unidos: Human Kinetics.
5. Gaedtker, A., & Morat, T. (2015). *TRX Suspension Training: A New Functional Training Approach for Older Adults – Development, Training Control and Feasibility*. International Journal of Exercise Science, 8(3), 224-233.
6. Harris, S., Ruffin, E., Brewer, W., & Ortiz, A. (2017). *Muscle activation pattern during suspension training exercises*. The International Journal of Sports Physical Therapy, 12(1).
7. Hong, Y. K., & Yun, S. (2022). *Comparison of Trunk Muscle Activity according to Different Strap Length of TRX*. Korean Journal of Sport Biomechanics, 32(1), 31-36.
8. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Murcia, España: UCAM Universidad Católica de Murcia.
9. Janot, J., Heltne, T., Welles, C., Riedl, J., Anderson, H., Howard, A., & Myhre, S. L. (2013). *Effects Of Trx Versus Traditional Resistance Training Programs On Measures Of Muscular Performance In Adults*. Journal of fitness research, 2(2), 23-38.
10. Loenneke, J. P., Loprinzi, P. D., Murphy, C. H., & Phillips, S. M. (2016). *Per meal dose and frequency of protein consumption is associated with lean mass and muscle performance*. Clinical Nutrition, 35(6), 1506-1511.
11. Marta, C., Esteves, P. T., Alves, A. R., & Casanova, N. (2018). *Strength training adaptations associated with an 8-week suspension training program in prepubescent boys*. Recuperado el 10 de julio de 200 de: [https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/4984/1/Marta\\_13sdmc2018.pdf](https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/4984/1/Marta_13sdmc2018.pdf)
12. Nickelston, P. (2011). *The Rehabilitation Benefits of Suspension Training*. Recuperado el 10 de julio de 2022 de: <https://dcpracticeinsights.com/mpacms/dc/article.php?id=55409>.
13. Weiss, T., Kreitingner, J., & Wilde, H. (2010). *Effect of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults*. Journal of Exercise Science & Fitness, 8(2), 113-122.
14. Xiujie, M., Wei, S., An, L., Pei, M., & Chuanyin, J. (2017). *The improvement of suspension training for trunk muscle power in Sanda athletes*. Journal of Exercise Science & Fitness, 15, 81-88.

# Uso de la Metodología Aprendizaje Basado en Proyectos para Estudiantes de Secundaria

M. en I. Elizabeth Flores Aguilar<sup>1</sup>, Dr. Jesús Vicente González Sosa<sup>2</sup>,

**Resumen**—El presente artículo tiene como finalidad potenciar las herramientas didácticas por medio de metodologías de aprendizaje basadas en proyectos (ABP) que permiten incrementar el desarrollo y comprensión de las temáticas correspondientes a nivel básico medio, secundaria, diseñado por docentes de la academia de Educación Audiovisual del Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México, y forma parte de la oferta académica de actualización que ofrece la institución, a docentes de educación secundaria técnica, atendiendo sus necesidades y derechos a la capacitación y actualización, con el propósito de ampliar sus conocimientos, capacidades, habilidades y desarrollo profesional, contribuyendo a la transformación y mejoramiento de la sociedad. Fundamentado por la Ley General de la educación en sus artículos 5º, 11vo, 16vo y 17vo. La finalidad radica en mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mostrando resultados satisfactorios en los docentes, desarrollando clases dinámicas.

**Palabras clave**—proporcione cuatro o cinco palabras que servirán para identificar el tema de su artículo, separadas por comas.

## Introducción

El uso de modelo ABP en los diferentes niveles educativos, forma parte esencial del desarrollo docente y académico (Zamarripa, 2016), para el diseño de nuevas estrategias de aprendizaje. Por lo que en este documento se hace uso de la metodología en un entorno de escuelas secundaria, fomentando las habilidades de los estudiantes, con la retroalimentación del docente.

Existen elementos fundamentales para la iniciativa de llevar a cabo ABP en un taller como parte de la capacitación en comunidades académicas, entre los cuales se encuentran la investigación, reflexión, críticas, producto final, retroalimentación, análisis de decisión, con el propósito de mejorar los procesos en la educación dentro del salón de clases en conjunto con el docente y el alumno (Villanueva, 2022). En ese sentido se debe formular un grupo colaborativo que permita llevar a cabo la implementación del ABP.

Es importante, en su momento, establecer que la educación tradicional tiene la capacidad para adaptarse a los nuevos modelos educativos y con ello lograr la fractura de los paradigmas que se han implantado al transcurrir los años, por ello la capacitación docente ha logrado una tendencia favorable para mejorar las condiciones educativas de los docentes y las autoridades de las instituciones educativas (González, 2021), por lo que es necesario analizar los fundamentos del ABP para su inserción en los modelos tradicionales.

El ABP es un apoyo y alternativa didáctica con enfoque de sinergia con aspectos pedagógicos, que involucran en todo momento al estudiante, formando una base sólida de sus conocimientos (Zambrano, 2021) y formas de aprendizaje durante el periodo comprendido en su preparación en las instituciones educativas. Lo predominante en este trabajo es involucrar en todo momento al docente con los alumnos y así formar una comunidad de aprendizaje fortalecido con las habilidades de cada integrante de esta.

Como parte de las investigaciones se han encontrado grandes fortalecimientos del pensamiento crítico, tanto en los estudiantes de los diferentes niveles educativos como en los docentes al aplicar ABP como herramienta de enseñanza-aprendizaje, por la facilidad que conlleva su implementación como modelo de mejora (Mera, 2022). Esto permite generar estrategias de análisis cualitativo y cuantitativo con la intención de aumentar el porcentaje de aceptación del modelo en el sector educativo.

Un aspecto interesante al aplicar ABP es la guía que ofrece el docente (Castro, 2022), para el desarrollo y aplicación de estas metodologías como parte de las herramientas de aprendizaje, logrando que los estudiantes manifiesten sus habilidades para intervenir en una situación real de problemas a resolver con estas herramientas. Al momento de capacitarse por medio de cursos o talleres, los docentes identifican las habilidades de los alumnos para potenciar su conocimiento y extrapolarlo a clases didácticas con el modelo ABP.

Es indudable con los estudiantes tienen capacidades extraordinarias que los motivan a adentrarse en nuevos modelos de aprendizaje, en donde se sientan involucrados como elementos activos y comprometidos en mejorar los

<sup>1</sup> Elizabeth Flores Aguilar es Docente del Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México, elizabeth.flores4@aefcm.gob.mx

<sup>2</sup> Jesús Vicente González Sosa es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México CDMX. jvgs@azc.uam.mx

aspectos considerados como difíciles o confusos en los métodos tradicionales, por lo que el ABP da pauta a que los alumnos se compaginen con el docente para desarrollar estas estrategias de aprendizaje (Barquero, 2022).

En las comunidades educativas se han identificado los compromisos (Ahedo, 2022), por mejorar el aprendizaje por medio de diferentes metodologías, en específico con ABP, en donde se ha notado que existe un mayor aprovechamiento en los cursos de mayor audiencia, de estudiantes, ofreciendo mayor participación colaborativa para aplicar el modelo y plasmar nuevas ideas en los procesos de aprendizaje.

El uso de ABP se caracteriza por trabajarse con grupos, logrando con ello disminuir la enseñanza tradicional, que hace uso de memorización y de mecanización en la resolución de problemas, haciendo de este un proceso interdisciplinario (Martí, 2010). La mayoría de los talleres en donde se pretende aplicar ABP tiene el objetivo de fusionar los pensamientos y habilidades de los docentes para implementar con los estudiantes nuevos procedimientos de aprendizaje con herramientas de esta índole, colaborativas.

En los siguientes párrafos se describe de manera específica el formato de capacitación docente con respecto a la aplicación de la metodología ABP en profesores de nivel secundaria, con la finalidad de involucrarlos en estos ambientes de mejora para la educación dentro de las herramientas de enseñanza-aprendizaje, conforme se da la innovación educativa.

### Descripción del Método

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

En primera instancia es necesario comprender que existen diversos métodos de aprendizaje que se moldean de acuerdo con las estrategias que se establecen en las diferentes instituciones educativas, con necesidades puntuales que se abordan en la parte docente y con los estudiantes, en la figura 1, se muestra un diagrama que permite visualizar la aplicación de ABP para nivel secundaria en un formato de taller a desarrollar y aplicar por parte de las comunidades docentes.

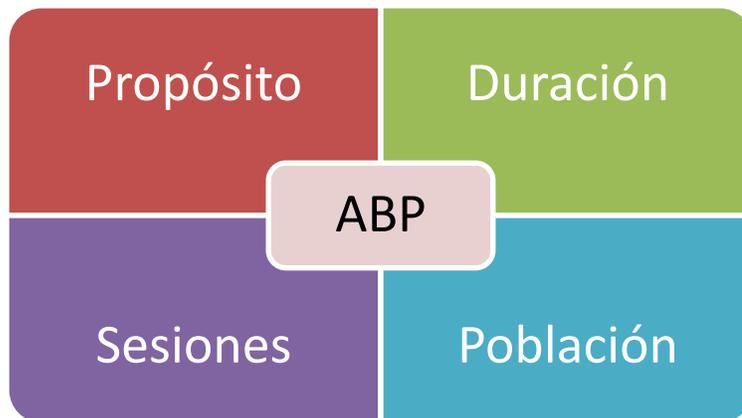


Figura 1. Aplicación del taller de ABP. Elaboración propia. 2023.

En el diagrama de la figura 1, se puede percibir la secuencia para el desarrollo del taller en donde se aplican de manera específica una serie de acciones para que el docente lleve a cabo una metodología en función del ABP y mantener una mejora continua en cada uno de los periodos escolares en donde se involucren una mayor cantidad de docentes para el desarrollo de actividades para las clases correspondientes. En los siguientes párrafos se describen de manera general las etapas plasmadas en la figura mencionada.

**Propósito:** el docente realiza una propuesta de estrategia didáctica en el salón de clases con el apoyo de los alumnos, basándose en la metodología activa denominada ABP y con ello favorecer la participación, colaboración, inclusión y aprendizaje de los contenidos educativos.

**Duración:** el taller tiene una duración de 20 horas de manera presencial, las cuales se distribuyen en cinco sesiones de cuatro horas cada una, con la finalidad de abordar, en lo posible, la mayor cantidad de estrategias para comprender y aplicar de manera precisa el ABP. De acuerdo con las condiciones sanitarias actuales, en algunos momentos el taller se realiza de manera asíncrona con el uso de aulas virtuales.

**Población:** en general el taller esta dirigido a profesores de educación secundaria técnicas, las cuales desarrollan las asignaturas de diversa índole, relacionadas con la tecnología e informática y áreas que se ven en secundarias.

**Sesiones:** se da la estructura de 5 sesiones, estructuradas de acuerdo con lo presentado en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las sesiones correspondientes al taller de ABP.

Sesión	Descripción	
1	Actividad 1	Presentación del taller Encuadre Evaluación
	Actividad 2	El facilitador entrega al docente (profesor) un cuestionario, con la finalidad de obtener información básica de ellos mismos y la postura que se tiene con respecto al taller en el cual estarán participando.
	Actividad 3	El facilitador invita a reflexionar con respecto a las preguntas abiertas realizadas en la encuesta mostrada en la actividad 2.
	Actividad 4	El facilitador realiza una presentación en PowerPoint, relacionado con los temas: a) como aprenden los niños y b) los siete principios del aprendizaje.
	Actividad 5	El docente lleva a cabo una lectura de Metodologías activas en equipos, los cuales son conformados por el facilitador.
	Actividad 6	El facilitador realiza una presentación con la temática específica de ABP y las características de este.
2	Actividad 1	El facilitador expone la temática de Las TICAD a través de un video localizado en la plataforma de YouTube.
	Actividad 2	El facilitador hace uso de herramientas tecnológicas para exponer: a) aplicación para realizar videos desde una aplicación en celular, b) herramientas de G-Suite Google y c) paquetería de Windows.
	Actividad 3	El facilitador realiza la exposición de una presentación vinculada con el tema de aprendizaje colaborativo.
	Actividad 4	Durante la sesión se realiza una dinámica grupal para ejemplificar la didáctica de aprendizaje colaborativo.
	Actividad 5	El facilitador expone inteligencias múltiples por medio de la herramienta de DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)
	Actividad 6	Se llevan a cabo una serie de preguntas para identificar la comprensión de los temas expuestos durante la sesión correspondiente.
3	Actividad 1	Dinámica de integración por parte del facilitador.

	Actividad 2	El facilitador explica el tema de especificaciones del desempeño, con la finalidad de hacer hincapié en temas relevantes que se deben tomar en cuenta por parte del docente.
	Actividad 3	El docente desarrollará especificaciones del desempeño, a través de un proyecto que se le asigna durante la sesión.
	Actividad 4	El facilitador explica y establece los lineamientos para la entrega de los proyectos, con la finalidad de esclarecer los puntos que se han considerado de mayor atención para el reporte correspondiente.
4	Actividad 1	El facilitador explica, por medio de una presentación, el formato del proyecto y su difusión.
	Actividad 2	Analizar un caso práctico con el apoyo del péndulo de Ifoulou.
	Actividad 3	El docente expone las características con las que desarrollará su proyecto.
	Actividad 4	Se lleva a cabo una entrega preliminar del proyecto para retroalimentación por parte del facilitador.
	Actividad 5	Por parte del facilitador se lleva a cabo la programación de las presentaciones que realizan los docentes en su proyecto.
5	Actividad 1	El facilitador expone la elaboración y generación de códigos QR, como herramienta de apoyo para el uso de éste en el desarrollo de tareas.
	Actividad 2	El facilitador comparte algunos blogs académicos ubicados en la red, como parte de las herramientas a utilizar por los docentes en su desempeño durante los periodos escolares.
	Actividad 3	Los participantes, docentes, realizan la presentación del proyecto. Cierre de sesión.

Nótese que en la tabla 1, se describen de manera general las actividades que se realizan durante el taller, que tiene el interés por incentivar a los docentes, involucrarse en nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, que tienen un valor que ellos mismos determinarían durante la aplicación del ABP en sus clases motivando en todo momento a los estudiantes para formar un criterio específico en su aprendizaje.

Una parte importante en el taller es la participación activa y colaborativa por parte de los docentes en conjunto con el facilitador, para generar un ambiente de trabajo en donde la sinergia de las diversas áreas que se involucran por las temáticas que utilizan los docentes al momento que se desarrolla el proyecto.

Uno de los elementos fundamentales al final del taller es el proyecto desarrollado por los docentes, en donde expresan lo comprendido y aprendido en el taller aterrizándolo en todo momento en un producto, reporte y

presentación, que les permite visualizar su crecimiento aplicando diversas herramientas para su desempeño en las aulas con estudiantes en los diferentes grados de nivel secundaria.

Por otro lado, es importante involucrar a las autoridades, directores, subdirectores, en la aplicación del ABP en cada una de las clases que se imparten en nivel secundaria y fomentar la disciplina de innovar en la impartición de clases, con la finalidad de mejorar el aprendizaje de los estudiantes en este nivel educativo que permite identificar el potencial del alumno para su futuro como universitario, contando con herramientas proactivas.

### Comentarios Finales

Una de las tendencias predominantes de la aplicación del modelo ABP es generar líneas de desarrollo e investigación fundamentadas en metodologías que incentiven a docentes e investigadores a involucrarse en los ambientes educativos, en el sector de capacitación continua en este ámbito.

#### Resumen de resultados

Como parte de los resultados, al implementar el taller en una comunidad de docentes a nivel secundaria, se tienen los siguientes datos, los cuales se han considerado para la elaboración de un estadístico básico para identificar las áreas de oportunidad en el desarrollo de los talleres con la aplicación de la metodología ABP en niveles básicos, con la idea de extrapolarlos a otros niveles educativos y con ello mejorar los modelos de enseñanza-aprendizaje, tanto para el docente como para el alumnado.

La primera etapa consistió en captar a docentes interesadas en conocer y aplicar la metodología, para lo cual se logró la inscripción inicial de 21 docentes, todos impartiendo clases a nivel secundaria. Lo cual se representa en la tabla 2, mostrando a los docentes con algunos datos representativos para el caso de estudio.

Tabla 2. Datos representativos de los docentes.

Nombre	Email	Asistencia	Proyecto	Calificación
Docente 1	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 2	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 3	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 4	No facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 5	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 6	No facilito	20%	No entregado	No aprobado
Docente 7	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 8	No facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 9	No facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 10	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 11	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 12	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 13	No facilito	20%	No entregado	No aprobado
Docente 14	Facilito	20%	No entregado	No aprobado
Docente 15	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 16	Facilito	85-%	Entregado	Aprobado
Docente 17	Facilito	85%	Entregado	Aprobado
Docente 18	Facilito	85%	Entregado	Aprobado
Docente 19	Facilito	85%	Entregado	Aprobado
Docente 20	Facilito	100%	Entregado	Aprobado
Docente 21	No facilito	20%	No entregado	No aprobado

Como se puede observar de acuerdo con los datos de la tabla 2, existe la relación entre los docentes que no entregan proyecto, por lo que se ve reflejado con la calificación final en donde no se tiene la aprobación del taller correspondiente en la aplicación del modelo ABP.

La gráfica de la figura 2, representa los datos estadísticos en porcentaje, con respecto al aprovechamiento y aprobación del taller.

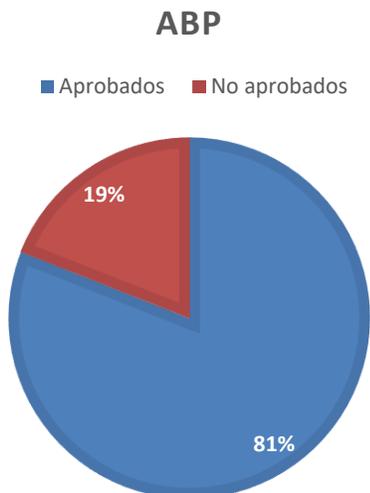


Figura 2. Aprobación de los docentes en el taller ABP.

Es importante mencionar que en esta figura 2, solo se han registrado los resultados de la aprobación de los docentes en el taller para la aplicación del modelo ABP. Por lo que, se espera a futuro obtener un mayor índice de aprobación de los profesores en estos talleres para mejorar las condiciones de aprendizaje en nivel básico, secundaria.

### Conclusiones

La metodología ABP es una herramienta funcional para el aprovechamiento de los docentes en la impartición de clases a nivel secundaria, lo cual se ha desglosado al realizar este trabajo y llevar a cabo los talleres como se ha observado en este mismo. Por lo que se pretende a futuro elaborar talleres de esta índole y formar de manera sustancial a docentes en los diferentes niveles educativos para fomentar tendencias de mejora continua en el sector académico.

No se debe olvidar que el desarrollo de estas metodologías involucra en su totalidad a la comunidad educativa, docente-alumnos-autoridades. En el desarrollo de la investigación como caso práctico se observó el interés por parte de los docentes que aplicaron los conocimientos adquiridos en el taller hacia sus clases presenciales con sus alumnos, mostrando en todo momento el interés de ellos (alumnos), en aprender cosas nuevas que servirán en un futuro para sus siguientes niveles educativos.

La investigación con otros autores, permite identificar la importancia del ABP en los niveles educativos y así formar estudiantes con habilidades e intereses particulares por la resolución de problemas en entornos colaborativos, con la guía del docente, por lo que, en este trabajo se ha planteado de manera general el uso de la capacitación por medio de talleres en donde se tiene la participación constante del docente en cada una de las sesiones para obtener un producto, proyecto final, con la aplicación del ABP, bajo los requerimientos para una clase de secundaria.

En general el aprovechamiento de los docentes en los talleres ha dejado tendencias de mejora, en las próximas capacitaciones, para seguir formando grupos colaborativos de docentes con habilidades en la aplicación de la metodología de ABP en el aula de clases y transmitirlo a otros profesores para mantener activa la línea de colaboración en los entornos educativos.

Por último, se hace una invitación para una mayor cantidad de profesores tomen la iniciativa de inscribirse en cursos y talleres con estas características y mejorar las tendencias educativas en el sector de aplicación.

### Referencias

- Zamarripa F. R., Martínez T. I., Juárez R. G. "El aprendizaje basado en proyectos en educación superior", Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa, Vol. 3, No. 1, 2016.
- Villanueva M. C., Ortega S.G., Díaz S. L. "Aprendizaje Basado en proyectos: metodología para fortalecer tres habilidades transversales". Revista de estudios y Experiencias en Educación, Vol. 21, No. 45, 2022.

González F. M.O., Becerra V. L. “Estudio de caso del aprendizaje basado en proyectos desde los actores de nivel primaria”. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. Vol. 12, No. 22, 2021.

Zambrano B. M. A., YHernández D.A., Mendoza B. K. L. “El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica”. Revista Conrado. Vol. 18, No. 84, 2022.

Mera M. G. E., Sanisaca G. L.M., Játiva S. E.A., Pincay D. Y.M. “Estrategias de aprendizaje basadas en proyectos para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de unidad educativa Sarah Flor Jiménez, 2021”. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. Vol. 6, No. 2. 2022.

Casto-Valle L.A. “Aprendizaje basado en proyectos para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje”. Revista Polo del Conocimiento. Vol.7, No. 6. 2022.

Barquero R. A. “Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia en el área de formación ciudadana”. Revista Perspectivas. No. 21. 2020.

Ahedo-Gurrutaga I. “Aprendizaje basado en proyectos: una metodología para activar el compromiso, la motivación y el interés en las aulas de Ciencia Política”. Revista Española de Ciencia Política, No.60, 2022.

Martí J.A., Heydrich M., Rojas M., Hernández A. “Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente”. Revista Universidad EAFIT, Vol.26, No. 158. 2010.

### Notas Biográficas

La **M. en I. Elizabeth Flores Aguilar** es docente del Centro del Magisterio de la Ciudad de México, áreas de desarrollo e investigación se encuentran fundamentadas por la enseñanza de las ciencias, enseñanza de la estadística, modelos ABP.

El **Dr. Jesús Vicente González Sosa** es profesor investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, las áreas de investigación están función de la enseñanza de la ciencia, aplicaciones de ingeniería, ha participado en congresos nacionales e internacionales.

# Conciencia Sostenible: Una Propuesta para la Educación Superior en las Ingenierías del ITP

Dr. José Víctor Flores Flores<sup>1</sup>, Dr. José Oscar Laguna Cortés<sup>2</sup>, Dra. María Adelina Cruz Rodríguez<sup>3</sup>, Dr. Carlos García Franchini<sup>4</sup>

**Resumen-** La importancia de generar conciencia sostenible en los perfiles de egreso de los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Puebla es un gran reto; el estudiante de ingenierías del ITP se enfrenta a nuevos retos después de la pandemia por Covid19; para dar respuesta a estas necesidades se propone el enfoque sostenible como una filosofía de vida para generar una conciencia ecoeducativa. Los hallazgos que se encuentren en la aplicación de este enfoque van orientados a incluir a todos los actores del proceso educativo, generar nuevas estrategias educativas que permitan por una parte incluir la ecoeducación de una manera permanente a lo largo de la vida académica y no formal del estudiante; orientar al desarrollo en habilidades y destrezas aplicadas al pensamiento complejo, pensamiento crítico que permita transformar su entorno.

**Palabras clave-** Conciencia sostenible, holismo, educación permanente, Ecoeducación.

## Introducción

En México la mayoría de las IES han realizado cambios desde hace varios años tratando de dar un impulso y redireccionar la educación Superior en México, partiendo de modelos tomados de otros países y adaptándolos al nuestro como lo fue el proyecto Tunning de Europa en 2002 donde establece “competencias genéricas, instrumentales, interpersonales y sistémicas” para las diferentes disciplinas con la finalidad de brindar educación de calidad, posteriormente el “Proyecto Tuning para América Latina”(2005) en donde México fue sede de la reunión de trabajo en 2007, como resultado de estos encuentros se incluyó el concepto de sustentabilidad en sus ejes rectores del Modelo Educativo para el Siglo XXI (2011) surge la pregunta ¿en qué medida el enfoque sostenible contribuye a elevar la conciencia sustentable en los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Puebla?

Hasta este momento no se ha podido ofrecer un modelo educativo que pueda hacer frente de manera efectiva ya que el egresado de las Instituciones de Educación Superior enfrenta nuevos retos en el tiempo de pospandemia por Covid19 debido a que las variables del entorno externo a nivel mundial han cambiado de forma significativa el entorno ecológico, social, político, cultural, sanitario, tecnológico; ( Gallegos, 1999 ); “también enfrenta dilemas nacionales como la falta de vinculación del sector educativo con el empresarial, inseguridad pública, modelos educativos inadecuados, destrucción de los ecosistemas, migración, desempleo, crisis económica, crisis política, social”.

La propuesta con un enfoque sostenible reside en alinear estas nuevas visiones del mundo que ya cambió considerando aplicar el trabajo en el aula la visión holística y sistémica, el desarrollo sostenible, generando conocimiento de frontera a través de la innovación y el desarrollo tecnológico.

## Descripción del método

La “Declaración de Venecia”(1986). El coloquio llevado a cabo en la ciudad de Venecia el 7 de marzo de 1986, con el título “La Ciencia ante los confines del conocimiento: prólogo de nuestro pasado cultural” en donde se planteó que estamos en momentos de cambios importantes a partir de la influencia de los enfoques de disciplinas nuevas como la biogenética, física cuántica, nanotecnología, el desarrollo tecnológico y que muchas veces no están alineados con la sostenibilidad de los recursos naturales ya que en muchos casos no hay una conciencia sustentable en los alumnos que no se trabaja desde las aulas en todas las materias de las currículas.

La agenda 2030 establecida por la ONU para el Desarrollo Sostenible presentó los 17 objetivos para lograr un mundo sostenible.(ONU 2015) así como las diferentes definiciones de desarrollo sostenible hablan sobre “un

---

<sup>1</sup> Docente Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Ciencias Económico Administrativas. [josevictor.flores@puebla.tecnm.mx](mailto:josevictor.flores@puebla.tecnm.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Docente Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Ciencias Básicas. [jose.laguna@puebla.tecnm.mx](mailto:jose.laguna@puebla.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Docente Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Ciencias Económico Administrativas. [adelina.cruz@puebla.tecnm.mx](mailto:adelina.cruz@puebla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Docente Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Ciencias Básicas. [carlos.garcia@puebla.tecnm.mx](mailto:carlos.garcia@puebla.tecnm.mx)

proceso de cambio en el cual se buscan satisfacer las necesidades humanas sin comprometer la capacidad de carga de la tierra”(Declaración de Venecia, 1986).

“Es el manejo y conservación inteligente de los recursos con el propósito de que las futuras generaciones también puedan desarrollarse”. (Matarrita y Navas, 1996:97).

Derivado de lo anterior se propone aplicar la definición de sostenibilidad como una filosofía de vida para aprender a convivir en armonía en nuestro planeta considerando el “ambiente” como un espacio de bien común generando una consciencia sostenible que proteja la biodiversidad a través de una educación inclusiva y colectiva de todos los actores que participan en el proceso educativo de nuestro país las instituciones educativas, los alumnos, los docentes, los padres de familia, los pueblos originarios, las empresas, el gobierno y las organizaciones, todos con una visión holística y sistémica, educación permanente en los estudiantes de las ingenierías del ITP.

El Tecnológico Nacional de México se constituye de 254 Institutos Tecnológicos del país tanto federales como descentralizados, en 2023 sigue guiándose con el Modelo Educativo para el Siglo XXI: “Formación y desarrollo de competencias profesionales”, orienta el proceso educativo central a la formación de profesionales que impulsen la actividad productiva en cada región del país, la investigación científica, la innovación tecnológica, la transferencia de tecnologías, la creatividad y el emprendimiento para alcanzar un mayor desarrollo social, económico, cultural y humano” sin dejar de lado el enfoque sostenible como un eje principal para su consolidación que contribuya de manera significativa y permanente al mejoramiento de la calidad de vida social, democrático y multicultural del país.

La creación de estructuras curriculares flexibles y dinámicas capaces de adaptarse a los cambios en este nuevo contexto en una misión de las IES que deben reorientar con enfoque sostenible las currículas para generar una consciencia planetaria; no basta con adquirir nuevas tecnologías para elevar la calidad de los programas educativos ya que la tecnología por si misma es un medio no un fin, acreditar programas educativos dejando de lado el enfoque sostenible tampoco eleva la calidad educativa si no estamos considerando nuestro contexto.

Para alcanzar esta nueva visión de la sostenibilidad se plantea que el estudiante de las ingenierías del ITP tenga a su alcance múltiples vías para aprender, tenga el recurso de manejar sus contextos de significado y referentes que le proporcionen argumentos válidos en su entorno tomando en cuenta la naturaleza multidimensional de la inteligencia ya que no todos aprendemos de la misma manera utilizando el recurso de las inteligencias múltiples, la inteligencia emocional que le permitan el desarrollo de habilidades del pensamiento encausadas a la resolución de problemas, el desarrollo del pensamiento crítico y complejo, la capacidad de análisis y síntesis, el trabajo en equipos colaborativos, la responsabilidad social, el desarrollo de la creatividad y la innovación, la toma de decisiones con la participación de la comunidad de aprendizaje, la familia y la comunidad como extensión del aula, esto permitirá dotar a los estudiantes de una capacidad de reflexión holista en su práctica profesional, esta misma capacidad deberá ser desarrollada en todo el personal académico de las IES ya que los docentes son otro eje importante para que el estudiante logre integrar una visión sostenible en su formación profesional y su formación para la vida.

Uno de los principios sobre los que se ha basado la educación tradicional es que el mundo natural es algo separado de nosotros, que debemos explotar y que contiene recursos ilimitados como lo planteó el capitalismo y los modelos neoliberales de la mayoría de los gobiernos que no dio los resultados esperados en los países que se dirigieron con este modelo provocando una destrucción gravísima de los recursos naturales, y una mayor desigualdad; es necesario recordar que la viabilidad de una cultura depende de la relación que pueda establecer con la tierra, por ello la sostenibilidad establece una nueva relación con el mundo natural.

### *Conclusión*

La Ecoeducación es la propuesta que parte más bien del concepto de "comunidad de aprendizaje" que de la idea de un estudiante solitario y aislado, parte de un “aprendizaje cooperativo” en donde el estudiante es el principal actor del constructo de su conocimiento y el “docente” es un recurso entre muchos posibles principios que rigen los sistemas ecológicos como lo son: “interdependencia, sustentabilidad, diversidad, sociedad, coevolución, ciclos ecológicos, flexibilidad y energía” (Gallegos 1999).

La contribución al perfil de egreso de los estudiantes de educación superior es dinamizar también en el entorno familiar y el entorno profesional prácticas de sostenibilidad creando así una cultura sustentable en todos los aspectos, de esta manera las IES estarán entregando a la sociedad mejores profesionales que serán buenos ciudadanos que tengan entre sus más altas prioridades conservar el patrimonio natural y una verdadera responsabilidad por elevar la calidad de vida de toda la humanidad

## Referencias

- Cruzata, M. (2006). Medio Ambiente y Educación Ambiental. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos33/medio-ambiente-educacion/medio-ambiente-educacion.shtml#ixzz44dlUoWsd>
- Declaración de Venecia. La Ciencia ante los confines del conocimiento: prólogo de nuestro pasado cultural. Coloquio llevado a cabo en Venecia, Italia. Recuperado de: <https://es.unesco.org/> Recuperado de: [file:///C:/Users/94838/Desktop/LIBRO\\_TUNING\\_AMERICA\\_LATINA\\_version\\_final\\_espanol.pdf](file:///C:/Users/94838/Desktop/LIBRO_TUNING_AMERICA_LATINA_version_final_espanol.pdf)
- Gallegos, R (1996). Proyecto Cuantum. Un Modelo Universitario Ecoeducativo para una Sociedad Sustentable. En *ANUIES*.
- Matarrita, R., Tuk, E. (2001). El papel estratégico de la educación para el desarrollo sostenible. *Revista Educación* 25 (1): 19-26.
- Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina, Proyecto Tuning, 2004-2007
- Rodríguez, H., y Guzmán A., (2011). El rol de la educación frente al desarrollo sostenible: Una mirada desde el marco del decenio de la educación para el desarrollo sostenible 2005-2014. *Educación y desarrollo social*, 1:127-138.
- Tecnológico Nacional de México (2016). Asignatura Desarrollo Sustentable. "Tuning Educational Structures in Europa". (2006). Italia: Sócrates-Tempus. (7 de marzo de 1986). 1999ª. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.

# Polarización Óptica Para La Determinación de Bandas Raman de Miel del Estado de Campeche

Dr. Aarón Flores Gil<sup>1</sup>, Dra. Magdalena Bandala Garcés<sup>2</sup>, Dra. Olena Benavides<sup>3</sup>,  
Dr. Lelio de la Cruz May<sup>4</sup>, y Dr. Juan Gabriel Flores Trujillo<sup>5</sup>

**Resumen**—La tecnología láser de espectroscopía Raman es no inclusiva y permite la determinación de propiedades de materiales orgánicos como la miel, por medio de vibraciones y rotaciones moleculares sin alterar o destruir la estructura interna de la muestra de estudio. Esta tecnología recientemente se ha utilizado como alternativa para definir algunas bandas espectrales que están relacionadas con posibles nutrientes o composición química de la miel, tal como la Fructuosa, Glucosa y Sucrosa, junto con el polen, agua, aminoácidos y minerales. Sin embargo, hemos encontrado que algunas bandas son apreciables, o bien desaparecen bajo ciertos ángulos de polarización, que finalmente pudieran influir para definir la calidad de las mieles. En este trabajo se presentan las bandas Raman espectrales en la región de 400-1600 cm<sup>-1</sup> de muestras de mieles del estado de Campeche, obtenidas bajo la acción de un láser infrarrojo de 785 nm, y la inclusión de polarización óptica. Se mostrará el comportamiento de las bandas Raman principales de la miel en función del ángulo de polarización, que pudieran ser utilizadas como pruebas de diagnóstico de la calidad de la miel.

**Palabras clave**—Miel de Campeche, láser infrarrojo de 785 nm, espectroscopía Raman, Polarización.

## Introducción

La miel es un producto orgánico compuesto con una gran variedad de nutrientes que, hacen difícil determinar su calidad en base a una sola componente, un solo parámetro o a través de una sola técnica. No obstante, el estado de Campeche se caracteriza por ser uno de los principales productores de miel a nivel nacional, con una calidad altamente reconocida a nivel mundial; es un producto de exportación, siendo el mercado europeo uno de los principales compradores. Se utiliza como complemento alimenticio, para ceras, productos médicos, entre otros.

Tradicionalmente, la determinación del origen botánico de la miel se realiza por el polen (mellisopalynologia) presente en la miel. Este método se basa en la identificación del polen por examen de microscopio, y requiere de la experiencia del analista. Se consumen tiempos muy largos y es totalmente dependiente de la habilidad e interpretación del experto. Por lo cual se requiere de nuevos métodos que no sean totalmente dependientes de la opinión del analista y a la postre sujeto a una opinión poco confiable Corbella E. and Cozzollino D. (2008). Nuevas técnicas para el análisis de las mieles incluyen: análisis de conductividad eléctrica y métodos fisicoquímicos como cromatografía de líquidos, electropéresis y Resonancia Magnética Nuclear, incluso por métodos denominados de reconocimiento de patrones por coloración de la miel para determinar contenido de cenizas y actividad antioxidante Sahameh. S. et al. (2014). También métodos óptico-químicos se han empleado para determinar el origen botánico de la miel, sugiriendo que la miel consiste principalmente de tres azúcares que son: la Fructuosa, Glucosa y Sucrosa, junto con el polen, agua, aminoácidos y minerales, Fernández Pierna J. A. et al. (2005), Royston G. et al. (2002), Strehle M. A. et al., (2003)

En los últimos años se ha aplicado la tecnología de láser Raman espectroscopía como un método no inclusivo y no destructivo que, al incidir la radiación láser a cierta potencia, se induce rotaciones y vibraciones en el dipolo de las moléculas que componen las muestras de miel.

La espectroscopía Raman es un método óptico-químico que registra las vibraciones de ligadura de grupos funcionales, a través de la medición del intercambio de energía con radiación electromagnética a una longitud de onda particular (por ejemplo, el láser infrarrojo a 785 nm como el que se utilizó en este trabajo). Sin embargo, efectos como la fluorescencia y cristalización de las mieles, no hacen sencilla el registro de las bandas Raman de las componentes moleculares de las muestras de estudio. Para evitar estas dificultades derivadas de esto efectos, se han reportado

1 El Dr. Aarón Flores Gil es Profesor investigador en la Universidad autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México [aflores@pampano.unacar.mx](mailto:aflores@pampano.unacar.mx) (autor corresponsal).

2 La Dra. Magdalena Bandala Garcés es Profesora investigadora en la Universidad autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México [mbandala@pampano.unacar.mx](mailto:mbandala@pampano.unacar.mx)

3 La Dra. Olena Benavides es Profesora investigadora en la Universidad autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México [obenavides@pampano.unacar.mx](mailto:obenavides@pampano.unacar.mx)

4 El Dr. Lelio de la Cruz May es Profesor investigador en la Universidad autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México [ldelacruz@pampano.unacar.mx](mailto:ldelacruz@pampano.unacar.mx)

5 El Dr. Juan Gabriel Flores Trujillo es Profesor investigador en la Universidad autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México [jgflores@pampano.unacar.mx](mailto:jgflores@pampano.unacar.mx)

experimentos en los que se incluye ya sea agua destilada o bien alcohol a distintas concentraciones Muller. Molnar, C. et al. (2020). Estos experimentos denotan cambios en la intensidad de bandas características de las mieles, así mismo como la presencia de bandas a intensidades relativamente bajas de algunas componentes moleculares a ciertas concentraciones tanto de agua destilada o de solventes como el alcohol.

En concordancia con este congreso de Academia Journals Puebla 2023, el propósito de este trabajo es implementar la polarización óptica a la tecnología Raman como una alternativa para analizar el comportamiento de bandas Raman a diferentes ángulos de polarización que pudieran ser útiles para determinar la calidad de las mieles. Vale la pena comentar que hasta donde es nuestro conocimiento, no hay reportes sobre estudios de polarización de las mieles orgánicas con espectroscopía Raman, salvo el reporte en su tesis de Maestría de Saucedo Orosco I. (2012), que realizó estudio de polarización para mieles comerciales. Por otro lado, realizar lecturas por espectroscopía Raman, representa la colección de una gran cantidad de datos, por lo que por lo pronto en este artículo se presenta la metodología empleada a una muestra representativa del Estado de Campeche, específicamente de la región de Calakmul. Por otro lado, también vale la pena comentar que el diseño experimental que se presenta en este artículo es bajo la configuración de 90 grados y permite registrar las bandas Raman suprimiendo el efecto de la fluorescencia.

El propósito de este trabajo es aplicar el método de láser de espectroscopia Raman y complementar este método con polarización óptica para validar los cambios en intensidad de bandas Raman características de la miel en relación con el ángulo de polarización, que consideramos puede ser relevante para una clasificación certera de las mieles del Estado de Campeche. Aunque bien vale la pena comentar que esta metodología de polarización Raman requiere de un análisis extenso, por lo que solo se presenta el estudio correspondiente para una sola muestra de miel,

Este artículo consiste en la introducción en su primera sección. En la segunda sección se muestra el diseño experimental. En la tercera sección los cambios de bandas Raman características de la miel con respecto al ángulo de polarización. En la cuarta sección resultados obtenidos, y finalmente en la sección cinco se muestran las conclusiones de este proyecto.

### Descripción del Método

#### *Diseño óptico*

El diseño óptico está considerado como un arreglo de 90 grados, en los cuales la dirección del haz del láser incidente es perpendicular al receptor o espectrógrafo ver Ferraro (2003) y Somerville et al. (2010). El diseño consiste de un porta-muestras que es un contenedor cubico de 2.5 cm por lado, en el cual es posible colocar muestras de miel contenidas en celdas cilíndricas de no más de 1.5 de radio. En la Figura 1, se muestra una vista “superior” del diseño óptico. Se puede apreciar que el láser a 785 nm incide sobre la muestra en la dirección vertical, se colocaron espejos en caras laterales del cubo. La idea de los espejos es concentrar la mayor cantidad de fotones sobre la muestra para inducir la emisión Raman. Por otro lado, perpendicular a la dirección del láser se recoge la emisión Raman con una lente de 1.5 cm de distancia focal. Esta emisión sigue su trayectoria pasando por el polarizador, y finalmente se registra en el espectrógrafo QE65000 configurado para registrar la emisión Raman a 785 nm.

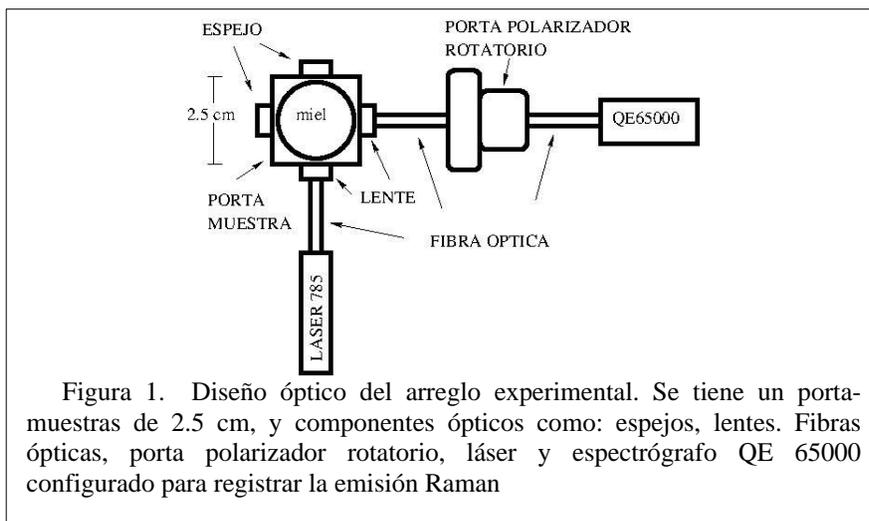


Figura 1. Diseño óptico del arreglo experimental. Se tiene un porta-muestras de 2.5 cm, y componentes ópticos como: espejos, lentes. Fibras ópticas, porta polarizador rotatorio, láser y espectrógrafo QE 65000 configurado para registrar la emisión Raman

### Montaje experimental

En la Figura 2, se muestra una fotografía real del arreglo experimental. El porta-muestras se construyó con láminas de aluminio de 2 mm de grosor. Las lentes biconvexas de 1.5 mm de distancia focal, una para excitación, y perpendicular a esta una de colección. Las lentes tienen conectores SMA para fibra óptica. Se utiliza una fibra óptica de excitación de 200  $\mu\text{m}$  de núcleo de plástico, y una fibra óptica de colección (al espectrógrafo), de 100  $\mu\text{m}$  de núcleo de plástico también. Finalmente se tiene el porta filtro polarizador, con un filtro Notch de densidad óptica 4 a 785 nm, y polarizador lineal, ambos de 25 mm de diámetro, con lente y conector SMA para la fibra óptica del detector. El láser a 785 nm de fábrica es polarizado linealmente, mientras que el espectrógrafo QE 65000 está configurado para lecturas de emisión Raman. Todas las componentes ópticas son de la marca Ocean Optics.

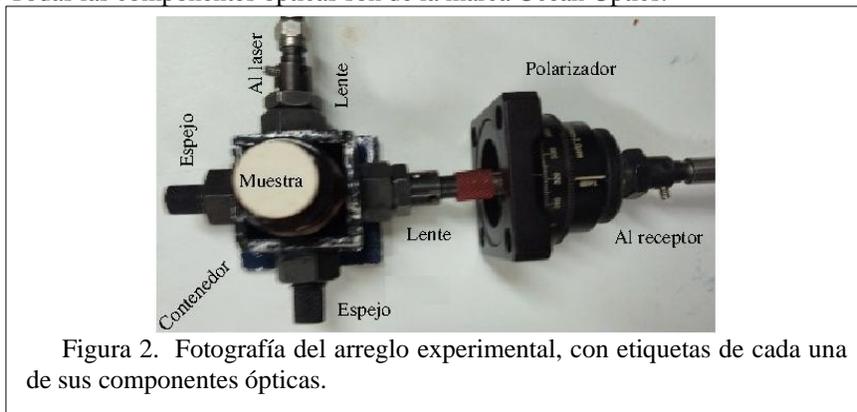


Figura 2. Fotografía del arreglo experimental, con etiquetas de cada una de sus componentes ópticas.

### Espectros Raman de la miel

#### *Bandas Raman de la miel*

En un esquema de análisis por polarización, se requiere de una fuente de radiación no polarizada, un polarizador lineal en una base fija, al cual se le denomina polarizador, y un polarizador lineal en una base rotatoria, al cual se le denomina analizador. En nuestro diseño, como ya se describió en el apartado anterior, el láser a 785 nm está polarizado linealmente, por lo que sólo requerimos del analizador. En nuestros experimentos, el láser a una potencia de 30 mW incide sobre la miel, induce emisión Raman, la cual se registra por el detector, no sin antes pasar por el analizador. En la Figura 3, se muestran los espectros Raman para cada ángulo de rotación del analizador, en este caso particular con espectros de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ . Esto es, se registra el espectro a la referencia  $00$ , se rota el analizador  $30^\circ$ , y se registra el espectro, posteriormente se fija el analizador en  $60^\circ$ , se registra el espectro. Así sucesivamente hasta completar el ciclo completo de  $360^\circ$ . En el extremo derecho de la Figura se tienen las etiquetas correspondientes a los ángulos de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ .

Cada espectro que se muestra en la Figura 3, representa el promedio de 75 espectros obtenidos en un intervalo de 15 segundos. Esto, con el propósito de buena calidad de señal a ruido, para garantizar que los cambios registrados sean reales y no debido a ruido instrumental, o fluorescencia. La ventana espectral en la que se muestran los espectros corresponde a la ventana denominada “huella digital” de la miel, de  $400\text{ cm}^{-1}$  a  $1800\text{ cm}^{-1}$ .

Cabe mencionar que este proyecto está en la primera fase, y consiste precisamente en validar si las bandas Raman características de la miel son diferentes para cada ángulo de polarización. O bien, si las bandas Raman cambian de intensidad con respecto a la rotación del analizador.

Por inspección visual de la Figura 3, se puede apreciar las bandas en la vecindad de  $1064\text{ cm}^{-1}$ ,  $1266\text{ cm}^{-1}$ ,  $1367\text{ cm}^{-1}$ , y  $1460\text{ cm}^{-1}$  se asocian a la glucosa, las bandas en la vecindad de  $708\text{ cm}^{-1}$  y  $424\text{ cm}^{-1}$  se asocian a la fructuosa y glucosa, la banda  $515\text{ cm}^{-1}$  se atribuye a la fructuosa. Otras bandas que se pueden asociar a la fructuosa se localizan en las bandas de  $979\text{ cm}^{-1}$ ,  $865\text{ cm}^{-1}$ ,  $822\text{ cm}^{-1}$ , y  $630\text{ cm}^{-1}$ , mientras que las bandas de la glucosa se pueden encontrar en la vecindad de  $1127\text{ cm}^{-1}$ ,  $916\text{ cm}^{-1}$  y  $777\text{ cm}^{-1}$ .

En general también por inspección visual se puede apreciar cambios en la forma de las bandas espectrales, como las encerradas en las elipses del intervalo espectral de  $600\text{--}850\text{ cm}^{-1}$  (elipse 1), del intervalo espectral de  $1020\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$  (elipse 2), y las del intervalo de  $1350\text{--}1400\text{ cm}^{-1}$  (elipse 3). En la elipse 1 se puede apreciar un pico de intensidad baja solo en los espectros de  $150^\circ$  y  $180^\circ$ . La banda a  $650\text{ cm}^{-1}$ , cambia su forma e intensidad para cada ángulo de rotación del analizador. Mientras que la banda a  $680\text{ cm}^{-1}$ , cambia sólo su intensidad en cada ángulo de rotación. En la elipse 2, las bandas de  $1650\text{ cm}^{-1}$  y  $1130\text{ cm}^{-1}$  cambian su intensidad con el ángulo de rotación. Finalmente, en la elipse 3, la banda centrada en  $1380\text{ cm}^{-1}$  parece ser la superposición de al menos dos bandas ya que hay cambios en la forma e intensidad de esta banda espectral con el ángulo de rotación del analizador.

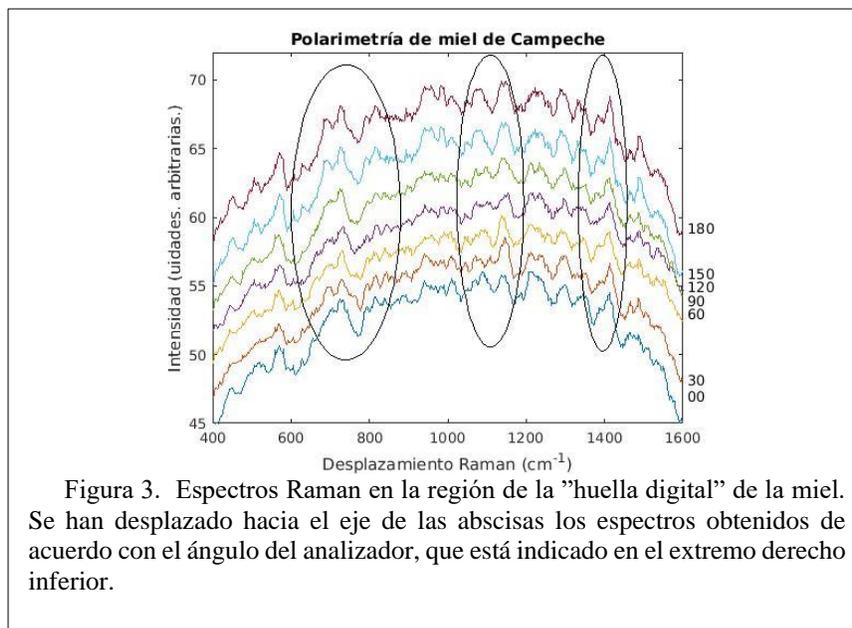


Figura 3. Espectros Raman en la región de la "huella digital" de la miel. Se han desplazado hacia el eje de las abscisas los espectros obtenidos de acuerdo con el ángulo del analizador, que está indicado en el extremo derecho inferior.

### Resultados

En el Cuadro 1, se presentan las características de las bandas espectrales registradas en nuestros experimentos. En primer lugar, se indica la región central de la banda Raman, la intensidad de la misma, y el tipo de vibración molecular que se puede encontrar en la literatura. Cabe mencionar que la intensidad de las bandas Raman se definen como el área bajo el perfil de línea, el cual se calculó con la tarea de Matlab *ipeak*, O'Haver T. (2023).

Número de Onda (cm <sup>-1</sup> )	Intensidad	Tipo de Vibración
420	Alta	Deformación de C-C-O y C-C-C
515	Alta	Deformación de C-C-O y C-C-C
586	Alta	Vibración esquelética
622	Débil	Deformación-Aro
899	Débil	Deformación de C-H
972	Regular	Desconocido
1070	Fuerte	Estirado de C-O
1144	Fuerte	Deformación de C-H-O, vibración de C-N (proteína o aminoácido)
1262	Fuerte	Deformación de C-C-H, O-C-H y C-O-H, vibración de Amide III
1374	Fuerte	Deformación simétrica en el plano de CH <sub>2</sub>
1454	Fuerte	Deformación simétrica en el plano de CH <sub>2</sub>

Cuadro 1. Identificación y tipo de vibración de las principales bandas Raman de la miel, en la región espectral de 400-1800 cm<sup>-1</sup>.

### Ley de Malus

El comportamiento por polarización lineal se define por la denominada Ley de Malus, la cual es una función analítica definida por:

$$I = I_0 \cos^2(\theta) \tag{1}$$

Donde  $I_0$  es la intensidad de la banda Raman a  $\theta = 0$ , y  $\theta$  es el ángulo de rotación del analizador.

Con el propósito de validar si los cambios presentados en este trabajo son directamente proporcionales a la rotación del analizador, y por consiguiente estos cambios obedecen a la ley de Malus, se eligieron las bandas a  $1070\text{ cm}^{-1}$ ,  $1140\text{ cm}^{-1}$ , y  $1410\text{ cm}^{-1}$ , para analizar este comportamiento. En la Figura 4, se muestran los cambios de la intensidad de estas bandas respecto al ángulo de rotación del analizador de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , se puede apreciar que las bandas  $1070\text{ cm}^{-1}$  y  $1140\text{ cm}^{-1}$ , se pueden ajustar a la tendencia que marca el ajuste de la ley analítica de Malus.

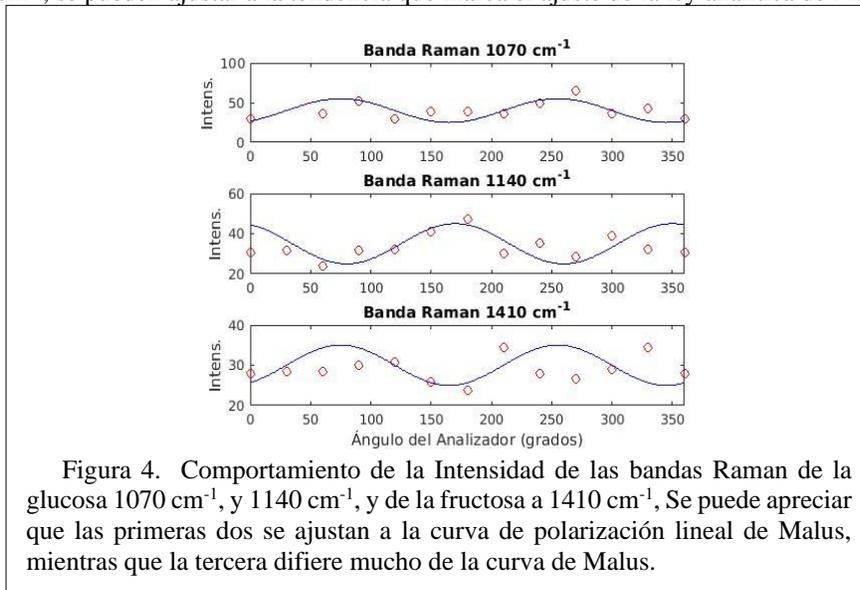


Figura 4. Comportamiento de la Intensidad de las bandas Raman de la glucosa  $1070\text{ cm}^{-1}$ , y  $1140\text{ cm}^{-1}$ , y de la fructosa a  $1410\text{ cm}^{-1}$ , Se puede apreciar que las primeras dos se ajustan a la curva de polarización lineal de Malus, mientras que la tercera difiere mucho de la curva de Malus.

Mientras que los cambios de banda de  $1410\text{ cm}^{-1}$  no del todo se ajustan a la ley de Malus. Esto posiblemente que esta banda espectral contiene una sub-banda superpuesta que pudiera ser debido a otra componente molecular de la propia miel, o bien otra componente debido a una posible adulteración. Por lo que se requiere de aplicar la metodología de este trabajo, a mayor cantidad de muestras de miel, para tener una explicación certera de estas componentes espectrales.

### Conclusiones

El diseño experimental mostrado en este trabajo permite la supresión de la fluorescencia, y se resaltan las bandas Raman que son representativas de miel orgánica. Se permite realizar mediciones a potencia de la miel relativamente baja (no más de  $30\text{ mW}$ ), y tiempos de exposición cortos ( $70$  segundos). Además es posible realizar mediciones de polarización lineal. De tal forma que se puede apreciar el comportamiento de ciertas bandas en función del ángulo de rotación del analizador. Se encuentra que para ciertas líneas su intensidad varía de acuerdo a la polarización lineal esperada, y se ajustan a una ley de Malus de polarización lineal. Mientras que otras no se ajustan a esta ley analítica. Por otro lado, algunas bandas de menor intensidad aparecen sólo en ciertos intervalos del ángulo de rotación. Se encuentra incluso que otras bandas tienen un comportamiento azaroso, ya que en realidad corresponden a la convolución con otras bandas espectrales.

### Trabajo a futuro

Se requiere por supuesto de aplicar la misma metodología de espectroscopía Raman con polarización para mayor cantidad de muestras de miel, para realizar estudios comparativos de las mieles de diferentes regiones del Estado de Campeche. Esta metodología por polarización, pudiera ser útil para pruebas de diagnóstico de la calidad de la miel, o bien de la posible adulteración de las mismas cuando se ponen a la venta para el consumo humano, o a la diversidad de usos que tiene este producto.

## Referencias

- Corbella E. and Cozzolino D. Combining Multivariate Analysis and Pollen Count to Classify Honey Samples Accordingly to Different Botanical Origin. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68(1):102-107 (january-march 2008)
- Fernández Pierna J.A. et al., 2005. Discrimination of Corsican honey by FT-Raman spectroscopy and chemometrics. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011 15(1), 75-84
- Ferraro, J.R. *Introductory Raman Spectroscopy*, 2nd ed; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2003.
- Luke A. Reisner et al., "[An Integrated Software System for Processing, Analyzing, and Classifying Raman Spectra](#)", *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 105, no. 1, pp. 83-90, 2011
- Muller Molnar C. Berghian-Grosan, C. Alina Magdas, D. An optimized green preparation method for the successful application of Raman spectroscopy in honey studies, *Talanta* [Volume 208](#), 1 February 2020, 120432
- Naes, T., T. Isaksson, T. Fearn, and T. Davies. 2002. A user-friendly guide to multivariate calibration and classification. 344 p. NIR Publications, Chichester, UK.
- O'Haver T. (2023). iPeak (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/23850-ipeak>), MATLAB Central File Exchange. Retrieved February 15, 2023.
- Royston Goodacre,\* Branka S. Radovic, and Elke Anklam. Progress Toward the Rapid Nondestructive Assessment of the Floral Origin of European Honey Using Dispersive Raman Spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, Volume 56, Number 4, 2002
- Sahameh Shafiee, Saeid Minaei, Nasrollah Moghaddam-Charkari, Mohsen Barzegar, Honey characterization using computer vision system and artificial neural networks, *Food Chemistry*, Volume 159, 15 September 2014, Pages 143-150
- Saucedo Oroscó Izcoatl. Tesis de Maestría. APLICACIONES POLARIMÉTRICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ADULTERACIONES EN LA MIEL DE ABEJA Centro de Investigaciones en Óptica Instituto
- Somerville. W. R. C, Le Ru. E. C. Northcote. P. T, and Etchegoin. P. G. High performance Raman spectroscopy with simple optical components *American Journal of Physics* 78, 671 (2010).
- Strehle M. A. et al., 2003. Raman Spectroscopic Study of Spatial Distribution of Propolis in Comb of *Apis mellifera carnica* (Pollm.). *Biopolymers (Biospectroscopy)*, Vol. 72, 217-224 (2003)
- Surojit and Li, Mau-Shiun and Kumar Roy, Pradip and Wu, C. T. "Non-enzymatic glucose sensing by enhanced Raman spectroscopy on flexible CVD graphene", *Analyst*, 2015, Volume 140, issue 12, pages 3935-3941.

# Impacto de la Gestión Integral de Residuos Peligrosos en el Tecnológico Nacional de México Campus La Laguna

M.I.I. Olympia Selene Franco García<sup>1</sup>, Dra. Martha Alicia Lira Sifuentes<sup>2</sup>,  
M.I.I. Ana Cristina de Los Santos Charles<sup>3</sup>, Ing. Palmira García Domínguez<sup>4</sup>, Jesús Enrique Morales López<sup>5</sup>

**Resumen**— El TecNM Campus La Laguna, es una Institución Tecnológica Superior de vanguardia, el cual se encuentra preocupado por el cuidado del medio ambiente, es por ello que ha implementado la Gestión Integral de Residuos Peligrosos desde el año 2013. Considerando los datos recabados por medio de información documentada, se conoce que se han dado disposición final a más de 8 toneladas de Residuos Peligrosos, incluyendo Residuos Biológicos Infecciosos, lo cual ha apoyado en el logro de las certificaciones como la ISO 14001:2015, además ha permitido una mejor cultura ecológica en alumnos y personal que trabajan directamente con la generación de RP en la Institución. Se concluye que, al desarrollar un sistema de Gestión Integral de Residuos Peligrosos, impacta favorablemente a la Institución conllevando logros como las certificaciones de Normas Internacionales, cumplimiento de requisitos legales y lo más importante el cuidado al medio ambiente.

**Palabras clave**— *Impacto, Gestión, Residuos Peligrosos, Requisitos legales.*

## Introducción

Los Residuos Peligrosos (RP) son aquellos desechos que de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005, en el punto 7, presentan características CRETIB, los cuales pueden generar un daño al medio ambiente o a la salud (Diario Oficial de la Federación, 2005)

Es de suma importancia considerar que todo generador de residuos peligrosos se encuentra obligado a cumplir con una serie de requisitos legales, caso contrario serán acreedores a multas y/o sanciones que la LGPGIR en el Capítulo III (Diario Oficial de la Federación, 2015). Entre los requisitos legales a cumplir se puede mencionar: darse de alta como generadores de RP ante SEMARNAT, conocer el tipo de generador al que se pertenece, contar con un almacén temporal de residuos en el cual no se debe exceder por más de seis meses el resguardo de los mismos, contar con correcto etiquetado y clasificación durante su almacenaje, solicitar el transporte de los mismos por una empresa que cuente con las autorizaciones pertinentes, entrega de manifiesto de disposición de RP y dar trazabilidad de la destrucción y/o resguardo final de los desechos peligrosos.

El siguiente artículo trata de la importancia de mantener un sistema de Gestión de Residuos Peligrosos dentro del Tecnológico Nacional de México campus La Laguna.

## Descripción del Método

### Contenido

El Tecnológico Nacional de México Campus La Laguna, es una Institución educativa que cuenta con más de 50 años de antigüedad, en sus comienzos la Institución contaba con una pequeña infraestructura, sin embargo, con el paso del tiempo, al abrirse las diferentes carreras que hasta la actualidad se ofrecen y debido a la alta demanda se tuvo la necesidad de extender la infraestructura e implementar prácticas de laboratorios para las diferentes carreras.

En el año 2010 se busca obtener la certificación de la institución en las norma ISO 14001:2004, para lograr la certificación en el sistema de gestión ambiental se realizó un estudio cumpliendo con lo estipulado en la norma ISO 14001:2015 “... la organización debe determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede influir y sus impactos ambientales asociados...” (IMNC, 2015) analizando cada área o proceso y evaluando según la matriz de Leopold que aspectos ambientales resultarían significativos de tal manera que se generen objetivos ambientales y acciones que conlleven al cuidado del medio ambiente y de la sociedad. En esta primera evaluación los RP no resultaron significativos, sin embargo, se observó que cuenta con requisitos legales a cumplir, por lo cual se

<sup>1</sup> La M.I.I. Olympia Selene Franco García es Coordinadora del SGA y Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [osfrancog@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:osfrancog@correo.itlalaguna.edu.mx) (autora corresponsal).

<sup>2</sup> La Dra. Martha Alicia Lira Sifuentes es Coordinadora del SGE y Docente de tiempo completo adscrita al Dpto. de Económico-Administrativa en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [maliras@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:maliras@correo.itlalaguna.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.I.I. Ana Cristina de Los Santos Charles es Jefa de los Laboratorios de Análisis e Inorgánica y técnico docente de tiempo completo adscrita al Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [acdelossantos@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:acdelossantos@correo.itlalaguna.edu.mx)

<sup>4</sup> La Ing. Palmira García Domínguez es jefa de Proyectos de Docencia y Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [hon.pgarciad@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:hon.pgarciad@correo.itlalaguna.edu.mx)

<sup>5</sup> El M.S.C Jesús Enrique Morales López es docente del área de Sistemas y computación del Instituto Tecnológico De La Laguna, en Torreón, Coahuila, México [jemoralesl@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:jemoralesl@correo.itlalaguna.edu.mx).

optó por implementar el sistema de gestión integral de residuos peligrosos dentro del plantel, además y según la historia del Tecnológico de La Laguna, el control en el manejo o disposición de reactivos, los desechos líquidos de prácticas de laboratorios de Ingeniería Química no tenían una disposición final adecuada.

En el año 2013 se comienza la implementación del sistema de gestión integral de RP, como área pionera química-Bioquímica en conjunto con el Dpto. De Mejora continua de la Institución, buscaron cumplir con el cuidado en el medio ambiente en materia de RP, en este año se logró disponer adecuadamente 1.2 toneladas de RP.

Durante este lapso se llevaron a cabo diagnósticos y estudios de las partes interesadas y se consideró pertinente cumplir primeramente con los requisitos legales, en segundo lugar, con el cuidado con el medio ambiente y en tercer lugar con la acreditación y certificación en las distintas organizaciones.

En el año 2015 el TecNM campus La Laguna logra certificarse con el apoyo de la gestión de RP en la ISO14001:2015, donde la ISO 14001 es una Norma Internacional cuyo objetivo es la Gestión Ambiental del plantel. Hasta la fecha se ha logrado recertificar y se espera seguir cumpliendo con tan noble misión.

Al implementar el Sistema de gestión de RP, se ha permitido dar disposición final a un total de 7.735 ton de RP, donde en la Tabla I, se muestra la cantidad de RP dispuestos por año:

TABLA I. Cantidad de RP dispuestos en el TecNM campus La Laguna por año  
Fuente: elaboración propia

Año	Cantidad Aprox. Ton
2013	1.19
2014	0.283
2015	0.607
2016	1.18
2017	0.807
2018	1.08
2019	1.71
2020	0.864
2021	0.277
2022	1.073

Como se puede visualizar en la Tabla I, el comportamiento de la disposición de RP no es constante, pero esto se debe diferentes factores tales como:

1. Al inicio de la Gestión de Residuos, se dieron disposición a varias sustancias químicas caducas de los laboratorios, los cuales ya no se cuentan dentro de la Institución.
2. A la falta de cultura Ambiental en el personal Docente y alumnos adscritos, los cuales se fue solventando, dando capacitación y realizando una correcta difusión interna de la gestión.
3. Al contar con la cultura ecológica, se comenzó a estabilizar la generación de RP, sin embargo, hubo remodelaciones en algunos laboratorios, los cuales generaron un aumento en la generación de RP.
4. Para el año 2020 se reduce como consecuencia de la Pandemia por el COVID-19.
5. Ahora ya se cuenta con clases 100% presenciales, lo cual significa que la generación de RP vuelve a la “normalidad”.

Entre los principales RP que se disponen en la Institución figuran los que en la Tabla II se mencionan:

TABLA II. PRINCIPALES RP GENERADOS EN LA INSTITUCIÓN  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Residuo	Cantidad total generada Aprox. Kg Hasta el año 2020
Lámparas Fluorescentes de desecho	813.61
Aceite soluble en agua	1,730
Envases vacíos contaminados	273
Biológicos- Infecciosos	252.45
Residuos químicos varios	4,000.29

Considerando los datos señalados, se puede observar que los RP que se generan mayor mente son los residuos químicos, los cuales son provenientes de las distintas prácticas de laboratorio, sin embargo, se le da una correcta disposición a cada uno de ellos.

Es prescindible mencionar que se han comenzado a llevar a cabo acciones que permiten minimizar la generación de RP, usando diferentes metodologías, tales como; Neutralización, Separación Física-Química (Destilación), retroalimentación, entre otras más.

#### Requisitos legales

En materia de requisitos legales, los puntos en el que el TecNM campus la Laguna ha cumplido son los siguientes:

- Darse de alta como generadores de RP ante SEMARNAT.
- Listar los RP que se generan anualmente y conocer el tipo de generador al que pertenece, como se puede apreciar en la Tabla I, la cantidad máxima de RP dispuestos según el año es de aproximadamente 1.2 Ton, lo cual significa que ante SEMARNAT son considerados como *Pequeños Generadores*.  
*Nota.* - Según SEMARNAT y la LGPGIR los generadores de RP se pueden clasificar en tres; Micro generador, aquellos que generan como máximo 400 kg de RP, Pequeños generadores, generan más de 400 kg a 10 Ton de RP y Grandes Generadores, aquellos que generan más de 10 Ton de RP.
- Contar con un almacén temporal de RP en el interior de las Instalaciones de acuerdo con el Reglamento de la LGPGIR en el artículo 82.
- Contratación de Transportistas que cuenten con los permisos actualizados ante SEMARNAT y SCT.
- Los RP deben ser confinados en lugares autorizados ante SEMARNAT y se cuenta con los documentos que avalan esta etapa de la gestión.

Entre otros requisitos.

#### Comentarios Finales

##### Impacto de las acciones implementadas

Es importante mencionar que en la institución cuenta con la carrera de ingeniería química con especialidad en ambiental y en los programas de asignatura se desarrollan temas relacionados con el cuidado del medio ambiente, es importante que la comunidad estudiantil participe en las buenas prácticas relacionadas con el manejo de residuos peligrosos, para que no sólo aprendan teoría, sino también vivan la experiencia institucional del respeto y cuidado del medio ambiente.

El hecho de cumplir con los requisitos legales en materia de manejo de residuos peligrosos disminuye la posibilidad de ser acreedores a multas y sanciones. La institución reafirma el compromiso ambiental y predica con el ejemplo, llevando a cabo buenas prácticas que conllevan a la gestión institucional de residuos peligrosos.

##### Conclusión

En base a lo mencionado en el artículo, resulta pertinente mantener el sistema de Gestión Integral de Residuos peligrosos dentro de la Institución, debido a que se cumplen con los siguientes puntos; se reduce el impacto negativo al medio ambiente, puesto que se dispone de manera correcta los Residuos Peligrosos generados dentro de la Institución, es decir se da adecuada disposición final, por consiguiente, el riesgo a la salud disminuye, se cumple con los requisitos legales en materia de Residuos peligrosos y medio ambiente y además permite el logro de certificaciones

o acreditaciones, mismo que realza el prestigio de la Institución, como es el caso de la Certificación en la ISO 14001:2015.

#### *Abreviaturas y Acrónimos.*

- RP. - Residuo Peligroso.
- CRETIB.- Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico-Infecioso.
- TecNM.- Tecnológico Nacional de México.
- NOM.- Norma Mexicana.
- SEMARNAT.- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SCT.- Secretaria de Comunicación y Transporte.
- LGPGIR.- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- ISO.- Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization).

#### **Referencias**

- Diario Oficial de la Federación. (2005). *NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Ciudad de México. Obtenido de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Ciudad de México.
- Federación, D. O. (2005). *DOF*. Obtenido de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- IMNC. (2015). *NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Ciudad de México.

#### **Notas Biográficas**

La **M.I.I. Olympia Selene Franco García** es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de La Laguna en 2011, Maestra en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 2013. Actualmente es docente en el Departamento de Química-Bioquímica y Coordinadora del Sistema de Gestión Ambiental en el Instituto Tecnológico de la Laguna, sus áreas de interés incluyen los sistemas de gestión ambiental y calidad, en base a las normas ISO 14001 y 9001 respectivamente.

La **Dra. Martha Alicia Lira Sifuentes** es Ingeniera industrial por la Universidad Iberoamericana Torreón en 2006, Maestra en ingeniería industrial por el Instituto Tecnológico de La Laguna en el año 2012. Doctora en Administración y Alta dirección por la Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Contaduría y Administración en 2021. Actualmente es docente de tiempo completo en el departamento de Ciencias Económico-Administrativas en el Instituto Tecnológico de La Laguna, sus áreas de interés incluyen los sistemas de gestión ambiental y de energía, en base a las normas ISO 14001 e ISO 50001 respectivamente.

La **M.I.I. Ana Cristina de los Santos Charles** es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de La Laguna en 2008, Maestra en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 2019. Actualmente es técnico docente de tiempo completo y jefa de los laboratorios de análisis e inorgánica en el Departamento de Química-Bioquímica, su área de interés abarca el sistema de gestión ambiental en base a la norma de la ISO 14001.

La **Ing. Palmira García Domínguez**, es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de La Laguna en, actualmente es docente y jefa de proyectos de docencia en el Departamento de Química-Bioquímica del Instituto Tecnológico de La Laguna, sus áreas de interés son los sistemas de gestión ambiental y calidad, en base a las normas ISO 14001 y 9001 respectivamente.

El **M.S.C. Jesús Enrique Morales López** es Ingeniero Industrial en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Durango, con maestría en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de la Laguna, actualmente es docente del área de Sistemas y computación del Instituto Tecnológico de La Laguna.

# Centro de Acopio de Materiales Reciclables y Acciones Ambientales CAITL

M.I.I. Olympia Selene Franco García<sup>1</sup>, Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas<sup>2</sup>,  
Ing. Alejandro Romero Barrientos<sup>3</sup> y MIAC. Sagrario Fraire López<sup>4</sup>

**Resumen**— El CAITL nace de la preocupación por cuidar el medio ambiente dentro y fuera de la Institución. El TecNM Campus La Laguna cuenta con la carrera de Ingeniería Química, una de sus especialidades es la de Ingeniería Ambiental, en esta especialidad, una de las materias que se imparten es “Gestión de Residuos Sólidos”, y en esta se decidió proponer una solución al manejo de residuos urbanos en el ITL. Considerando los datos recabados por medio de información documentada, se han acopiado más 60 toneladas de Residuos Sólidos Urbanos; 2,000 pz. de toners y cartuchos hp y 1514 kg de Pilas, estos dos últimos enviados para disposición final. El CAITL ha sido fundamental para lograr y mantener la certificación ISO 14001:2015, además ha permitido una mejor cultura ecológica en alumnos y personal adscrito al plantel.

**Palabras clave**— *Impacto, Gestión, Residuos Urbanos, Medio Ambiente.*

## Introducción

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), los residuos son aquellos “materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven” (Diario Oficial de la Federación, 2015), estos a su vez se clasifican en Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos (Diario Oficial de la Federación, 2015)

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se subdividen en reciclables y no reciclables, entre los ejemplos más comunes de residuos reciclables que se puede mencionar son el papel, cartón, plásticos, etc.

El ITL es una Institución educativa la cual cuenta con aproximadamente 5,600 alumnos y más de 500 trabajadores, los cuales día con día generan Residuos Sólidos Urbanos durante su estancia en el plantel. Con un estudio preliminar se determinó que las áreas que generan la mayor cantidad de RSU son: Cafetería-Comedor, pasillos, oficinas y talleres-laboratorios, y las áreas de oportunidad observadas son: oficinas, talleres y laboratorios, por lo cual se optó por implementar un proyecto que pudiera ayudar a reducir la generación de RSU y se creó el CAITL (Centro de acopio de materiales reciclables).

El siguiente artículo aborda la trayectoria que cuenta el CAITL en la Institución, que objetivos ha logrado cumplir y que resultados ha obtenido.

## Descripción del Método

### Antecedentes

El Tecnológico Nacional de México campus La Laguna cuenta con poco más de 17 hectáreas, 43 edificios y con más de 6,000 gentes, entre estudiantes y personal adscrito a la Institución. En su estancia dentro del plantel cada uno de ellos generan residuos sólidos urbanos, aproximadamente 1.3 kg per cápita.

Una de las carreras que se ofrece en la Institución es Química-Bioquímica, en la cual se imparte la materia de Gestión de Residuos. En esta asignatura se busca generar concientización ecológica. En el año 1999, surgió la necesidad de apoyar a la Institución con el desarrollo e implementación de un proyecto que minimizara la cantidad de residuos urbanos que se destinaban al relleno sanitario municipal y aprovechar los beneficios que la gestión de residuos puede tener. En un estudio preliminar, se determinó que las principales áreas generadoras de residuos urbanos son: Comedor, cafetería, pasillos, talleres y oficinas. Tampoco se hacía la separación de los materiales reciclables. También se encontró que los residuos que más se generaban en las áreas mencionadas eran: Papel

<sup>1</sup> La M.I.I. Olympia Selene Franco García es Coordinadora del SGA y Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [osfrancog@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:osfrancog@correo.itlalaguna.edu.mx) (autora corresponsal) .

<sup>2</sup> El Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas es Jefe de proyectos de investigación y Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [hamorenoc@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:hamorenoc@correo.itlalaguna.edu.mx)

<sup>3</sup> El Ing. Alejandro Romero Barrientos es Jefe del Laboratorio de Ingeniería Química y Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [aromerob@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:aromerob@correo.itlalaguna.edu.mx)

<sup>4</sup> La MIAC Sagrario Fraire López es Jefa de proyectos de vinculación Docente del Dpto. de Química-Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México campus La Laguna, Coahuila. [hon.sfrairel@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:hon.sfrairel@correo.itlalaguna.edu.mx)

archivo, papel periódico, cartón y plásticos.

Considerando lo anterior se creó el CAITL (Centro de acopio de materiales reciclables del ITL) en el año 2000, lo iniciaron el Dr. Héctor A. Moreno Casillas y alumnas de residencia profesional. Se buscaron patrocinadores para el CAITL, la empresa Met-Mex Peñoles donó 3 contenedores (**Figura 1**), con recursos propios se adquirieron contenedores de plástico para instalar en oficinas, talleres y laboratorios, y la dirección del plantel aportó un triciclo para los recorridos a través del campus



**Figura 1.** Revista COMUNICA-TEC 2001, donación de los 3 contenedores.

El proyecto arrancó colocando contenedores de plástico en las diferentes áreas de mayor generación, seguido de la concientización y capacitación del personal sobre la manera de trabajar con el proyecto y apoyándose con alumnos de servicio social, los cuales también son los encargados de recolectar los residuos generados de cada área con ayuda del triciclo de carga para su transporte interno (**Figura 2**).



**Figura 2.** Alumnas y alumnos acopiando material reciclable.

Se cuenta con el apoyo del Dpto. de Recursos Materiales del plantel para llevar a la venta, los distintos residuos acopiados (**Figura 3**). Esto se lleva a cabo al final de cada semestre o cada que la capacidad de los contenedores llega a su nivel máximo de almacenamiento. En un inicio se entregaba al ITL los recursos obtenidos y después se han utilizado para solventar la compra de materiales, refacciones y equipo para los laboratorios de Análisis e Ingeniería Química, así como para financiar proyectos de investigación del área.

El proyecto ha generado concientización en alumnos y personal del ITL y del ITT, además de que empresas como ADM, CFE, REGIONARMOL y Escuelas como el colegio Cervantes Torreón han colaborado con material acopiado en sus instalaciones para el CAITL.



**Figura 3.** Disposición de los residuos acopiados.

En el 2011 se implementa el sistema de recolección de PET, el cual ha formado parte importante en el ITL, donde ha colaborado en eventos como: “Semana de Ingeniería”, el “XIX Encuentro Nacional de Bandas de Guerra y escoltas, el “Evento Pre nacional Deportivo 2013”, la 1ª Jornada Estudiantil del Medio ambiente” y Foros Académicos.

Las pilas contaminan el medio ambiente debido a sus componentes químicos, por lo cual se optó por recolectar este material dentro del mismo proyecto. Las pilas acopiadas se cuantifican y se trasladan a la empresa Met-Mex Peñoles para su tratamiento y disposición (**Figura 4**).



**Figura 4.** Entrega de pilas a Met-Mex Peñoles.

En el año 2015 se considera la pertinencia de recolectar y acopiar tóner y cartuchos, esto debido a que la mayoría de los suministros adquiridos son de la marca hp y Samsung, se conoce que hp es una empresa socialmente responsable, mismo que cuenta con el programa denominado “hp planet partner México”, el cual consta de regresa a la empresa de manera gratuita todos los tóner y cartuchos usados con el fin de tratarlos y reutilizar el material reciclable. Se consideró pertinente la participación en el programa y se añadió a la recolección de residuos en el ITL (**Figura 5**).

El proyecto es un éxito, y actualmente sigue en operación bajo la dirección del Ing. Alejandro Romero y la MIAC. Sagrario Fraire.



Figura 5. Constancia de participación en el programa HP Partner Planet México.

### Comentarios Finales

#### Resultados

Hasta el momento se han acopiado más de 60 toneladas de material reciclable, siendo el papel archivo el residuo que más se recolecta con 44 toneladas, seguido del cartón con 7.5 toneladas, enseguida el papel periódico con 4.3 toneladas, el PET en cuarto lugar con 1.6 toneladas y las pilas con 1.5 toneladas.

Con respecto a la cantidad recuperada tóner y cartuchos, Se han entregado para la correcta disposición final, 318 pz de cartuchos y 1699 pz de tóner.

El CAITL genera espacios para Servicio Social, hasta el momento más de 150 alumnos se han visto beneficiados con este proyecto.

#### Conclusiones

El CAITL es un proyecto sostenible, puesto que apoya al cuidado del medio ambiente al no disponer mayor cantidad de residuos urbanos en rellenos sanitarios, genera concientización ecológica en los miembros del plantel y a sus alrededores, además de ser un proyecto redituable económicamente al generar aportaciones benéficas al ITL. Es menester recalcar que ha sido parte importante en la obtención de la certificación de la ISO 14001:2015 e incluso se está participando, en el concurso de SEMARNAT Coahuila, “Reconocimiento a Escuelas con trayectoria ambiental 2022”.

#### Referencias bibliográficas

Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Ciudad de México.  
Diario Oficial de la Federación. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Ciudad de México.

### Notas Biográficas

La **M.II. Olympia Selene Franco García** es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de La Laguna en 2011, Maestra en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 2013. Actualmente es docente en el Departamento de Química-Bioquímica y Coordinadora del Sistema de Gestión Ambiental en el Instituto Tecnológico de la Laguna, sus áreas de interés incluyen los sistemas de gestión ambiental y calidad, en base a las normas ISO 14001 y 9001 respectivamente.

El **Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas** es Ingeniero Industrial Químico por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 1977, Maestro en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 1999, Doctor en Ingeniería en la Lamar University USA, actualmente es docente de tiempo completo y jefe de proyectos de investigación en el Departamento de Química-Bioquímica en el Instituto Tecnológico de la Laguna, sus áreas de interés son los sistemas de gestión de calidad y ambiental en base a las normas ISO 9001 y 14001 respectivamente.

El **Ing. Alejandro Romero Barrientos** es Ingeniero Químico por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 2010, actualmente es técnico docente y jefe del laboratorio de Ingeniería Química en el Departamento de Química-Bioquímica en el Instituto Tecnológico de la Laguna. Su área de interés abarca el sistema de gestión ambiental en base a la norma ISO 14001.

La **MIAC. Sagrario Fraire López** es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de la Laguna en el año 2013, Maestra en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad de la Salle Campus Laguna en el año 2017, actualmente es docente, jefa de proyectos de vinculación y coordinadora del CAITL en el Departamento de Química-Bioquímica. Su área de interés abarca el sistema de gestión ambiental en base a la norma ISO 14001.

# Geometría Fractal en la Prevención, Diagnóstico e Intervención de Cáncer de Mama mediante la Delimitación de Área

Galicia Cervantes Mario<sup>1</sup>, Huerta Robles Ricardo<sup>2</sup>

**Resumen**— Con la geometría fractal es posible describir matemáticamente objetos que hasta entonces se consideraban demasiado complejos, como nubes, la superficie de ciertos materiales y las señales funcionales de un electrocardiograma; o simplemente caóticos, como el movimiento browniano.

Además, la geometría fractal ha favorecido el escalado de geometrías y propiedades desde niveles atómicos o desde dimensiones espaciales hasta las escalas macroscópicas en que nuestros sentidos son capaces de captar.

Los objetos no fractales llevan asociada a su estructura una dimensión euclidiana que viene dada por un número natural.

**Palabras clave**— Fractal, dimensión, geometría, delimitación, estructura.

## Introducción

La publicación del artículo “¿How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension” en 1967 supuso un hito trascendental en el mundo científico, concretamente de las matemáticas, con una influencia que se ha extendido a todos los campos de la experiencia humana. En dicho artículo, el autor, Benoit Mandelbrot, introduce el concepto de geometría fractal. Hasta ese momento, la geometría clásica se mostraba incapaz de describir objetos naturales rugosos o fragmentados, como el contorno accidentado del litoral (Figura 1).

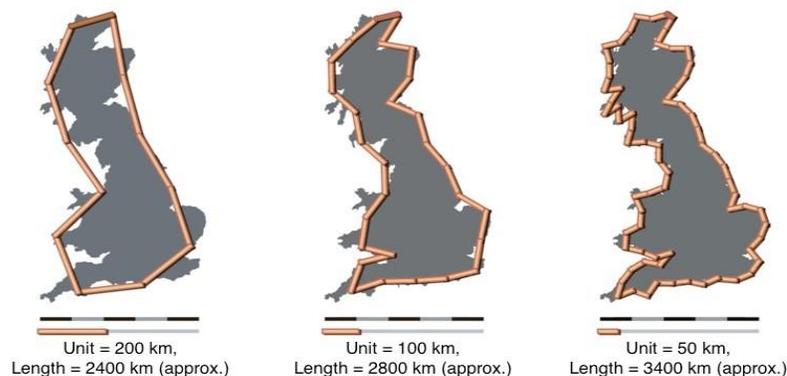


Figura 1.

La aparición de la geometría fractal va a permitir el estudio de objetos fragmentados que presentan invarianza respecto al cambio de escala. Desde ese momento, es posible describir matemáticamente objetos que hasta entonces se consideraban demasiado complejos, como nubes, la superficie de ciertos materiales y las señales funcionales de un electrocardiograma; o simplemente caóticos, como el movimiento browniano. Además, la geometría fractal ha favorecido el escalado de geometrías y propiedades desde niveles atómicos o desde dimensiones espaciales hasta las escalas macroscópicas en que nuestros sentidos son capaces de captar.

La geometría fractal se basa en la idea de que los objetos fractales tienen estructuras similares a escala diferente. Esto significa que, a diferentes niveles de ampliación, la estructura fractal de un objeto se ve idéntica. La geometría fractal se utiliza en la medicina para describir la estructura de los tumores y compararla con la estructura normal del tejido circundante. La delimitación precisa del tumor se logra mediante la identificación de la diferencia en la estructura fractal entre el tumor y el tejido circundante normal. Por ejemplo, se puede utilizar para analizar imágenes médicas y determinar la forma y tamaño de las lesiones cancerosas, también se ha utilizado para modelar la angiogénesis, que es la formación de nuevos vasos sanguíneos que alimentan el crecimiento del tumor.

## Descripción del Método

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

Los fractales naturales no contienen copias similares a sí mismos. ¿Como podemos medir su dimensión si no hay aparentemente un factor de escala? Motivados por nuestras observaciones Euclidianas, se traza sobre un fractal plano una malla formada por cuadrados de tamaño  $r$  para seguidamente contar cuantos de estos cuadrados son necesarios para cubrir el fractal estudiado. Se denota  $N(r)$  a dicho número de cuadrados, que evidentemente depende del tamaño  $r$ . A continuación, se reitera el proceso con una malla cada vez más fina, es decir, con cuadrados cuyo lado  $r$  sea cada vez más pequeño. Figura 2.

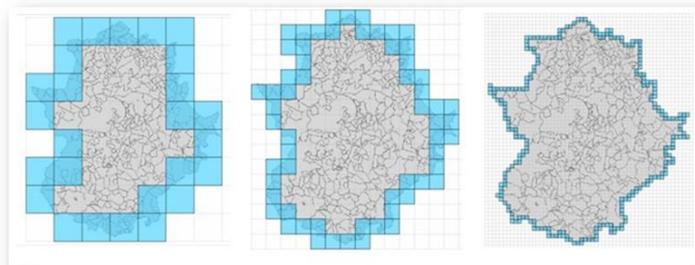


Figura 2.

La dimensión fractal se obtiene entonces:

$$d = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log N(r)}{\log \left(\frac{1}{r}\right)}$$

Ahora bien, como en la práctica es imposible realizar ese cálculo, se debe recurrir a aproximarlos de la mejor manera posible. Para ello, se actúa de la siguiente manera: Tras realizar varias mediciones con mallas tan estrechas como sea posible, se representa en una gráfica de ejes coordenados, la pendiente de la recta resultante al representar los puntos define la Dimensión Fractal.

Un tumor cancerígeno es una masa anormal de tejido que crece de manera descontrolada y puede invadir y dañar tejidos circundantes. La delimitación precisa del tumor es crucial para planificar un tratamiento adecuado y evaluar su efectividad. La geometría fractal permite la delimitación precisa de los tumores, ya que la estructura de los tumores es fractal y la geometría fractal puede representar estructuras complejas en términos matemáticos.

Además, la geometría fractal también se utiliza para evaluar la progresión del cáncer. La estructura fractal del tumor puede cambiar con el tiempo y, por lo tanto, el análisis fractal permite la monitorización de la progresión del cáncer y la evaluación de la efectividad del tratamiento.

Una mamografía es una prueba de imagen que se utiliza para detectar cambios o anomalías en las mamas. Durante una mamografía, se toman imágenes detalladas de las mamas y se registran los siguientes datos:

#### Edad

Antecedentes familiares de cáncer de mama

Antecedentes personales de cáncer de mama o lesiones mamarias

Fecha de la última mamografía

Síntomas actuales, si los hay (dolor, bulto, etc.)

Resultados de cualquier biopsia previa

Uso de hormonas y anticonceptivos orales

Estos datos son importantes para ayudar a determinar si es necesario realizar más pruebas y para ayudar a establecer un plan de tratamiento si se detecta algún problema.

<sup>1</sup> Alumno Mario Galicia Cervantes del Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla.

<sup>2</sup> Alumno Ricardo Huerta Robles del Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla

### *Referencias bibliográficas*

1. Mandelbrot, B The fractal geometry of nature., 4th; New York: W.H. Freeman, 1983.

2. Mandelbrot, B. Science 1967, 156, 636 -638.
3. Braum, E Caos, fractales y cosas raras., 1a; México: SEP, 2003.
4. Strobl, W Diccionarios Rioduero., 2a; España: Rioduero, 1977.
5. P Millado, M. I. ICT-UNPA 2017, 169, 134 -149.
6. Parrot, J.-F. Fractal Researches on Geosciences Version 2., 2a; UNAM, 2013.

### *Resumen de resultados*

En resumen, delimitar el área de un tumor es fundamental para el diagnóstico preciso, la evaluación de la respuesta al tratamiento, la planeación de la cirugía y la evaluación de la progresión del tumor. La geometría fractal puede ser una herramienta valiosa en este proceso al proporcionar una descripción precisa y eficiente de la forma y complejidad del área del tumor.

### *Conclusiones*

Además, la geometría fractal se puede utilizar para evaluar la respuesta del tumor a los tratamientos, ya que los cambios en la forma y tamaño de la lesión pueden ser indicativos de la efectividad de la terapia. También se ha demostrado que la geometría fractal puede ser útil en la planificación de la radioterapia, ya que permite una mejor estimación de la dosis necesaria para alcanzar un control terapéutico adecuado del tumor.

La geometría fractal es una herramienta valiosa para la delimitación precisa de tumores cancerígenos y la evaluación de su progresión. La capacidad de la geometría fractal para describir y comparar la estructura compleja de los tumores con la del tejido circundante normal es esencial para un diagnóstico preciso y un tratamiento efectivo del cáncer.

### *Recomendaciones*

Nosotros como autores buscamos generar un precedente de la importancia de la aplicación de geometría fractal en la cual buscamos llamar el interés de la población, además de contribuir con el avance científico para el beneficio de las futuras generaciones. Marcando antecedentes para propiciar la investigación, recomendando partir de las necesidades de los estudios médicos puesto que es necesario la complementación y el seguimiento exhaustivo, al igual que enfocarse en las aplicaciones diversas de la geometría fractal.

### **Referencias**

- Mandelbrot, B The fractal geometry of nature., 4th; New York: W.H. Freeman, 1983.
2. Mandelbrot, B. Science 1967, 156, 636 -638.
  3. Braum, E Caos, fractales y cosas raras., 1a; México: SEP, 2003.
  4. Strobl, W Diccionarios Rioduero., 2a; España: Rioduero, 1977.
  5. P Millado, M. I. ICT-UNPA 2017, 169, 134 -149.
  6. Parrot, J.-F. Fractal Researches on Geosciences Version 2., 2a; UNAM, 2013.

### **Notas Biográficas**

El **Dr. Ramón Sorín** es Vicerrector Académico del Instituto de Estudios Avanzados de Asturias, en Gijón. España. El Dr. tiene maestría y doctorado en finanzas de la Universidad Calixta, Guanajuato, México. Sorín es el autor de 23 artículos y nueve libros.

El estudiante Mario Galicia Cervantes es alumno del Instituto Tecnológico de Puebla, en Puebla, México.

El estudiante Ricardo Huerta es alumno del Instituto Tecnológico de Puebla, en Puebla, México.

### **Apéndice**

#### Cuestionario utilizado en la investigación

Para llevar a cabo la investigación se hizo uso de un cuestionario para ayudar a obtener respuestas en base a la hipótesis

1. ¿Qué es un fractal?
2. ¿Tienen los fractales aplicación en otras áreas relevantes del conocimiento y desarrollo humano, o se restringen al área de las matemáticas y elementos puramente abstractos?
3. ¿Qué características tienen los fractales?
4. ¿Cómo se identifica un fractal?
5. ¿Por qué pueden ser útiles los fractales?
6. ¿Cuántos casos de cáncer de mama afectan al año?

7. ¿Por qué la delimitación de áreas cancerígenas es importante ?
8. ¿Por qué se requiere de aportaciones de distintas ramas de la ciencia para disminuir afectaciones de cáncer?
9. ¿Cuáles son los beneficios de saber cómo atacar al cáncer ?

# El Liderazgo Generacional y su Influencia en los Talleres Artesanales de Figuras de Yeso de la Región Santiago Acatlán, Tepeaca, Puebla

Lic. Karen Itzel Galicia Sánchez<sup>1</sup> y Dr. Ramón Sebastián Acle Mena<sup>2</sup>

**Resumen**— Hoy en día se presenta un elevado número de empresas con características familiares en todo el mundo que originan trabajos, bienes y servicios, esto debido al espíritu emprendedor y esfuerzo de obtener una empresa propia. La mayoría de las veces los dueños suelen ser los administradores de su propio negocio ya sea que cuenten o no con las habilidades para administrarla eficientemente. Es muy frecuente observar que son los descendientes directos quienes asumen las funciones directivas, surgiendo conflictos de intereses y de roles a causa de la familiaridad. El objetivo de la investigación es: Determinar la influencia del liderazgo generacional en los talleres artesanales de figuras de yeso de la región Santiago Acatlán, Tepeaca Puebla. El diseño metodológico propuesto se refiere a una revisión documental y a una aplicación con un estudio de campo, logrando que se pueda aplicar un modelo que logre determinar la correlación entre la variable liderazgo generacional y talleres artesanales. Así mismo se utilizaron de manera teórica y práctica los siguientes conceptos: Liderazgo generacional, talleres artesanales, Santiago Acatlán Tepeaca Puebla. Los resultados reflejan que el objetivo general se cumple ya que el liderazgo generacional influye en los talleres artesanales, respecto a la hipótesis específica de “Indicaciones” se destaca que tiene una correlación de Spearman positiva débil con una significancia de 0.038.

**Palabras clave**— Liderazgo, Talleres artesanales, Santiago Acatlán.

## Introducción

La presente investigación tiene un enfoque con los temas: Liderazgo generacional y talleres artesanales de figuras de yeso dentro del contexto Santiago Acatlán, Tepeaca Puebla cuya interrogante es determinar su relación directa positiva a través de una hipótesis causal. A continuación, se describen una serie de aspectos relevantes encontrados en la literatura revisada.

**Liderazgo**— Este concepto se ha hecho presente a lo largo de la historia humana por grandes representantes que han liderado civilizaciones, sociedades y que han logrado grandes contribuciones comunitarias.

Su inicio surge desde que el ser humano dejó el sedentarismo y empezó creando una estructura de sociedad, donde era necesario un gobierno para sí y para la comunidad. En el siglo 50 a.C. la cultura Sumeria dio catedra de liderazgo en la cual los padres de las iglesias administraban los bienes de la sociedad (Estrada, 2007).

El liderazgo y los líderes constantemente evolucionan, por lo que es importante desarrollar habilidades que cubran sus necesidades de formación, por esta razón investigar y estudiar sobre este tema es indispensable. Para entender mejor este concepto se presentan en los reglones siguientes algunos aportes de sabios y filósofos (Estrada, 2007):

- Confucio en el siglo VI a.C.: Cuaderno que habla sobre gobierno y administración.
- Sun Tzu: El Arte de la Guerra, utilizado a la fecha en la milicia.

De acuerdo con la información sobre antecedentes, las investigaciones del liderazgo se basan en conceptualizar técnicas sobre cómo guiar a la sociedad, así como las enseñanzas de los grandes líderes dando pie a que estos nacían, no se hacían.

A continuación, se mencionan otras definiciones sobre este concepto:

Para (Gómez, 2008) significa obtener de las personas una acción de impulso, que encamine a los demás a la acción, buscando un objetivo y meta en común dentro de un contexto. Así mismo es una capacidad de influenciar a las personas, todo esto gracias a sus habilidades y forma de hacer las cosas, que les permiten ser identificados con sus influenciados (García, 2011). Finalmente, para (Lupano, 2008) el liderazgo es un proceso que depende del criterio de las personas en una percepción en la sociedad y como los demás tienen una idea del líder.

Por tanto, los conceptos fundamentales para definir el liderazgo están dados por tres elementos: Influencia, poder y autoridad. Después de tener presente estos elementos es necesario revisar sus componentes.

De acuerdo con (Koontz, 1987) el concepto de liderazgo se representa por cuatro rubros que deben tener los líderes:

1. La habilidad para utilizar el poder no relacionado con la autoridad.
2. Entender que el liderazgo se aplica a seres humanos que tienen ideas, conceptos y percepciones que cambian

<sup>1</sup> Lic. Karen Itzel Galicia Sánchez, Estudiante de la Maestría en Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [karen.galiciasanchez@viep.com.mx](mailto:karen.galiciasanchez@viep.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Ramón Sebastián Acle Mena, Profesor Investigador de tiempo completo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [raclemx@yahoo.com.mx](mailto:raclemx@yahoo.com.mx)

a lo largo del tiempo y con las situaciones.

3. La habilidad para saber inspirar.
4. La destreza para emanar de forma que se cree un ambiente donde las motivaciones respondan a las necesidades.

A manera de conclusión sobre lo que trata el liderazgo se puede ver que impacta de forma importante en las empresas resaltando el concepto, los tipos que existen y como estos se relacionan con la diversidad de generaciones, para una exitosa sucesión generacional.

**Talleres artesanales**— La organización productiva del artesanado gremial<sup>3</sup>, tenía como supuesto la igualdad jurídica de los agremiados, sólo distingue grados internos basados en el aprendizaje y dominio del oficio. La demostración de la habilidad técnica del artesanado mediante la elaboración de la "obra prima" en un examen de maestría, daba la oportunidad al artesano, de tener el dominio completo de las condiciones de su trabajo.

En este momento el artesano se transformaba en "laborante" u oficial, grado gremial bajo el que tenía derecho a que se le pagara por su trabajo, ya fuera por jornal o por obra, pero sin poder abrir su propio taller, hasta haber presentado su examen de maestría (González, 1979). La división del trabajo en la mayoría de los oficios era elemental y poco desarrollada, por lo general cada artesano elaboraba de principio a fin los artículos artesanales; solo la preparación de la materia prima y su acabado final, llegaban a separarse como distintas etapas del proceso productivo, y esto en forma bastante simple. (Longenecker, 2007) menciona que la educación del artesano está limitada a una enseñanza técnica, tienen experiencia en puestos técnicos, suelen carecer de buenas habilidades de comunicación y capacitación administrativa.

Por otra parte, en la ciudad de México a finales del siglo XVIII y principios del XIX, dos ramas de la manufactura artesanal —la textil y la del cuero—, ejemplifican con claridad esta relación intergremial y la forma en que la segregación étnica que fijaba el estatuto colonial (González, 1979). Salvo casos especiales como el de los maestros zapateros que trataron repetidamente de reducir a los oficiales a trabajar en sus talleres, o el de los maestros curtidores que intentaron forzar a sus oficiales a trabajar en sus talleres a principios del siglo XIX, la mayoría de los maestros funcionaban como patrones que encargaban el trabajo a artesanos que trabajaban en su propia casa. Las posibilidades de cubrir los gastos que representaba el examen de maestría estaban prácticamente cerradas con sólo el salario de oficial.

El oficio artesanal es un trabajo poco valorado económicamente, sin embargo, sus valores y la lealtad hacen de cada taller único. México es un país con una enorme riqueza cultural así mismo se caracteriza por la producción de artesanías a lo largo y ancho del territorio nacional. Los talleres artesanales son símbolo de la riqueza cultural, la producción de sus objetos imprime un sello personal a diferencia de los fabricados en serie (Correa, González , & Garcia, 2015).

En México los talleres artesanales son empresas familiares, su estudio es relevante pues la mayoría están compuestos por miembros de la misma familia (Jaspe, 209), contribuyen al ingreso de los individuos y por su incursión en la comunidad. Estos talleres por su potencial cultural son una alternativa para reducir la pobreza y lograr el desarrollo económico en zonas rurales de los estados, donde existe desempleo y marginación, por ende, se considera necesario estudiar la influencia familiar en los talleres artesanales (Correa, González , & Garcia, 2015), ya que es preocupante observar que las artesanías en México se están perdiendo a medida en que artesanos dejan de producir para buscar un empleo formal o migrar hacia Estados Unidos de América.

Dichos talleres son fortaleza de los lazos familiares, ya que existe una motivación porque es una empresa familiar y algunas empresas utilizan este tema para diferenciarse de la competencia, de acuerdo con (Atl, 1982) en México las artesanías satisfacen vitales necesidades sociales y representan importancia histórica y cultural como unidades de producción familiar que elaboran piezas en su totalidad hechas a mano, tienen características rurales, comportamiento individualista, producen con herramientas simples y trabajo humano (Toledo, 2012).

Aunque no se disponen estadísticas precisas sobre la cantidad de artesanos que existen en la República Mexicana, la (UNESCO, 2004) estimaba que existían 6.8 millones de artesanos de los cuales 2.8 millones trabajan de tiempo completo y 4 millones de tiempo parcial; por su parte (Hernández, Yescas, & Domínguez, 2007) señalan que de la actividad artesanal dependen más de 15 millones de personas. (Burciaga, 2010) escribe que hay alrededor de 6

---

<sup>3</sup> La palabra "gremio" tiene origen en la latinización medieval (gremium) del término neerlandés gilde (corporación de artesanos), que deriva del francés antiguo gelde (tropa), que a su vez se proviene del dialecto "francico" del pueblo Franco de origen germánico (Koch, 2019).

millones de artesanos. Los talleres artesanales no están considerados como una actividad económica capaz de formar parte de los censos económicos nacionales es por lo que no existen estadísticas oficiales (Garza, 2011).

La producción artesanal elabora objetos mediante la transformación de materias primas naturales básicas, a través de procesos de producción no industrial que involucran máquinas y herramientas simples con predominio del trabajo físico y mental (Departamento Nacional de Planificación, 2007). Esta producción utiliza herramientas manuales y trabajadores muy cualificados, quienes deben realizar todas las tareas necesarias para la transformación de las materias primas en productos. Cada una de estas tareas o funciones, generalmente, se corresponde con un determinado oficio. Normalmente esta se adapta a las exigencias de los clientes porque posee una gran flexibilidad para llevar a cabo las operaciones necesarias para la conformación del producto final lo cual es una ventaja en comparación con la producción en serie.

Finalmente se aprecia que los talleres artesanales en México juegan un papel determinante en la economía de una región, por las aportaciones e impacto que tiene para las familias del lugar.

**Santiago Acatlán**—En el estado de Puebla, en el municipio de Tepeaca, se encuentra una región llamada Santiago Acatlán que tiene 2 orígenes, una nace de la raíz náhuatl, donde: *Acatl*: Carrizo y *An*: Lugar o sitio “Cañaveral o Carrizal” y Santiago: en honor al Santo Patrón del Pueblo.

La comunidad de Santiago Acatlán tiene su origen en el año de 1572, según la placa que se encuentra asentada en la iglesia del pueblo, el fraile San Sebastián de Aparicio fue su fundador. El nació en Galicia, España y de niño se contagió de una terrible epidemia, por lo que su madre lo alejó, llevándolo a una cueva; se dice que en dicha cueva una loba se encontraba, la cual lo mordió y al presentar una hemorragia San Sebastián se curó; de ahí su gran amor por los animales e influencia admirable sobre ellos. Se dice que el fraile pasaba a descansar bajo la sombra de un sabino<sup>4</sup> (actualmente la antigua iglesia de Santiago Acatlán) en donde un día sin pensarlo adquirió una hacienda y con las ganancias que le dejaba ayudaba a las familias necesitadas; al parecer dejó en libertad a su único esclavo, al cual lo trataba como a un hijo; y este decidió quedarse con San Sebastián; ahí empieza la fundación del pueblo de Santiago Acatlán, desde entonces cada año se celebra una fiesta en su honor el día 25 de julio (Santiago Acatlán, 2011).

El pueblo de Santiago Acatlán se localiza sobre la carretera federal Puebla-Tehuacán, a la altura del kilómetro 30, después de pasar por la comunidad de San Jerónimo Ocotitlan y antes de llegar a San José Carpinteros. Desde hace más de 40 años esta población tuvo la visión para emprender un desarrollo a partir del trabajo con yeso y resina, dotados de gran habilidad y esperanza. La producción de artesanías con figuras alusivas a la representación del nacimiento del Niño Jesús fue desde entonces un oficio que se ha ido perfeccionando hasta lograr un alto nivel en calidad por el cual sus productos son distribuidos en todo el territorio nacional.

A esta comunidad se le puede describir como generosa ya que se saben organizar para lograr diferentes obras con o sin la ayuda de los gobernantes, puesto que existe la tradición de formar comisiones que recorran el pueblo de casa en casa pidiendo su apoyo económico para las diferentes obras así como para el espectáculo de juegos pirotécnicos en las diferentes fiestas del pueblo. Cabe mencionar que todos los habitantes están en acuerdo con esta forma de proceder, puesto que reconocen que solo así se pueden hacer mejor las cosas.

Cuando se habla de fiesta y tradición Santiago Acatlán es un referente, y para el caso específico se puede nombrar la fiesta de San Judas Tadeo, que tiene lugar el día 28 de octubre de cada año. Esta fiesta es muy relevante para la población debido a que no solo festejan al santo que le tienen devoción, sino que además marca el inicio de la venta de artesanías navideñas la cual representa la derrama económica más grande de los habitantes y familias de la región.

La localidad cuenta con 7,985 habitantes, de los cuales 2,819 (47.10%) son hombres y 3,166 (52.90%) son mujeres, la población mayor de 18 años es de 2,703. Para alojar a sus habitantes Santiago Acatlán cuenta con 990 viviendas, el 1.31% de las cuales están rentadas por sus moradores.

En esta localidad hay 21 personas mayores de 5 años que hablan una lengua indígena, de ellas 18 también dominan el español. El 83.27% de los habitantes mayores de 5 años son católicos, estando casada o unida en pareja el 54.71% de la población mayor de 12 años (Pueblos America, 2020).

---

<sup>4</sup> Sabino: Árbol de hasta 40 m de alto, con tronco sumamente grueso, corteza café grisácea agrietada en tiras largas (Biodiversidad Mexicana, 2021).

Dentro de esta región se pueden enlistar una serie de actividades económicas de las cuales practican sus habitantes, todas ellas con cierta relevancia. A continuación, se presentan dichas actividades: Agricultura, ganadería, industria y comercio, siendo esta última la más representativa para las familias de la población.

Respecto al comercio son las artesanías navideñas la economía principal de la población, año con año los tianguis de la población se instalan para hacer el comercio de sus productos, aunado a ello es importante destacar que comercializan lo que ellos mismos producen, complementando el círculo comercial (materia prima, producción y venta), en los talleres artesanales situados en la región, esta actividad toma importancia ya que es donde se involucran las familias completas.

Estas artesanías son elaboradas con yeso bajo un proceso artesanal y destacan dentro de las figuras más representativas a nivel nacional las religiosas como santos, vírgenes, nacimientos navideños, niños Dios, por otro lado, está la línea decorativa que incluye a figuras y personajes populares en alcancías.

A manera de resumen Santiago Acatlán es una de las colonias más sobresalientes de Tepeaca debido a su actividad económica. Contemplando que en extensión es de las más grandes, sin embargo, su grandeza se refleja en las personas que allí habitan y que por generaciones han preservado el oficio del trabajo en yeso, conservando los talleres artesanales y relacionándolos con sus tradiciones, cultura e identidad propia de su comunidad y con ello generando riqueza cultural y económica como un referente del estado de Puebla.

### Descripción del Método

En cuanto al diseño de la metodología de la investigación, se puede apreciar a través de la siguiente tabla no.1 “Resumen de la metodología”.

Tabla no.1 “Resumen de la metodología”.

Investigación	Cuantitativa, cualitativa, descriptiva, correlacional y transversal.
Métodos	Deductivo, analítico y sintético.
Técnica de investigación	Observación, encuesta y entrevista directa cara a cara.
Instrumento de medición	Uso de cuestionario con 8 preguntas generales y 25 ítems con escala Likert
Unidad de análisis	Micro y pequeñas empresas familiares productoras de artesanías de yeso, ubicadas en Santiago Acatlán Puebla.
La estrategia de aplicación	¿A quién?: A los dueños e integrantes de la familia. ¿Dónde?: En los domicilios seleccionados de los talleres de elaboración de figuras de yeso en el municipio de Santiago Acatlán, Tepeaca Puebla. ¿Cuándo?: En el periodo de otoño 2022.
Población objetivo	Talleres artesanales de yeso familiares.
Tamaño de la muestra	Se utilizará la técnica de muestreo no probabilístico. Con la técnica bola de nieve muestreando a 30 talleres.
Modelo de correlación	Modelo de Liderazgo Generacional en Empresas Familiares (MLGEF)
Pruebas y técnicas utilizadas en el análisis de los datos	Las pruebas estadísticas paramétricas utilizadas son: Coeficiente de correlación de Spearman y coeficiente de Alpha de Cronbach.
Programa estadístico utilizado	SPSS y Excel.

Fuente: Elaboración propia con base al diseño de investigación.

### Comentarios finales

Después de tener la estrategia de investigación se procedió a realizar la parte estadística al correlacionar la variable independiente con la dependiente a través del coeficiente de correlación de Spearman para así mostrar la interpretación de sus resultados por variables, como se puede observar en la tabla no.2. “Correlación de variables independientes”.

Tabla no.2 “Correlación de variables independientes”

Variables independientes	Coefficiente de correlación de Spearman	Interpretación del grado de correlación	Significancia estadística	Coefficiente de determinación
Involucrado	-0.264	Negativa débil	0.042	7%
Experiencia	-0.282	Negativa débil	0.029	8%
Indicaciones	0.269	Positivo débil	0.038	95%

Fuente: Elaboración propia en Excel en base a los resultados.

Se concluye que de acuerdo con la hipótesis planteada inicialmente “El liderazgo generacional influye directamente en los talleres artesanales de figuras de yeso de la región Santiago Acatlán, Tepeaca Puebla” se cumple positivamente en una de sus tres variables llamada “Indicaciones” con un coeficiente de determinación del 95% y una significancia estadística de 0.038.

Dicha variable hace referencia a las habilidades del líder para dar indicaciones, para hacer que los colaboradores trabajen en equipo y tener don de mando. Y de esta forma logrando el objetivo general.

Se recomienda para futuras investigaciones de los interesados continuar con el tema principal de esta investigación en otros talleres de artesanías diferentes, así como en otras localidades.

### Referencias

- Atl, D. (1982). *Las artes populares en México*. México : Antología.
- Burciaga, J. (2010). Zacatecas, memoria sobre el arte popular. *CONACULTA*.
- Correa, L., González, R., & García, B. (2015). ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA FAMILIAR EN LOS TALLERES ARTESANALES DE MÉXICO. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 93-102.
- Departamento Nacional de Planificación. (2007). *Agenda Interna Sectorial. Sector Artesanal. Bogotá*. . Obtenido de [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/AI\\_Documentos/artesanias.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/AI_Documentos/artesanias.pdf)
- Estrada. (2007). Liderazgo a través de la historia. 343-348.
- García, M. (2011). Liderazgo transformacional y la facilitación de la aceptación al cambio organizacional. *Pensamiento Psicológico*, 41-54.
- Garza, M. (2011). Los valores familiares y la empresa familiar en el nordeste de México. *cuadernos de administración*, 42, 315-333.
- Gómez, R. (2008). El liderazgo empresarial para la innovación tecnológica en las micro,pequeñas y medianas empresas. *Pensamiento y Gestión*, 157-194.
- González. (1979). *LOS GREMIOS DE ARTESANOS Y EL RÉGIMEN DE CASTAS*.
- Hernández, J., Yescas, M., & Domínguez, M. (2007). Factores de éxito en los negocios de artesanía en México. *Revista de estudios gerenciales*, 104, 77-99.
- Jaspe, C. (2009). *Diagnóstico regional de artesanías. Zacatecas* .
- Koch, E. (2019). EL CONCEPTO DE GREMIO: DEL FEUDALISMO. *ACTA BIOLÓGICA COLOMBIANA*.
- Koontz, H. D. (1987). *Elementos de la administración*. México.
- Longenecker, J. (2007). *Administración de pequeñas empresas*. México: Mc Graw Hill.
- Lupano, M. &. (2008). Estudios sobre el liderazgo . *Teorías y Evaluación. Psicodebate*, 107-122.
- Pueblos America . (2020). *Santiago Acatlán (Tepeaca, Puebla)*. Obtenido de [https://mexico.pueblosamerica.com/i/santiago-acatlan/#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20Santiago%20Acatl%C3%A1n%20\(Puebla\)%20es%209%2C201%20habitantes](https://mexico.pueblosamerica.com/i/santiago-acatlan/#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20Santiago%20Acatl%C3%A1n%20(Puebla)%20es%209%2C201%20habitantes)
- Santiago Acatlán . (2011). *Santiago Acatlán Tepeaca Puebla* . Obtenido de <https://santiagoacatlan.es.tl/Historia.htm>
- Toledo, A. (2012). La producción y comercialización de los textiles artesanales de Mitla, Oaxaca. *Aquí estamos, revista de exbecarios indígenas*, 16, 20-28.
- UNESCO. (2004). *Índice UNESCO Artesanía-Turismo*. Obtenido de Sección de Arte, Artesanías y Diseño.

# Decolorization and Degradation of Reactive Blue 19 Textile Dye in an Anaerobic-Electrochemical Coupled System

Melissa Gallardo Armenta<sup>1</sup>, Ulises Durán Hinojosa<sup>2</sup>, Adrián Armenta Mora<sup>3</sup>,  
Nancy Velazco Álvarez<sup>4</sup>, Edith Caicedo Daza<sup>5</sup>

**Abstract** —Two laboratory scale bench-top anaerobic-electrochemical coupled reactors were used to compare its ability to eliminate Reactive Blue 19 (RB-19) textile dye. One with the cathodes exposed to air (CAE) and the other did not (CWAE). The effectiveness of the single steps and the overall treatment was evaluated by COD degradation and decolorization. Approximately, CWAE achieved 95% of removal of color, by comparison with CAE which reached just 70%. Despite that, both reactors obtained the same COD removal, achieving an average 93%; and intermediate compounds were unformed during the degradation. Therefore, the applied potentials improve the anthraquinone dye removal efficiency because this system has the ability to degrade aromatic amines and other toxic metabolites. The remarkable decolorization of CWAE reactor showed it has a high potential for the treatment of textile wastewaters.

**Key words** — Anaerobic degradation, Electrolysis oxidation, Hybrid process, Anthraquinone dye, Wastewater Treatment

## Introduction

More than 20% of water pollution is due to the treatment and dyeing of textiles (Kant, 2012). Even with the current technology this has been until now a problem because of two main factors: huge variety of dyes and the heterogeneity of the industry, which are related (Vajnhandl & Valh, 2014). Furthermore, discoloration depends on the type of dye, and these make their treatment difficult and expensive (Costa et al., 2012). The textile manufacturing is a segmented and heterogenous industry conformed mainly by SMEs (Vajnhandl & Valh, 2014). This led the industry to be limited to invest in modern and sophisticated WWTP, so that, most of the factories are focused on biological treatments due to their low cost (Sarkar et al., 2017). The most feasible treatment is the anaerobic process, for the discoloration, followed by the aerobic process, required to oxidize the metabolites, but the problematic is the space for these types of treatments (Saratale et al., 2011). On the other hand, electrolysis systems are capable to oxidize dye metabolites, with reduced spaces in comparison to aerobic systems (Gavazza et al., 2015). This study explores the possibility of treating the anthraquinone dye Reactive Blue 19, since it is one of the most used reactive dyes in textile industry in Mexico, in a coupled anaerobic-electrochemical system, comparing two single chamber reactors, with and without air exposition, to provide the best pathway for the textile compounds degradation.

## Method Description

The experimentation was carried out in two phases to study the systems proposed. In the first assays, anaerobic discoloration and biodegradation of the Reactive Blue 19 dye was studied. Whereas in the second assays, the performance of the electrochemical discoloration, and the potential of two different coupled anaerobic-electrochemical reactors were examined to propose the best oxidation pathway of dyes metabolites, to reduce toxicity and complete its degradation, with the aim of reduce the treatment time and space.

---

<sup>1</sup> Engr. Melissa Gallardo Armenta, Research Assitant at the Escuela Superior de Ingeniería Textil, Instituto Politécnico Nacional, México City, México. [mgallardo1400@alumno.ipn.mx](mailto:mgallardo1400@alumno.ipn.mx)

<sup>2</sup> PhD. Ulises Duran Hinojosa, Professor Research at the Biotechnology Department, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Mexico City, Mexico, [uduranh@xanum.uam.mx](mailto:uduranh@xanum.uam.mx)

<sup>3</sup> Engr. Adrian Armenta Mora, Professor at the Escuela Superior de Ingeniería Textil, Instituto Politécnico Nacional, México City, México. [aarmentam@ipn.mx](mailto:aarmentam@ipn.mx)

<sup>4</sup> PhD. Nancy Velazco Álvarez Professor Research at the Biotechnology Department, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México City, México. [nva@xanum.uam.mx](mailto:nva@xanum.uam.mx)

<sup>5</sup> PhD. Edith Caicedo Daza, Professor Research at Escuela Superior de Ingeniería Textil, Instituto Politécnico Nacional, México City, México. [ecaicedo@ipn.mx](mailto:ecaicedo@ipn.mx)

## Materials

### Inoculum and substrate

Anaerobic granular sludge with 39.41 g/L of volatile suspended solids (VSS) was used as biomass. A ratio of 0.4 mg C/mg VSS was used, in order to have on each bottle a final inoculum concentration of 7.88 mg VSS/L and 3.15 mg/L of carbon of acetic acid as substrate, using the follow formula (1):

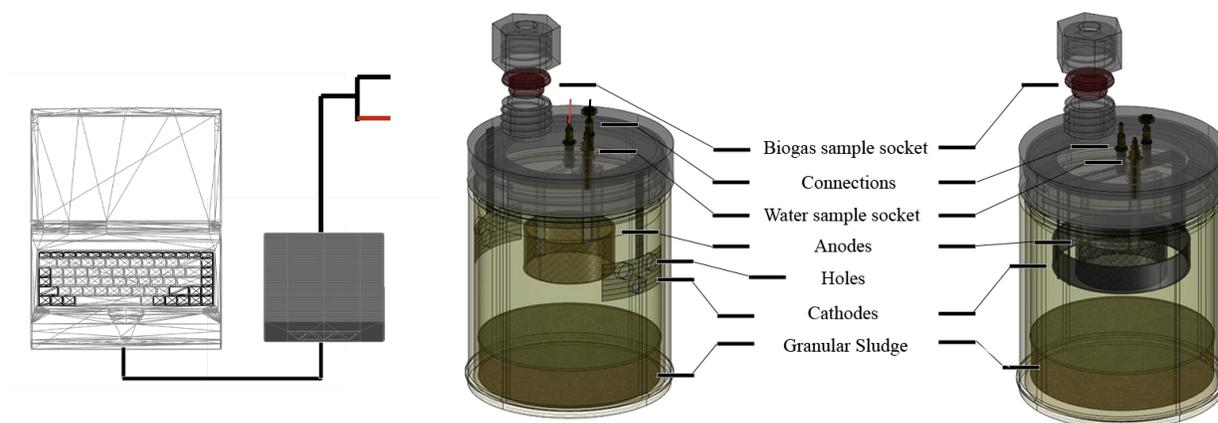
$$M-C \text{ (mg)} = (\text{org. load, mg C/mg VSS}) * (\text{Sludge vol., mL}) * (\text{Sludge conc., mg VSS/mL}) \quad (1)$$

### Dye

Stock solutions of Reactive Blue 19 (RB-19) textile dye was prepared to batch assays. This stock solution was prepared at room temperature, only with agitation, in a concentration of 10 g/L. Three types of synthetic wastewater were used with three different concentrations. The concentrations were as follows: 200, 300 and 400 mg/L.

### Anaerobic-Electrochemical Reactors

Two single chamber reactors were designed for this comparative study, one reactor with the cathodes exposed to air (CAE) and the other one without air exposition (CWAE) (Figure 1.). The anode and cathode areas for both reactors were 32 cm<sup>2</sup>, with a total volume of 230 mL, shown in Fig. 1. The anode for the two reactors was composed of a carbon fiber woven with a titanium current collector with a ring form, and the cathode was composed by a carbon cloth coated on the liquid-exposed side with 0.03 mg/cm<sup>2</sup> of Platinum (20%) on Vulcan cloth. The distance between electrodes was 2.5 cm for CEA and 1 cm for CWAE. For CAE, three holes with a diameter of 3 mm in each side were made for air exposition, and cathodes were fixed on these holes.



**Figure 1.** Schematic of laboratory anaerobic-electrochemical reactors: A) Cathodes exposed to air (CEA) and B) Cathodes without air exposition (CWAE).

## Anaerobic assays

### Specific Methanogenic Activity Determination

The experiment was carried out in a batch with 60 mL amber serological bottles, each bottle was filled with 4 mL of inoculum, 16 mL of mineral medium, 0.5 mL of the substrate and dye in its respective concentration. The bottles were incubated at 37°C for 450 hours and were monitored measuring the biogas produced (N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and CO<sub>2</sub>). All assays were performed in duplicate. The biogas measured was performed with a TCD gas chromatograph.

### Anaerobic-Electrochemical Assays

To evaluate the reactors performance initial tests were carried out. Efficiency of color removal was evaluated with a concentration of 10 mg/L, during 10 hours with a constant voltage of 0.3V.

Furthermore, voltammeteries in the range from -1.5 to 1.5 were performed to define the behavior of each reactor. The final assays coupling the anaerobic and electrochemical systems were carried out in batch at 37 °C with a volume of 200 mL, each reactor was filled with 40 mL the inoculum, 155 mL of mineral medium, the substrate, and

the dye in a concentration of 50 mg/L; similar to anaerobic previous assays. The experiment was carried out in duplicate with a control without current (Ctrl-CE) and an anaerobic control without substrate (Ctrl-0).

Both reactors worked with a voltage of -0.3 V. DropSens  $\mu$ Stat400 Potensiostat was used to maintain the voltage, applying pulses of 2 hrs every 24 hrs. Oxidation-Reduction Potential (ORP) and Dissolved Oxygen (DO) were used as indicators to maintain a microaerobic system.

### Analysis

After incubation time, samples were filtered and centrifugated at 3,500 rpm for 30 minutes and the supernatant was extracted for the analysis. Before centrifugation of the samples, we probed if the dye formed a pellet at 3,500 rpm, the dye was still at supernatant.

Initial and final absorbance were measured with a UV-Vis spectrophotometer to determine the discoloration of the dye. Samples were scanned in the light absorption range of 200–700 nm to define the presence of possible metabolites. Finally, Total organic carbon (TOC) and Chemical Oxygen Demand (COD) were measured to determinate the mineralization rate. Statistical comparative was performed with RStudio 1.2.5042.

## Final Comments

### Anaerobic Assays Results

#### Specific Methanogenic Activity

Differences in the lag phase during the assay could be observed, in Figure 2 RB-19 had an increment time in the lag phase with highest concentrations, having followed production start times: 102 h for 200 mg/L, 174 h for 300 mg/L and 283 h for 400 mg/L. Despite this increment, every concentration reaches the maximum methane production, indicating an adaptation and not an inhibition.

We got a decolorization rate of 91-98% for RB-19 after 450 hours for all concentrations evaluated. The rate of TOC and COD removals were of 86% in average for the color assay, and 96% for the control (without dye), this indicates the presence of possible metabolites.

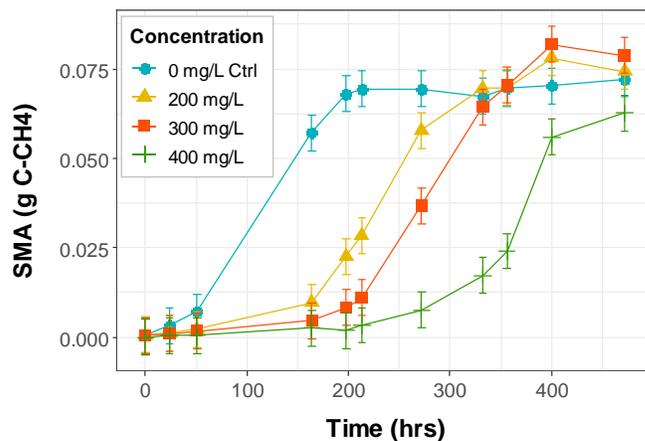
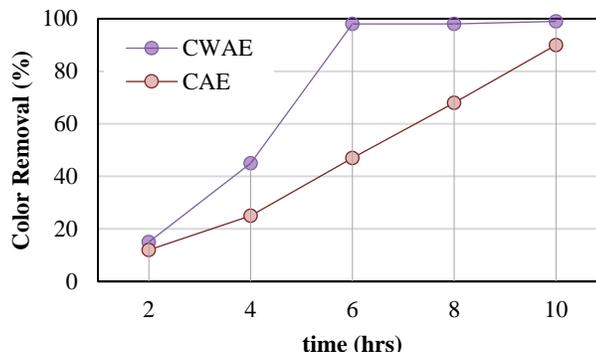


Figure 2. Production Methane in g C-CH<sub>4</sub>

### Anaerobic-Electrochemical Assays Results

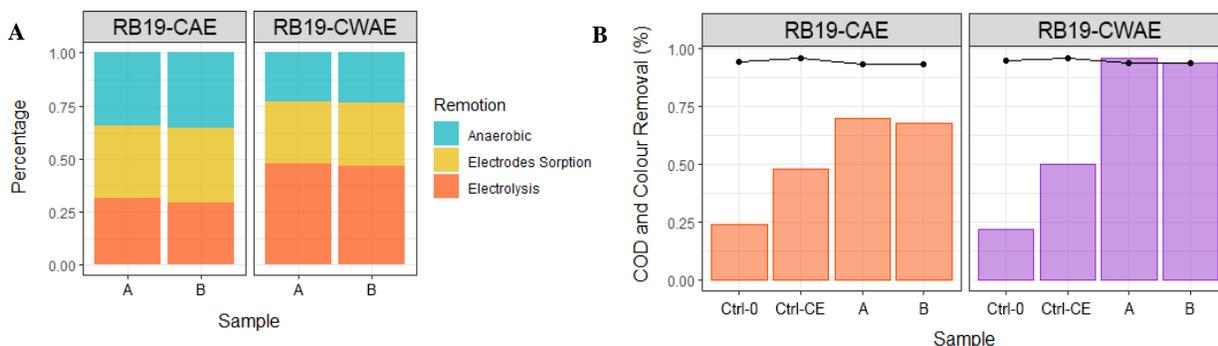
In the initial test, a reduction of the oxygen could be noticed for the CEA reactor in the voltammetry, which means that desire radicals were formed during the process. Despite these radicals, the CWEA demonstrate a better efficiency of electrochemical color removal,  $98\pm 2\%$  in 6 hrs, in comparison with the CEA reactor which obtain values of  $90\pm 3\%$  in 10 hrs.



**Figure 3.** Initial test of efficiency of color removal

During the current pulses, on the anaerobic-electrochemical assay was identified that the dye was adsorbed by the electrodes, causing a significant interference, this indicates an excess of current should be applied to reach the desired voltage, to overcoming the barrier of dye adsorption to the electrodes.

In the assays, the CEA reactor obtained less discoloration efficiency (70%) due to the formation of metabolites with an undesirable color, which are presumably p-hydroquinone and p-benzoquinone (Huang et al., 2013). In addition, with the formation of these metabolites, more current were needed to maintain the voltage due to the interferences which they cause. In comparison, the reactor CWAE which had as metabolites aromatic amines and benzoic acid, that have no color, less current to maintain the voltage was needed. Furthermore, it demonstrated a better discoloration efficiency, reaching 96%, this could be for the different degradation pathway (Saratale et al., 2011; Yang et al., 2018). With both reactors, the COD removal was efficient, obtaining an average of 96%, in comparison with the controls, and a decrease on the wavelength peaks were observed, indicating the oxidation of the metabolites, and resulting in a degradation of the dye.



**Figure 4.** A) Decolorization balance, B) COD Elimination (lines) and Decolorization (Bars)

### Conclusions

SMA and methane production are not affected by the dye, just affect production start time, incrementing with the concentration increase. This indicates a specific adaption time for the reactive blue 19.

On the other hand, the reactor without air exposition (CWAE) needed less current to maintain the voltage due to the interelectrode distance. Furthermore, it demonstrated less electrolyte consumption during the pulses and better discoloration efficiency, reaching 96% of color removal in 6 hrs for the anthraquinone dye, moreover, it demonstrated a better discoloration, this could be for the different degradation pathway.

The reactor with air exposition (CAE) obtained less discoloration efficiency due to the formation of metabolites with a undesirable color, like p-hydroquinone and p-benzoquinone. In comparison with the reactor CWAE which had metabolites like aromatic amines and benzoic acid, that have no color.

ANOVA test indicated that the discoloration and COD elimination had a significative difference between samples within and without air exposition, with pValues of 0.0001579 and 0.0323, respectively between reactors.

To sum up, CWAE accelerates 225% the decolorization and COD degradation process, in comparison with conventional anaerobic assays. Therefore, these assays demonstrate a significant performance for the anthraquinone dye degradation applying low current densities to anaerobic biological process. This anaerobic-electrochemical system demonstrates to be an option to reduce time, cost, and space for the WWT of the textile industry, responding to the actual necessities.

### **Recommendations**

Further investigation with more combination of dyes and textile auxiliaries in pilot reactors are needed, to evaluate the behavior of these chemicals in shorter Hydraulic Retention Time, and the reaction between their metabolites, in order to implement improvements in the system with real conditions.

### **References**

- Costa, M. C., Mota, F. S. B., Santos, A. B. D., Mendonça, G. L. F., & Nascimento, R. F. D. (2012). Effect of dye structure and redox mediators on anaerobic azo and anthraquinone dye reduction. *Química Nova*, 35(3), 482–486.
- Gavazza, S., Guzman, J. J. L., & Angenent, L. T. (2015). Electrolysis within anaerobic bioreactors stimulates breakdown of toxic products from azo dye treatment. *Biodegradation*, 26(2), 151–160. <https://doi.org/10.1007/s10532-015-9723-8>
- Huang, L., Sun, G., Yang, T., Zhang, B., He, Y., & Wang, X. (2013). A preliminary study of anaerobic treatment coupled with micro-electrolysis for anthraquinone dye wastewater. *Desalination*, 309, 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.09.029>
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 04(01), 22–26. <https://doi.org/10.4236/ns.2012.41004>
- Saratale, R. G., Saratale, G. D., Chang, J. S., & Govindwar, S. P. (2011). Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: A review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), 138–157. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2010.06.006>
- Sarkar, S., Banerjee, A., Halder, U., Biswas, R., & Bandopadhyay, R. (2017). Degradation of Synthetic Azo Dyes of Textile Industry: a Sustainable Approach Using Microbial Enzymes. *Water Conservation Science and Engineering*, 2(4), 121–131. <https://doi.org/10.1007/s41101-017-0031-5>
- Shah, K. (2014). Biodegradation of azo dye compounds. *International Research Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(2), 5–13.
- Thanavel, M., Kadam, S. K., Biradar, S. P., Govindwar, S. P., Jeon, B.-H., & Sadasivam, S. K. (2019). Combined biological and advanced oxidation process for decolorization of textile dyes. *SN Applied Sciences*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0111-y>
- Vajnhandl, S., & Valh, J. V. (2014). The status of water reuse in European textile sector. *Journal of Environmental Management*, 141, 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.014>
- Yang, B., Gao, Y., Yan, D., Xu, H., & Wang, J. (2018). Degradation characteristics of color index direct blue 15 dye using iron-carbon micro-electrolysis coupled with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph15071523>

# Uso del PMBOK como Herramienta para la Planificación en una Empacadora de Aguacate en el Estado de Michoacán

Dr. Hugo Antonio Gaona López<sup>1</sup>, MC. Denisse Cázarez Chávez<sup>2</sup>,  
Dra. Juana Marcela García Guzmán<sup>3</sup>, Dra. Nancy Cambrón Muñoz<sup>4</sup> y Dr. Benjamín Gómez Ramos<sup>5</sup>

**Resumen**— La presente investigación se llevó a cabo en una empacadora de aguacate del estado de Michoacán, con el propósito de plantear una propuesta que busque gestionar los procesos necesarios para aumentar la productividad tomando en cuenta la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) con la finalidad de establecer un criterio de buenas prácticas, dicha metodología es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute (PMI) basado en 5 macroprocesos generales abordando los temas de: gestión de la integración, del alcance, del cronograma, de los costos, de la calidad, de los recursos, de las comunicaciones, de los riesgos, de las adquisiciones, de los interesados y el cierre del proyecto.

**Palabras clave**—Project Management Institute, PMBOK, Gestión de proyectos, Planeación.

## Introducción

La Administración es una ciencia social que persigue la satisfacción de objetivos institucionales por medio de una estructura y a través del esfuerzo coordinado (Fernández Arena, 1965), por lo que, administrar es planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar a través de la gerencia (Fayol, 1917), considerando que la planeación es el primer paso del proceso administrativo por medio del cual se define un problema, se analizan las experiencias pasadas y se embozan planes y programas (Fernández Arena, 1965), en tal sentido, con el objetivo de fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y la determinación de tiempos y números necesarios para su realización (Reyes Ponce, 2007). En ese mismo contexto, la toma de malas decisiones, inversiones o proyectos realizados, traen como consecuencia la pérdida que afecta el nivel de competitividad, es por ello que es necesario la gestión de proyectos, ya que es una guía muy necesaria para lograr una probabilidad mayor de alcanzar objetivos planteados (Estrada, 2015).

Por todo lo anterior y en base a un diagnóstico realizado en la empresa objeto de estudio se planteó una propuesta que busca orientar los objetivos tomando en cuenta la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) con la finalidad de establecer un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos de la organización.

## Descripción del Método

### Metodología de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, por el nivel de estudio es exploratorio, descriptivo y explicativo, con un enfoque cualitativo, para efectos de la presente investigación, la metodología propuesta está basada en la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge), que es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute (PMI), mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos a su vez en 5 macroprocesos generales: 1) Iniciación, 2) Planificación, 3) Ejecución, 4) Supervisión y control y 5) Cierre del proyecto (PMI, 2023), los cuales se muestran en la siguiente matriz (ver cuadro 1).

<sup>1</sup> Dr. Hugo Antonio Gaona López es Profesor del Depto. de Cs. Econ. Administrativas del TecNM/ITVM, Morelia, Michoacán, México. [hugo.gl@vmorelia.tecnm.mx](mailto:hugo.gl@vmorelia.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.C. Denisse Cázarez Chávez es egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México [decc.712@gmail.com](mailto:decc.712@gmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Juana Marcela García Guzmán Profesora del Depto. de Cs. Econ. Administrativas del TecNM/ITVM, Morelia, Michoacán, México [juana.gg@vmorelia.tecnm.mx](mailto:juana.gg@vmorelia.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Dra. Nancy Cambrón Muñoz es del Depto. de Ciencias Básicas del TecNM/ITVM, Morelia, Michoacán [nancy.cm@vmorelia.tecnm.mx](mailto:nancy.cm@vmorelia.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Dr. Benjamín Gómez Ramos es colaborador del CA-Educación del ITVM, Morelia, Michoacán, México, [benjamín.gr@vmorelia.tecnm.mx](mailto:benjamín.gr@vmorelia.tecnm.mx)

Áreas ↓ \ Grupos →	INICIAR	PLANIFICAR	EJECUTAR	M. & CONTROLAR	CERRAR
<b>4.- Gestión de la INTEGRACIÓN</b>	<b>4.1</b> Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.	<b>4.2</b> Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	<b>4.3</b> Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto <b>4.4</b> Gestionar el Conocimiento del Proyecto	<b>4.5</b> Monitorizar y Controlar el Trabajo del Proyecto. <b>4.6</b> Realizar el Control Integrado de Cambios.	<b>4.7</b> Cerrar el Proyecto o Fase.
<b>5.- Gestión del ALCANCE</b>		<b>5.1</b> Planificar la Gestión del Alcance. <b>5.2</b> Recopilar los requerimientos <b>5.3</b> Definir el Alcance <b>5.4</b> Crear la EDT (“WBS”)		<b>5.5</b> Validar el Alcance. <b>5.6</b> Controlar el Alcance.	
<b>6.- Gestión del CRONOGRAMA</b>		<b>6.1</b> Planificar la Gestión del Cronograma <b>6.2</b> Definir las actividades <b>6.3</b> Secuenciar las actividades <b>6.4</b> Estimar la Duración de las Actividades <b>6.5</b> Desarrollar el Cronograma		<b>6.6</b> Controlar el Cronograma.	
<b>7.- Gestión de los COSTES</b>		<b>7.1</b> Planificar la Gestión de los Costes <b>7.2</b> Estimar el Coste <b>7.3</b> Determinar el Presupuesto		<b>7.4</b> Controlar los Costes	
<b>8.- Gestión de la CALIDAD</b>		<b>8.1</b> Planificar la Gestión de la Calidad		<b>8.3</b> Controlar la Calidad	
<b>9.- Gestión de los RECURSOS</b>		<b>9.1</b> Planificar la Gestión de Recursos <b>9.2</b> Estimar los Recursos de la Actividades		<b>9.6</b> Controlar los recursos	
<b>10.- Gestión de las COMUNICACIONES</b>		<b>10.1</b> Planificar la Gestión de las Comunicaciones.		<b>10.3</b> Monitorizar las Comunicaciones	
<b>11.- Gestión de los RIESGOS</b>		<b>11.1</b> Planificar la Gestión de Riesgos <b>11.2</b> Identificar los Riesgos. <b>11.3</b> Realizar el Análisis Cualitativo. <b>11.4</b> Realizar el Análisis Cuantitativo. <b>11.5</b> Planificar la Respuesta		<b>11.7</b> Monitorizar los Riesgos.	
<b>12.- Gestión de las ADQUISICIONES</b>		<b>12.1</b> Planificar la Gestión de las Adquisiciones		<b>12.3</b> Controlar las Adquisiciones.	<b>4.7</b> Cerrar el Proyecto o Fase.
<b>13.- Gestión de los INTERESADOS</b>		<b>13.2</b> Planificar el involucramiento de los Interesados		<b>13.4</b> Monitorizar el involucramiento de los Interesados	
<b>49 procesos - TOTAL:</b>		24	10	12	<b>1</b>

Cuadro 1. Matriz PMBOK. Fuente: Elaboración propia.

### Planteamiento de la propuesta

Basado en la guía que se manifestó anteriormente y por medio de la participación activa de todos los involucrados tanto la alta dirección, como el personal operativo, se determinaron las actividades necesarias para el logro de los objetivos planteados que consistía en aumentar la productividad de la organización objeto de estudio, mismos que fueron plasmados en los cuadros del 2 al 11 del presente documento y que siguen las áreas del conocimiento propuestas en la guía del PMBOK (PMI, 2023), las cuales son: 1) gestión de la integración del proyecto, 2) gestión de su alcance, 3) gestión del tiempo del proyecto, 4) gestión de los costos, 5) gestión de la calidad, 6) gestión de los recursos humanos, 7) gestión de la comunicación del proyecto y 8) gestión de los riesgos.

<b>GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO :“Aumentar la productividad en un empaque de aguacate”	
4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	Se llevará a cabo el proceso de entrada para realizar los compromisos formales y psicológicos con los dueños de la empresa, en donde se expresa la metodología que se pretende aplicar, así como el uso de las herramientas propuestas para alcanzar los objetivos deseados.
4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	El trabajo de investigación consistirá en 12 meses, en los cuales se identificará la productividad actual mediante medición de cada uno de los procesos de producción; de los documentos entregables serán, estadística de proceso comparativo de inicio a término donde se muestren los resultados obtenidos durante la estadía, así como copia de la tesis Doctoral.

Cuadro 2. Gestión de la integración. Fuente: elaboración propia.

### 5.-GESTIÓN DE ALCANCE DEL PROYECTO

<b>OBJETIVO: Aumentar la productividad en el proceso de empaque de aguacate.</b>	
5.1 Planificar la Gestión del Alcance.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación y sensibilización del total del personal.</li> <li>• Adquisición e instalación de la maquinaria requerida.</li> <li>• Medición de tiempos y movimientos en cada subproceso.</li> <li>• Elaboración de gráficos de control.</li> <li>• Revisión de avance semanal</li> <li>• Implementación de la metodología (PDCA)</li> <li>• Revisión del proceso de selección y reclutamiento de personal.</li> <li>• Elaboración de la filosofía institucional, declaración de la Misión, Visión y Valores.</li> </ul>
5.2 Recopilar los requerimientos	
5.3 Definir el Alcance	Se planea aumentar hasta un 30 % la productividad de kilos procesados por minuto.
Para poder alcanzar el objetivo se requiere del apoyo principalmente del área de RRHH ya que es uno de los factores mas importantes para crear un buen ambiente laboral.	

Cuadro 3. Gestión de alcance del proyecto. Fuente: elaboración propia.

### 6.-GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

<b>Gestión del CRONOGRAMA</b>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>ENTRADA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromisos formaes y psicológicos</li> <li>• Definir objetivos</li> <li>• Contacto</li> </ul>												
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DIAGNÓSTICO:</b></li> <li>• Expectativas</li> <li>• Determinación de implicados</li> <li>• Sensibilización</li> <li>• Determinación del proceso esencial</li> <li>• Listado de problemas y frustraciones</li> <li>• Diagnóstico estadístico</li> </ul>												
<b>RESPUESTA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de problemas de solución inmediata.</li> <li>• Jerarquización de problemas.</li> <li>• Solución de problemas de solución inmediata.</li> </ul>												

<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de acción</li> </ul>												
<b>DESUNIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas de solución intermedia.</li> <li>Proceso de solución de problemas y planes de acción.</li> <li>Evaluación de los planes de acción</li> </ul>												
<b>CIERRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué se hizo?</li> <li>¿Cómo se hizo?</li> <li>¿Qué resultados se alcanzaron?</li> <li>¿Qué se puede mejorar?</li> </ul>												
6.6. control del cronograma	Para llevar el control del cronograma se programaran reuniones semanales con los implicados para monitorear el avance de las actividades, mediante el método de interacción.											

Cuadro 4. Gestión del cronograma. Fuente: elaboración propia.

**7.-GESTIÓN DE COSTOS:**

CANTIDAD	MAQUINARIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Contadoras de aguacate	\$350,000.00	\$1'050,000.00
1	Maquina paletizadora	\$480,000.00	\$ 480,000.00
1	Enmalladora	\$1'100,000.00	\$1'100,000.00
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>			<b>\$2'630,000.00</b>
Para controlar los costos, como política se pedirán 3 cotizaciones para determinar la más viable. Con esta inversión se pretende eficientar el proceso ya que actualmente se realiza de manera manual.			

Cuadro 5. Gestión de costos. Fuente: elaboración propia.

**8. GESTIÓN DE LA CALIDAD**

8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquirir aguacate que cumpla con certificado fitosanitario expedido por la Secretaría de Agricultura.</li> <li>Que las huertas estén certificadas con Global Gap para exportación.</li> <li>Supervisar que el transporte de la huerta al empaque cumpla los requerimientos.</li> <li>En el empaque cumplir con la NOM 066 FITO.</li> <li>Cumplir con buenas prácticas de manufactura.</li> <li>Revisar la NOM 251 de SSA.</li> <li>Revisión de la certificación de PRIMUS LAB.</li> <li>Aplicar HACCP para identificar puntos críticos de control.</li> <li>Realizar muestreo aleatorio destructivo para monitorear la trazabilidad de huertos y evitar contaminación cruzada.</li> <li>Implementar Kaizen.</li> <li>Control estadístico de proceso, estratificación, gráficos de control, gráficos de dispersión, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, hojas de verificación.</li> <li>PEPS en cámaras de refrigeración y almacén.</li> <li>Kan ban en los Palets.</li> <li>Ergonomía</li> <li>Seguridad e Higiene.</li> </ul>
8.3 Controlar la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el control de la calidad se propone realizar la metodología de comprador-vendedor en cada uno de los procesos elaborando registros para monitorear la variabilidad.</li> </ul>

Cuadro 6. Gestión de la calidad. Fuente: elaboración propia.

### 9.- GESTIÓN DE LOS RECURSOS

9.1 Planificar la Gestión de Recursos	<b>Recursos Humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tomarán tiempos para determinar la cantidad de personal necesario para cada área.</li> <li>• Se llevará a cabo capacitación al personal para cumplir con los tiempos estimados.</li> <li>• Se programan incentivos en base a metas cumplidas.</li> <li>• Se elaborará encuesta laboral para para identificar el ambiente laboral.</li> </ul>
	<b>Recursos Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se contempla la planeación para tener oportunamente el material necesario para las diferentes presentaciones de acuerdo a las necesidades del cliente.</li> <li>• Realizar el Programa operativo anual para planear las necesidades de material necesario para cumplir con los objetivos planteados.</li> </ul>
9.2 Estimar los Recursos de la Actividades	<b>Recursos financieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar reuniones con la alta dirección conjuntamente con el área de contabilidad y RRHH para el análisis financiero, balance y estados de resultados para la toma de decisiones.</li> </ul>

Cuadro 7: Gestión de los recursos. Fuente: elaboración propia.

### 10.- GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de GPS a vehículos oficiales sobre todo al personal de campo para identificar sus actividades.</li> <li>• Revisión del sistema de internet para evitar demoras en el aseguramiento de las cargas de exportación.</li> <li>• Monitorear el sistema TTS para la trazabilidad.</li> <li>• Redes inalámbricas para identificación de lotes por códigos.</li> <li>• Verificación de radios de comunicación en todo el proceso de producción tales como (reciba, selección, cabina de control, control de lotes, cámaras de refrigeración, tráfico y logística así como caseta de entrada).</li> </ul>
10.3 Monitorizar las Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de resguardos de información del proceso.</li> <li>• Elaborar programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el control del buen funcionamiento de los sistemas de comunicación.</li> </ul>

Cuadro 8: Gestión de las comunicaciones. Fuente: elaboración propia.

### 11.- GESTIÓN DE LOS RIESGOS

11.1 Planificar la Gestión de Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos.	11.3 Realizar el Análisis Cualitativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte rotación de personal.</li> <li>• Alto índice de accidentes.</li> <li>• Alto índice de faltas del personal.</li> <li>• Resistencia al cambio.</li> <li>• Accidentes de transporte.</li> </ul>
	11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cumplir con la meta de compra de aguacate.</li> <li>• No cumplir con los tiempos de proceso para la entrega.</li> <li>• No cumplir con los estándares de calidad requeridos por los diferentes clientes.</li> </ul>
11.5 Planificar la Respuesta	Se planea realizar revisar el proceso de selección y reclutamiento de personal, así como realizar cursos de capacitación y sensibilización del personal tanto directivo como operativo.	

	Para cumplir con los tiempos se llevaran a cabo gráficos de control para monitorear constantemente la variabilidad del proceso.
--	---

Cuadro 9: Gestión de los riesgos. Fuente: elaboración propia.

### 12.- GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se elaborará catálogo de proveedores de materias primas.</li> <li>• Evaluación de los proveedores.</li> <li>• Se revisará el proceso de compras.</li> <li>• Las compras de aguacate se harán conforme al programa de exportación por tratarse de productos perecederos no se puede tener excedentes para lo cual se implementará el Just and Time.</li> </ul>
---	--

Cuadro 10: Gestión de las adquisiciones. Fuente: elaboración propia.

### 13.- GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

13.2 Planificar el involucramiento de los Interesados	<b>STAKEHOLDERS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productores</li> <li>• Cortadores</li> <li>• Transportistas</li> <li>• Administrativos</li> <li>• Personal de apoyo</li> <li>• Compradores locales</li> <li>• Compradores nacionales</li> <li>• Compradores internacionales</li> <li>• Proveedores de materias primas.</li> <li>• Outsourcing de mantenimiento.</li> </ul>
---	---------------------	---

<b>CIERRE DE PROYECTO:</b>	Se entregarán los resultados del trabajo de investigación así como las sugerencias que deberán de considerar en el futuro.
----------------------------	--

Cuadro 11. Gestión de los interesados y cierre de proyecto. Fuente: elaboración propia.

En definitiva, la guía del PMBOK proporcionó las herramientas para identificar, analizar y establecer prioridades, así como autorizar, dirigir y controlar proyectos, programas y otros trabajos para alcanzar los objetivos específicos, ya que ésta guía se centra en asegurar que la gestión sea consistente con las estrategias de la organización (PMI, 2008).

## Comentarios Finales

### Conclusiones

En síntesis, los macroprocesos que se propusieron en la matriz, permitieron generar la directriz hacia el logro de los objetivos planteados, así como los recursos necesarios para la gestión del proyecto, cabe mencionar que a la fecha ya se han observado resultados significativos en la productividad de la organización, creando además un buen ambiente laboral mismo que se generó a partir del conocimiento de las actividades a realizar.

### Referencias

- Estrada, J. "Análisis de los estándares internacionales más utilizados en la gestión de proyectos". En J. Estrada, *Análisis de los estándares internacionales más utilizados en la gestión de proyectos*. Buenos Aires: UP, 2015.
- Fayol, H. "Administration industrielle et générale, l'éveil de l'esprit public". *Bulletin de la coiété de l'industrie minérale*, 12, 1917.
- Fernández Arena, J. A. "El proceso administrativo". *Editorial Jus*, 272 pp., 1965.
- PMI. "Historia del Project Management Institute". *PMI Project Management Institute Capítulo México*. Recuperado de: <https://pmi-mexico.org/mesa-directiva/sobre-el-pmi-capitulo-mexico/7-historia-del-project-management-institute> , 2023.
- PMI. "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)". *Project Management Institute, Inc.* Estados Unidos. Cuarta edición. 502 pp. 2008.
- Reyes Ponce. A. "Administración Moderna". *Limusa Noriega*. 480 pp., 2007.

# El Utilitarismo y Latinoamérica

Pompeya Elvira García Alba<sup>1</sup>

**Resumen**– En este artículo presentamos el utilitarismo como una opción moral dentro de la filosofía política para algunas situaciones de pobreza que encontramos en varios países de Latinoamérica. Desde las políticas públicas se pueden aplicar posturas teóricas del utilitarismo y mejorar algunas condiciones sociales. Presentamos posturas teóricas de esta corriente filosófica de pensamiento la cual dio auge para abordar y superar condiciones de pobreza de países ahora considerados desarrollados.

**Palabras clave**– utilitarismo, pobreza, justicia social, Bentham y Mill.

## Introducción

Quisiera iniciar este escrito comentando las palabras de J. M. Colomer<sup>2</sup> quien alude a los estragos que en nuestra geografía de hispanohablantes ha causado la afición al pensamiento idealista y a una visión del mundo angustiada, trágica y trascendental. Los universitarios de esta geografía casi han ignorado el utilitarismo, el cual sin duda constituye uno de los sistemas éticos que mayor impacto ha causado históricamente, no sólo en los países anglosajones, sino prácticamente en todo Occidente.

De acuerdo con los informes gubernamentales del CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política Pública)<sup>3</sup> en 2016 existían 53.4 millones de pobres en México. Si sumamos a estas personas los pobres de los demás países de Latinoamérica, nos encontramos con una mayoría de población sin acceso a los beneficios de salud, empleo, educación, etcétera. Ante esta situación, poco ayuda la afición al pensamiento idealista para abordar la crítica situación humana en Latinoamérica. Al contrario, algunos pueden verlo como un elemento destructor de energías y esfuerzos para afrontar las problemáticas que se presentan.

El objetivo de este escrito es hacer análisis y reflexiones sobre el utilitarismo como una opción de filosofía moral para la situación latinoamericana.

## Descripción del método

Este trabajo ha sido realizado utilizando métodos documentales de búsqueda de información para clarificar conceptos y datos, y también hemos utilizado el análisis y reflexión de estos para presentar los tipos de utilitarismo. La bibliografía viene citada al final del escrito en orden alfabético y siguiendo las normas señaladas para esta ponencia.

A causa de su carácter ilustrado, el utilitarismo presenta desde Bentham hasta hoy, un componente *radical*. Como señala E. Guisán, el utilitarismo es “reformista, inconformista y en buena medida revolucionario (cuando menos intelectualmente revolucionario)”<sup>4</sup> Desde sus orígenes, en torno al utilitarismo, se articularon políticas de signo progresista. Tanto J. Bentham como J. S. Mill fueron luchadores para mejorar la suerte de los peor situados socialmente; críticos extremos de los sistemas legales, políticos, económicos, religiosos y morales de su tiempo. Bentham denunció por escrito los abusos masculinos sobre las mujeres; Mill defendió el sufragio femenino.

Ambos reaccionaron contra los principios heredados de una diversidad de fuentes, algunos de esos principios aparentemente arbitrarios. Defendieron el utilitarismo de acuerdo con el criterio de felicidad pública, como principio para solucionar desacuerdos y conflictos morales. Pero pasemos a conceptualizar este criterio.

Concepto de utilitarismo. En este pensamiento, el fundamento de una acción moral es el principio de mayor felicidad: “el único criterio racional y consistente de que disponemos para guiar la acción es la evaluación de las consecuencias placenteras y dolorosas de cualquier acción particular”<sup>5</sup>. Cada individuo es quien mejor puede decidir sobre sus propios intereses acerca del contenido que mejor satisface su deseo. En esta ética, la razón hunde sus raíces en el deseo. Puesto que son el dolor y el placer los cuales rigen nuestros deseos, el criterio de bueno y malo depende de ellos. Como señaló Bentham: “Quitad los placeres y los dolores, y no sólo la felicidad, sino también la justicia, el dolor, la obligación y

---

<sup>1</sup> Dirección General de Investigaciones/ Facultad de Filosofía  
Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> J.M. Colomer. *El utilitarismo: Una teoría de la elección racional*, Barcelona, Montesinos, 1987.

<sup>3</sup> <https://www.forbes.com.mx/mexico-tiene-53-4-millones-de-pobres/>

<sup>4</sup> Guisán, E., “EL utilitarismo” en *Concepciones de la Ética*, Eds. V. Camps, O. Guariglia, F. Salmón, Madrid, Trotta, 1992

<sup>5</sup> MacIntyre, A., *Historia de la ética*, Barcelona, Paidós, 1991.

la virtud se convertirán en palabras huecas”<sup>6</sup>. La felicidad es entendida aquí como la satisfacción de las necesidades e intereses humanos; esto se identifica como el principio hedonista.

Sin embargo, no estamos ante un hedonismo individualista, pues los demás son parte integrante de nuestro mundo y por tanto la suerte del otro no puede sernos indiferente; es decir, esta ética intenta integrar el interés, placer y provecho individual con el bien común y las exigencias ético-rationales de la convivencia, siempre en un marco que ofrezca el mayor grado de placer con el menor esfuerzo o dolor. Se aprueba o desaprueba cada acción “de acuerdo con la tendencia que parezca que aumenta o disminuye la felicidad de la mayor parte cuyo interés está en juego”<sup>7</sup>. El concepto de Mill sobre el hombre reforzó la idea anterior. Los hombres no nacieron con culpa, no son lobos del hombre, sino criaturas simpáticas, abiertas, con capacidad de sufrir y gozar con el infortunio y la dicha ajenos. Ciertamente reconoce que hay hombres no-solidarios los cuales sucumben ante los placeres inmediatos, pasajeros, y obran necia e inmoralmemente derrochando su capital vital y dañando a la comunidad; este hombre se niega a participar en la promoción de la mayor felicidad del mayor número. Pero este ser está condenado al aislamiento, y la incomunicación lo incapacita para el <goce comunicativo>. El utilitarismo contemporáneo considera que las personas participan en las conductas sociales comunes o compartidas, por sus propios intereses que les llevarán a aumentar sus beneficios, y en conjunto aumentarán el bienestar general. Se buscan acuerdos de provecho mutuo y el utilitarismo puede contribuir al logro de mejores equilibrios disponibles al justificar racionalmente juicios y normas ético-políticas. Ello promueve la convivencia plural y el goce de las libertades.

Mientras Bentham defendió la producción capitalista como la más adecuada, Mill hizo una crítica contundente a los males del capitalismo: “propuso un régimen cooperativista que terminase con la dependencia del asalariado respecto del empresario y con el envilecimiento moral que tal tipo de situación de dependencia generaba para ambas partes”<sup>8</sup>. Pero los dos pensaron que el utilitarismo garantizaba la felicidad general y particular e imaginaron una vida disminuida al máximo de torturas e indignidades y comprometida con el bienestar general. De hecho, en su época constituyeron la izquierda liberal al proponer y luchar por reformas sociales. Claro que al igual que otros reformistas se preocuparon sobre todo por mejorías materiales. Mill habla de un mundo en el cual hay tal cantidad de situaciones sociales por transformar, reformar, tantas injusticias que suprimir, tanto sufrimiento que eliminar y tanta belleza por construir, y expresó su horror ante los “entes de razón”, las instancias metafísicas y los poderes no controlados por los seres humanos”<sup>9</sup>. Su ética se centra en las cosas terrenales que valen en la vida social conformada por el hombre.

En su *Autobiografía* (1873) Mill expresa que luchó por hacer de este mundo un lugar de goce. En este contexto el valor rector es la felicidad entendida como placer o gozo<sup>10</sup>. Lo útil es todo aquello que integra los intereses personales con los colectivos promoviendo un beneficio mutuo. Así, el interés en términos de placer es justificable cuando coincide con el interés de los demás. De aquí deriva el principio utilitarista “la mayor felicidad para el mayor número”. Mill vio como un primer peldaño la libertad, la igualdad, la justicia y la imparcialidad. Pero estos eran sólo muros que contendrían la guerra y la disputa, e impulsarían otros bienes gratificantes. Es decir, son medios para desencadenar nuestras posibilidades de goce. No son fines en sí. “El hombre una vez liberado de sus servidumbres, tenía que encontrar el sentido de la belleza, el desarrollo de los sentimientos, la comunicación con sus semejantes, fines estos para los que el razonamiento, la lógica, la justicia y las reformas eran sólo medios estimables”<sup>11</sup>.

Es la felicidad la que esclarece el orden de las prioridades finales. La justicia es base imprescindible para las condiciones mínimas que hagan posible la búsqueda de los restantes bienes. La armonía social exige relaciones de equidad entre los hombres. En esta ética predomina la idea de la commensurabilidad del placer porque estos utilitaristas pensaron en términos de mejorar prisiones, hospitales, códigos penales, procesos constitucionales, donde sí se puede preguntar por el número de favorecidos y perjudicados.

Bryan Magee<sup>12</sup> comenta la influencia decisiva del utilitarismo en la obra de Robert Owen (1858), uno de los principales socialistas utópicos de principios del siglo XIX: “Como dueño de los molinos de New Lanark, Owen mostró un gran interés por mejorar las condiciones sociales y económicas de sus trabajadores y llevó a cabo importantes reformas en sanidad, alojamiento y cuidado de los menores”.

---

<sup>6</sup> Arnau, H. et al, *¿Qué es el utilitarismo?*, Barcelona, Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A. 1992, p. 12.

<sup>7</sup> *Ibid.*

<sup>8</sup> Mill, J. S., 1848, Libro IV, Cap. VII, “Del futuro probable de las bases trabajadoras”, en Guisán, Op.cit.

<sup>9</sup> Guisán, Op.cit., p. 276.

<sup>10</sup> En sus obras da 58 sinónimos de placer.

<sup>11</sup> Mac Intyre, A., Op.cit.

<sup>12</sup> Magee, B. *Historia de la filosofía*, México, Plante, 1999, p. 183.

Estamos ante una ética de las consecuencias de una acción, donde los motivos de ésta son secundarios para establecerla como buena o mala. Unas acciones buenas proporcionaban alivio a alguien, mientras las malas, causaban daño. Así toda acción debe buscar por todos los medios el beneficio a los afectados, y a la vez reducir al máximo los efectos del daño a compartir. Sus partidarios extendieron esta idea tanto en el ámbito de la moral privada como en la política legal y social y de ese modo sentaron las bases de la moderna política occidental que a la hora de tomar decisiones políticas pertinentes debía calcular sus consecuencias. Combatieron los utilitaristas aquellas realidades que provocaban un gran sufrimiento entre la gente. Así, concibieron los castigos impuestos por una falta: “[...] únicamente como método de disuasión, y no como mecanismo de infligir sufrimientos innecesarios”<sup>13</sup>. Bentham se preocupó por la reforma de las prisiones y diseñó un modelo de prisión, el Panóptico que a su parecer debía basarse en la *revisión de la moral*, la prevención metódica, el refuerzo de la industria, el acento en la formación<sup>14</sup>. También abordaron el tema de la censura, la educación, las relaciones de pareja, la servidumbre de las mujeres, la corrupción del estamento público, etcétera. Mill presentó ante el Parlamento el primer proyecto en defensa del derecho al voto de las mujeres, aunque fue hasta 1928 cuando las mujeres de más de 30 años obtuvieron ese derecho. Mill defendió el disfrute del individuo de hacer lo que quisiera siempre y cuando no comportase daño alguno a otra persona; es decir, la libertad de uno acaba donde empiezan los derechos de los demás. Esta ética surgió para mejorar las condiciones de vida de la inmensa mayoría de ciudadanos que eran extremadamente duras. Por eso establezco la analogía con la situación que prevalece en muchos de nuestros países de Latinoamérica. Puede rescatarse la actitud contra el sufrimiento y la lucha por obtenerse mayor bienestar general.

Bentham clasificó placeres y penas. Hay diferencias conceptuales entre Bentham y Mill, pero ambos criticaron los privilegios de los mejor situados y lucharon por el mejoramiento de vida de los hombres abandonados y alejados de los avances científicos que podían mejorar sus condiciones. Empiezan a explicitar los criterios de eficacia y eficiencia para valorar acciones sociales que induzcan al progreso en el dominio de la naturaleza.

Godwin había argumentado que “si hay más valor en la felicidad de un conjunto de hombres que en la de uno solo, entonces debe preferirse la felicidad general”. Hobbes también ya había hablado del disfrute de los bienes de la cultura, de las ciencias y las artes. Aunque esto sólo es posible por la transferencia de algunos poderes y derechos naturales al poder civil, para hacer posible la convivencia. Hume también habló de la conducta virtuosa por su utilidad para la sociedad en general. Además, vio como útil la justicia: “El interés común es pues el origen de la justicia [...] y nos ayuda por el bien común que produce en otros”<sup>15</sup>. Experimentamos simpatía por preocupación hacia el bien público en cualquier caso, el núcleo de la justicia es la equidad. No es este el espacio para entrar en discriminaciones más finas entre el pensamiento de Bentham y el de Mill. Además, el utilitarismo de estos autores ha recibido muchas críticas famosas de filósofos renombrados tanto conservadores como progresistas. Podemos mencionar las de G.E. Moore quien acusa al argumento utilitarista de falaz por pasar de afirmaciones fácticas (“los hombres desean el placer”) a afirmaciones valorativas (“El placer es deseable”). Desde Moore hasta Toulmin han argumentado que “deseable” implica, por parte del hablante que el bien en cuestión es “digno de ser deseado”. También es famosas la crítica de E.F. Carrit (“si ejecutar a un inocente beneficia a la mayoría y pudiéramos disuadir a ese inocente de que su muerte evitaría muchas otras muertes ¿deberíamos ahorcarlo?”). La crítica de paternalismo (“Se sacrifica la libertad en aras de la felicidad al sugerir que una minoría esclarecida determine ‘desde arriba’ los planes de reforma para el bienestar de la mayoría ignorante”). La crítica de hedonismo (“Permite hacer lo que a cada uno le apetece cuando le apetece”). La crítica de que propone “un mundo feliz” (“Los humanos de ese mundo sólo se adaptan, acomodan y conforman pasivamente a ese sistema”). La crítica de que defiende un Estado benefactor (“que sólo busca producir seguridad, empleo y despreocupación”). La crítica del utilitarismo del acto (“si mentir es conveniente y da ventaja, se permite la ocultación o el engaño”). La crítica de Nozick (“impone sacrificios a las minorías en beneficio de las mayorías”). La crítica de Williams y Rawls (“Los ‘derechos’ de los individuos particulares no parecen estar suficientemente protegidos dentro del sistema utilitarista”). Han objetado que los deberes, o derechos fundamentales de los individuos son incondicionalmente válidos y no sólo en función del bienestar social; incluso aún si ello va en contra del interés social). Dentro de la ética actual se ha agregado al utilitarismo un principio de justicia, corrector, pertinente en materia de distribución equitativa de la felicidad.

---

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 184.

<sup>14</sup> Michel Foucault en *Vigilar y Castigar*, analiza el panóptico (pan= todo; óptico= “ojo vigilante”) y lo ve como un dispositivo institucional de control que dispone de los ahí alojados (presos, obreros o alumnos) a ser observados con fines represivo-productivos, desde todo ángulo sin que lo sepan.

<sup>15</sup> Arnau, *Op.cit.*, p. 17.

En Iberoamérica un prestigioso iusfilósofo argentino Marín Diego Farrell<sup>16</sup> replica esta crítica contra el utilitarismo incorporando la noción de derechos individuales *prima facie* en un utilitarismo ampliado, no ve estos derechos como absolutos sino como derechos por consideraciones de utilidad, por el cálculo de consecuencias. Así, no se tendría que “desplazar” por ejemplo a la igual consideración *siempre* por contemplar la utilidad. “Si existe una alternativa posible que permita que ese derecho sea respetado, aún a costa de la pérdida de cierto grado de utilidad, entonces el derecho prevalece. Si para evitar consecuencias desastrosas, en cambio, no hay más alternativa disponible que violar el derecho, entonces el cálculo utilitarista prevalece”.

En las posturas vigentes en los debates contemporáneos sobre utilitarismo, el debate continúa y sería deseable que en él participaran nuestros filósofos latinoamericanos, sobre todo si recordamos que esta ética se originó por una época en que los “pocos” poseían todos los privilegios, a expensas de los intereses de la mayoría. Este es el contexto para comprender la fuerza, la pertinencia de las reformas utilitaristas que propusieron en un gobierno republicano, unicameral, centrado en legisladores elegidos democráticamente para evitar que el poder central prevaleciente se usase para promover el interés de unos pocos a expensas de los otros. Además, con la búsqueda del incremento del bienestar general tanto los seres humanos como de todos los seres sintientes, el utilitarismo ha contribuido hoy a las controversias en la ética aplicada ayudando a combatir los prejuicios y a mejorar incluso la suerte de los animales no humanos. Los cálculos utilitaristas de J. Harsanyi de sistematización rigurosa, emplea modelos matemáticos de análisis teórico para maximizar utilidades en el análisis de problemas de oligopolios; negociación entre representantes gerenciales; en las relaciones comerciales internacionales; en la adjudicación de derechos de explotación petrolera; en la adjudicación de derechos por frecuencias de televisión petrolera, en la recuperación de espacios públicos ocupados por trabajadores informales; en el diseño de políticas de impuestos como incentivo, etcétera<sup>17</sup>

Todo esto podemos repensarlo en términos de América Latina, donde según datos 2014 de la CEPAL, el 28% de los latinoamericanos viven en la pobreza. Al 2017<sup>18</sup>, según diversas fuentes consultadas, los porcentajes de población en pobreza son: Venezuela 82%; México 43.6%; Bolivia 38.6%; Paraguay 28.8%; Argentina 28.6%; Colombia; 26.9%; Brasil 25.4%; Ecuador 21.5%; Perú 20.7%; Costa Rica 20%; Chile 8.6%. Nos preguntamos, ¿Podría el utilitarismo contribuir a disminuir estos índices en un área con más de 600 millones de habitantes? Podrían revisarse sus criterios y aplicarse para valorar las políticas públicas. Y ayudarían a hacer más eficientes las instituciones.

### Conclusiones

El utilitarismo como filosofía social puede ser una opción para combatir la pobreza de los países latinos. Se reconoce el estudio de este pensamiento y sus tipos. Exige la evaluación de las políticas públicas aplicadas para incrementar el bienestar social de las mayorías de población. Existen críticas a esta corriente de pensamiento por centrarse en el bienestar material de la gente. No obstante, han pugnado por mejoras a la vida de las mujeres y por la equidad social.

### Bibliografía

- Arnau, H. et. Al., (1999), *¿Qué es el utilitarismo?* Barcelona Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A.
- Barragán, J. (2006) "La construcción de la trama ética" en *Las razones de los demás; La filosofía social de John Harsanyi*. Madrid. Biblioteca Nueva, 121-139.
- Colomer, G.M., *El utilitarismo: Una teoría de la elección racional* (1987), Barcelona, Montesinos.
- Farell, M.D., (1983), *Utilitarismo, Ética y Política*, Buenos Aires, Abeledo-Perrot.
- Foucault, M., (1978), *Vigilar y castigar*, Madrid, Siglo XXI.
- Guisán, E., "EL utilitarismo" en *Concepciones de la Ética*, (1992), Eds. V. Camps, O. Guariglia, F. Salmón, Madrid,, Trotta.
- Lara, N., "Traza intelectual de John Harsanyi en el mundo hispano. Casos: Venezuela y España" (2006), en *Las razones de los demás; La filosofía social de John Harsanyi*. Madrid. Biblioteca Nueva, 107-118.
- Mac Intyre, A., (1991), *Historia de la Ética*, Barcelona, Paidós.
- Magee, B. (1999), *Historia de la Filosofía*, México, Planeta.
- <https://www.forbes.com.mx/mexico-tiene-53-4-millones-de-pobres/>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses\\_por\\_porcentaje\\_de\\_pobreza\\_en\\_Latinoam%C3%A9rica](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_porcentaje_de_pobreza_en_Latinoam%C3%A9rica). (2014) Datos basados en el documento de la CEPAL, *Panorama Social en Latinoamérica*.

<sup>16</sup> En su libro *Utilitarismo. Ética y Política*, Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1983.

<sup>17</sup> Cfr. Barragán, J. "La construcción de la trama ética" en *Las razones de los demás; La filosofía social de John Harsanyi*. Madrid. Biblioteca Nueva, 2006, 121-139, y Lara, N., "Traza intelectual de John Harsanyi en el mundo hispano. Casos: Venezuela y España" en *Las razones de los demás; La filosofía social de John Harsanyi*. Madrid. Biblioteca Nueva, 2006, 107-118.

<sup>18</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses\\_por\\_porcentaje\\_de\\_pobreza\\_en\\_Latinoam%C3%A9rica](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_porcentaje_de_pobreza_en_Latinoam%C3%A9rica)

# Errores Matemáticos Identificados en el Examen Diagnóstico en Alumnos de Nuevo ingreso del CECyT 16 “Hidalgo”

María Mónica García Arroyo<sup>1</sup> y Joaquín Hernández Villaverde<sup>2</sup>

**Resumen**— Esta investigación es un estudio cualitativo realizado en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 16 “Hidalgo”, plantel de nivel medio superior del Instituto Politécnico Nacional; a casi dos años de tener la modalidad presencial se ha visto un aumento en diversos errores matemáticos incrementando el índice de reprobación; en este regreso donde las evaluaciones escritas se obligaron de forma presencial analizando a los grupos del ciclo escolar 23-1 (agosto – diciembre 2022) de la Unidad de Aprendizaje de Álgebra, mostrando una repetición de factores que inciden en la falta de conocimientos previos. Estos errores se han vuelto comunes y han despertado la inquietud de los profesores de la academia de Matemáticas, ya que en los diez y ocho grupos de nuevo ingreso, de cuarenta a cincuenta alumnos siendo la muestra del análisis, se tienen resultados comunes como: la falta de ortografía matemática, propiedades, leyes y axiomas matemáticos.

**Palabras clave**— Notación matemática, errores matemáticos, nuevo ingreso

## Introducción

Los errores matemáticos han sido más comunes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier nivel educativo, los alumnos que son de nuevo ingreso (agosto 2022) y cursan el bachillerato bivalente del CECyT16, se consideraron una problemática con el incremento de estos al realizar actividades o exámenes presenciales, algunos aspectos a considerar pueden ser a la ausencia del profesor presente en clase o la disminución del aprendizaje. Estas generaciones vienen de las clases en línea, diversas causas que argumentaban ambas partes hacían difícil el conocimiento, los errores encontrados van desde la notación errónea, ausencia de conceptos, procedimientos incompletos o errados.

El conocimiento matemático es construido, a través de un proceso de abstracción reflexiva, donde los errores son una posibilidad y una realidad en el conocimiento científico, que resulta necesaria la inclusión de un diagnóstico, detección, corrección y superación de estos mediante actividades (Abrate, R, et. al, 2006). El error puede presentarse por diversas razones, una de las comunes es porque el conocimiento previo adquirido fue inadecuado, es decir, desde educación básica; también hay que tomar en cuenta el contexto, las tareas, el discurso y el formador de este conocimiento. ¿Qué errores matemáticos mostraron los alumnos de nuevo ingreso del ciclo escolar 23-1?

La Matemática es considerada un área fundamental dentro del curriculum escolar, su importancia en el desarrollo del análisis y la comunicación de las ideas; permite desarrollar aspectos como: la creatividad, la capacidad de análisis y síntesis y el razonamiento crítico. (Guerrero, 2015). El Instituto Politécnico Nacional es una institución que forma alumnos desde nivel bachillerato hasta profesionales en diferentes ramas del conocimiento, dentro del modelo por competencias que se imparte en la institución a nivel medio sin importar la rama del conocimiento en todos los semestres y en las siete carreras ofertadas “hay matemáticas” y son el mismo programa de estudio para todas.

Las unidades de aprendizaje de matemáticas ofertadas en los 6 semestres son del área de formación científica, humanística y tecnológica básica, y se ubican en diferentes niveles de complejidad y son de forma obligatoria en las ramas del conocimiento de ciencias físico-matemáticas, ciencias sociales-administrativas y ciencias médico-biológicas.

El enfoque de los programas de estudio permite abordar problemáticas cotidianas estableciendo planteamientos para expresar procedimientos deductivos e inductivos para la resolución de problemas, en las competencias se movilizan diferentes saberes: perceptuales (observación y relación espacial), de comunicación (oral, escrita y gráfica) y la elaboración de conjeturas, abstracción y generalización que se han visto afectadas durante la pandemia en el aprendizaje significativo e integral.

En matemáticas la resolución de problemas permite formar y completar el conocimiento con la identificación del problema, procedimiento y obtención de resultado, para así desarrollar su capacidad de comunicar y se habituó el alumno a diversos medios de expresión matemática: lenguaje natural, simbólico y gráfico, así como el uso de tablas, diagramas y el uso correcto de la notación matemática.

<sup>1</sup> María Mónica García Arroyo es Profesora de la academia de matemáticas del CECyT 16 Hidalgo del Instituto Politécnico Nacional. [mmgarciaa0607@gmail.com](mailto:mmgarciaa0607@gmail.com)

<sup>2</sup> Joaquín Hernández Villaverde es alumno de sexto semestre del CECyT 16 Hidalgo del Instituto Politécnico Nacional. [joaco2005hv@gmail.com](mailto:joaco2005hv@gmail.com)

Se habla de la palabra “error” cuando el alumno realiza una práctica (acción, argumentación, desacierto, concepto o juicio basado en rasgos incorrectos o falsos entre otros) que no es válida desde el punto de vista de la institución matemática escolar, los investigadores en educación matemática sugieren diagnosticar y tratar seriamente los errores de los alumnos, discutir con ellos sus concepciones erróneas, y presentarles luego situaciones matemáticas que les permitan reajustar sus ideas. (Del Puerto, Minnaard y Seminara, 2006, p. 2).

En el análisis de las actividades y evaluaciones que se revisaron de cada alumno se puede comprobar que los alumnos de nuevo ingreso muestran deficiencias desde el nivel básico y los jóvenes de los siguientes niveles su déficit manifiesta de forma significativa la forma de no saber o conocer lo solicitado y de ahí se parte para conocer estos equívocos y sea un área de oportunidad para las futuras generaciones.

Todo proceso educativo y construcción del conocimiento tiene errores (Gamboa, 2019); Engler (2004), menciona: En el proceso de aprendizaje de la matemática, los errores se presentan constantemente; lo que preocupa, en algunas ocasiones, es la persistencia y la masividad de algunos de ellos, los cuales influyen directamente en la construcción de otros contenidos.

Según Carrión (2007), los errores pueden ser esporádicos, es decir, se presentan en forma ocasional, por azar y provocados por descuidos en las producciones del estudiantado, o sistemáticos, basados en conocimientos adquiridos previamente y que favorecen una comprensión distorsionada de los conceptos.

### Descripción del Método

Esta investigación se aplicó en el periodo Agosto 2022 - Diciembre 2022, trabajo de tipo cualitativo (Salgado, 2007) explicativo y descriptivo, pues se explican y describen los aspectos relacionados con los errores y puede ser vista como el intento de obtener una comprensión profunda de los significados y definiciones de la situación tal como la presentan los alumnos, tomándose en consideración los datos obtenidos de los nueve profesores de la Academia de Matemáticas del plantel Hidalgo del IPN. El enfoque de la investigación es no experimental, ya que trata de comprender la realidad identificando la naturaleza profunda de los significados de los actores siendo una investigación de tipo social que se ocupa del contexto, escenario o grupos culturales (Avalos, 2017) pero con una organización metodológica.

Se recolectaron datos con diseño fenomenológico, que se enfocan en las experiencias individuales subjetivas de los participantes y a partir de las percepciones de los profesores y las fotos recabadas de los errores encontrados en los exámenes de tipo diagnóstico que se analizaron de los 18 grupos de primer semestre. La muestra consistió en nueve docentes de la Academia de Matemáticas del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 16, Hidalgo, de nivel medio superior perteneciente al IPN. Dicho plantel tiene diez años siendo foráneo con la característica de ser multidisciplinario con carreras de las tres áreas de conocimiento y siete opciones de carrera terminal, es decir técnicos en: Enfermería, Laboratorista Clínico, Mantenimiento Industrial, Procesos Industriales, Máquinas con Sistemas Automatizados, Comercio Internacional y Administración.

Cada uno de los profesores clasificó y tomo fotografía de los errores encontrados en exámenes o actividades haciendo un banco de evidencias las cuales se reportaron en dos grandes grupos: Conceptuales, no cuentan con el conocimiento, sin distinguirlo; Procedimental, sin estructura, omisión de pasos y notación matemática errónea. Estas fallas fueron tomadas de la siguiente población (Tabla1), siendo los grupos y alumnos atendidos el periodo, con un total de 18 grupos con 649 alumnos.

Grupo	Total alumnos	Promedio	% aprob	% reprob
1IM01	40	4.20	27.50%	72.50%
1IM02	38	3.95	31.58%	68.42%
1IM03	35	1.94	8.82%	91.18%
1IM04	34	2.97	6.45%	93.55%
1IM05	36	3.08	13.89%	86.11%
1IM06	34	2.79	15.15%	84.85%
1IM07	33	2.39	16.13%	83.87%
1IM08	33	2.91	15.15%	84.85%

1IM09	42	5.19	42.86%	57.14%
1IM10	32	3.84	35.48%	64.52%
1IM11	36	6.94	77.14%	22.86%
1IM12	32	5.83	60.00%	40.00%
1IM13	40	4.72	46.15%	53.85%
1IM14	34	4.35	38.24%	61.76%
1IM15	41	6.44	74.36%	25.64%
1IM16	34	2.18	2.94%	97.06%
1IM17	39	7.23	79.49%	20.51%
1IM18	36	6.00	60.61%	39.39%

Tabla 1. Grupos y alumnos de nuevo ingreso atendidos ciclo escolar 23/1, estadística al término del semestre

Todo proceso educativo y construcción del conocimiento tiene errores (Gamboa, 2019); Engler (2004), menciona: En el proceso de aprendizaje de la matemática, los errores se presentan constantemente; lo que preocupa, en algunas ocasiones, es la persistencia y la masividad de algunos de ellos, los cuales influyen directamente en la construcción de otros contenidos.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

De los resultados (tabla 2) se clasificaron los errores siendo un aspecto que los alumnos no saben o no identifican la diferencia entre conceptos, y como se sabe las matemáticas es una herramienta abstracta y esencial para los diferentes contextos, aplicados a diferentes situaciones reales desde el contar el tiempo, el dinero, los pasos, las gotas, entre otros. Las matemáticas son una forma elegante de interpretar un juego extraordinario y poderoso: son lo que tienen que ser. Son el lenguaje que describe nuestro mundo, son una forma de razonar con lógica y elegancia el día a día.

Los errores eventuales se deben a las deficiencias en la construcción de conocimientos previos. Estos errores son originados por aprendizajes erróneos o inadecuados de hechos, destrezas, habilidades y conceptos previos que impiden un apropiado entendimiento de la información. Se incluyen, en esta categoría, aquellos errores que se han producido por alguna discrepancia entre los datos que aparecen en una cuestión y el tratamiento que le ha dado la persona estudiante. (Gamboa,2019)

DESCRIPCIÓN	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<b>Falta del concepto de:</b>	Profesores								
Números racionales	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Números irracionales		x	x	x	x	x	x	x	x
Valor absoluto	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Valor relativo	x	x	x	x	x		x	x	x
Potencia	x	x	x	x	x	x	x	x	x
División	x	x	x		x	x		x	x
Diferencia	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Suma	x	x	x		x			x	x
Multiplicación	x	x	x		x		x	x	x
Expresiones algebraicas	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ecuaciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Propiedades de los números reales	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Términos semejantes	x	x	x	x	x	x		x	x
Signos de agrupación	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Despejar	x	x		x	x	x	x	x	x
Porcentajes	x	x			x		x	x	x
Decimales	x	x			x	x		x	x
Proporción	x	x	x	x	x		x	x	x

Tabla 2: Clasificación de errores en la falta de la identificación del concepto

La matemática es la ciencia de la estructura, los algoritmos, los modelos, el orden y los patrones repetitivos que se basa en contar, medir, interpretar y describir las formas. Su objeto de estudio son las magnitudes, las cantidades y los cambios de estas en el tiempo y el espacio.

Como segunda clasificación se determinaron los *errores por procedimientos incompleto* (Tabla 3) que pueden ser saltos, omisiones, no contar con la estructura solicitada (datos, fórmula, procedimiento, sustitución y resultado) se considera que es por la falta de revisar la rúbrica de evaluación de los ejercicios propuesta por la academia (Tabla 4).

DESCRIPCIÓN	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<b>Procedimientos incompletos de:</b>	Profesores								
Operaciones básicas de racionales	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Operaciones básicas de números enteros	x	x	x	x	x			x	x
Operaciones básicas de polinomios	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eliminación de signos de agrupación	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Jerarquía de operaciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realización de diagramas, dibujos y/o esquemas.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Operaciones con números decimales	x	x	x		x			x	x
Proporciones directas e inversas.	x	x	x	x	x		x	x	x

Tabla 3: Errores detectados en la ejecución del procedimiento

Los *errores por inferencias o asociaciones* incorrectas (figura 1) son originados al aplicar reglas y propiedades reconocidas por esquemas similares o por deducir que son válidas en contextos análogos o relacionados. En estas circunstancias, el alumno es consciente de que la situación planteada es diferente de otras abordadas, pero “inventa” nuevas reglas o deriva la validez de las que conoce de otras situaciones para el caso que está tratando. (Gamboa, 2019).

$$F) E_x \text{ resp } y$$

$$x^2 + y^2 + 8y + 7 = 0$$

$$x^2 + 7 + x^2 + 8y = 0$$

$$x^2 + 7 = 0$$

$$x^2 = \frac{7}{0}$$

$$E_x(7, 0)$$

Figura 1. Error a identificar la variable a despejar

RÚBRICA DE EJERCICIOS				
DESCRIPCIÓN	0.25	0.50	0.75	1
<b>Datos</b>	Sin DATOS correspondiente al ejercicio	Muestra solo los DATOS	Muestra el 50% de los datos e incógnitas a resolver.	Están todos los datos e incógnitas del problema.
<b>Fórmulas</b>	Identifico y aplicó el 10% de las fórmulas a emplear.	Identifico el 50% de las fórmulas a emplear.	Identifico el 75% de las fórmulas a emplear	Identifico el 100% de las fórmulas a emplear.
<b>Sustitución de fórmulas.</b>	Sustituyo el 25 % de las fórmulas.	Aplicó el 50% de las Fórmulas de forma correcta	Aplicó el 75% de las fórmulas de forma correcta	Aplicó el 100% de las fórmulas de forma correcta y congruente
<b>Justificación teórica.</b>	La justificación no es clara en de la solución.	Justifica el 25% de los pasos en la solución.	Justifica el 50% de los pasos en la solución.	La justificación es precisa mostrando la congruencia de la solución.
<b>Desarrollo y/o Procedimiento</b>	Realizo el 25% de las operaciones respetando la jerarquía aritmética. Y las propiedades y axiomas matemáticos.	Realizo el 50% de las operaciones respetando la jerarquía aritmética. Y las propiedades y axiomas matemáticos.	Realizo el 75% de las operaciones respetando la jerarquía aritmética. Y las propiedades y axiomas matemáticos.	Realizó el 100% de las operaciones respetando la jerarquía aritmética, las propiedades y axiomas matemáticos.
<b>Gráfica</b>	Sólo identificó los datos, numeración y los ejes de coordenadas.	Identificó el 50% de los datos, numeración y los ejes de coordenadas. Sólo bosquejo	Identificó los datos, numeración y los ejes de coordenadas, el gráfico, no corresponde al ejercicio.	Identifico el 100% de los datos, numeración y los ejes de coordenadas. Gráfico corresponde al ejercicio
<b>Resultado</b>	Solo muestra el resultado.			Muestra el resultado y la discusión de forma correcta interpretándolo de acuerdo con el ejercicio.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación de la academia, CECyT 16 Hidalgo, 23/1

Se sabe de varios autores y cada país tiene un tipo de nomenclatura, sin embargo, de acuerdo a diferentes textos se ha revisado que la notación o lo más simple el hecho de colocar de forma correcta las literales, exponentes, signo, o coeficientes es algo repetitivo y observable. Gamboa (2019) dice: “*Errores debidos al lenguaje matemático.* Estos errores son producto de una traducción incorrecta de hechos matemáticos definidos en un lenguaje natural a otro matemáticamente más formal, o de un lenguaje simbólico a otro simbólico distinto” (Tabla 5).

TIPO DE ERRORES Y CLASIFICACIÓN						
No. de pregunta	Total, de errores por pregunta según su clasificación	Errores debidos al lenguaje matemático según Abrate et al. (2006)	Errores debidos a inferencias o asociaciones incorrectas.	Errores debidos a la recuperación de un esquema previo según Abrate et al. (2006)	Errores debidos a cálculos incorrectos o accidentales según Abrate et al. (2006)	Errores eventuales debidos a deficiencias en la construcción de conocimientos previos o la ausencia de estos.
1	20	0	6	0	4	10
2	24	0	8	0	5	11
3	24	5	8	1	10	0
4	21	0	0	0	14	7
5	22	3	2	2	10	5
total	111	8	24	3	43	33

Tabla 5: Análisis y clasificación del Tipo de errores del examen diagnóstico del grupo 1TM12

### Conclusiones

Los conocimientos de matemáticas, así como las diferentes competencias que se adquieren en la educación básica llámese primaria o secundaria, demuestra con estos resultados un déficit o carencia en estos; aunado con la creencia de que son difíciles o el profesor no sabe enseñar o su dicho de “no entiendo”, con estos antecedentes se buscan varias formas para intervenir en esa área de mejora.

El estudio de los errores debería ser un tema principal en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, donde el profesor identifique las deficiencias que el alumno no ha logrado comprender, ya que no solo se trata de dar un puntaje, si no de ver la estrategia adecuada para poder modificar o mejorar la deficiencia detectada.

El uso de la notación matemática de forma adecuada permite interpretar y realizar las operaciones estableciendo prioridades en la realización de actividades o exámenes; también las inferencias correctas ocasionan que el alumno aplique propiedades cuando corresponda como leyes de exponentes en las operaciones con polinomios.

Se tiene la confianza que al explicar al alumno el origen del concepto y el ¿por qué? se debe de llevar un procedimiento en específico ayude a que el aprendizaje sea significativo y conforme se presente un problema a cualquier nivel pueda resolverlo de forma eficaz y eficiente, por lo que las actividades propuestas para el semestre 23/1: 1) realización de actividades aritméticas transversales al curso de álgebra, reforzando lo que aún está en ausente en cada alumno de nuevo ingreso, 2) tutoría entre pares en contrarturno de prestantes de servicio social, 3) tutoría de regularización realizada por profesores, 4) tutoría individual para los alumnos que cursaron y recurieron y aún no han aprobado, 5) cursos en polivirtual (modalidad en línea) principalmente.

### Recomendaciones

El estudio universal de las matemáticas a cualquier nivel trae consigo un estudio a largo plazo, sin embargo, durante la pandemia se estanco o deterioro el aprendizaje ya que se adquirieron una infinidad de trampas y vicios para la aprobación de las Unidad de Aprendizaje, y al regreso mixto y/o presencial se ha manifestado la necesidad de integrar tutorías para evitar el rezago y el aumento del índice de reprobación. Por lo que es importante que esta brecha generacional de la pandemia sea atendida con conciencia y dedicación ya que las deficiencias en el estudio de las matemáticas están palpables y son estos los futuros profesionistas que estarán a cargo de las diferentes ocupaciones laborales.

### Referencias

Abrate, R. (2006). Errores y dificultades en matemáticas. Análisis de causas y sugerencias de trabajo. Recuperado de: <https://docplayer.es/10747249-Errores-y-dificultades-en-matematica-analisis-de-causas-y-sugerencias-de-trabajo.html>

Avalos, A. (2017). De la Etnografía o cómo lograr que la escuela te sorprenda hasta quitarte el aliento. Herramientas metodológicas de la investigación construcciones para la práctica de la gestión escolar en la formación inicial de la educación básica. Cd. de México, México: ENSM.

Del Puerto, S.; Minnaard, C., Semina, S. (2004-2005): “Errores en el aprendizaje de las Matemáticas”, Elementos de Matemática, publicación didáctica-científica de la Universidad CAECE, 1ª parte: 19 (74), pp. 5-18, 2ª parte: 19(75).

Engler, A. G., Müller, D., (2004). Los errores en el aprendizaje de matemática. Revista Premisa, 6(23), 23-32.

Gamboa, A. R., Castillo, S. M., Hidalgo, M. R. (2019). Errores matemáticos de alumnos que entran a la universidad. Redalyc, Scielo, 19(1), DOI 10.15517/aie.v19i1.35278

Salgado L.A. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. Revista Scielo Liberabit. 13 (13). Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-48272007000100009](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009)

### Notas Biográficas

La **Dra. en E. María Mónica García Arroyo** es docente investigador del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 16 “Hidalgo” perteneciente al Instituto Politécnico Nacional. La profesora es miembro fundador del plantel y se ha desempeñado durante 25 años en el área de matemáticas, cuenta con dos maestrías en Ingeniería Ambiental y en Desarrollo en Competencias Docentes, su doctorado en Educación es por parte de la Universidad de España y México, además es autora de diversos artículos para Congresos Nacionales e Internacionales, también participa en programas institucionales como tutorías, proyecto aula; actualmente es presidente de academia y ha desarrollado Proyectos de Investigación registrados ante la SAPPI\_IPN en el área de toma de decisiones, elección de carrera, competencias matemáticas, fracciones y sus complicaciones, errores matemáticos, aprendizaje móvil entre otros.

Tec. **Joaquín Hernández Villaverde** alumno de sexto semestre en la carrera de Técnico en Comercio Internacional en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.16 "Hidalgo" perteneciente al Instituto Politécnico Nacional. El alumno es miembro del Noveno Consejo Técnico Consultivo Escolar del CECyT 16 "Hidalgo", también cuenta con diferentes participaciones en concursos académicos del área de matemáticas y ciencias sociales administrativas, en 2022 ganador del primer lugar en la Olimpiada Mexicana de Matemáticas Hidalgo (OMMH), y actualmente seleccionado por pase directo para el concurso nacional Carl Friedrich Gauss 2023, además de una participación en televisión nacional en la trigésima temporada del concurso "A la cachi cachi porra", programa académico del IPN.

# Auditoria a los Recursos para el Examen de Selección Institucional de Nuevo Ingreso

Dr. Carlos García Franchini<sup>1</sup>, M.C. Martha Alvarado Arellano<sup>2</sup>, Dra. María Adelina Cruz Rodríguez<sup>3</sup>, Dr. José Óscar Laguna Cortés<sup>4</sup> y M.C. Beatriz Pérez Rojas<sup>5</sup>

**Resumen**— Las instituciones tienen la necesidad de emplear instrumentos de evaluación para la selección de aspirantes de nuevo ingreso. Cuando se emplea estructura institucional, los recursos académicos y tecnológicos se ponen a disposición del proceso y previo a la evaluación a los estudiantes, resulta necesario realizar una auditoría a los instrumentos. Esta auditoría muestra una correcta imagen institucional que comprende los siguientes criterios: Áreas, Número de reactivos, Estructura del examen, Redacción, Tipográfica y gráficos, Lenguaje, Revisión gramatical y Corrida de prueba.

Después de desarrollar la auditoría del instrumento de evaluación de aspirantes se corrigieron diversas desviaciones en los ocho criterios, el equipo de trabajo logró que la institución experimentara un proceso exitoso y de calidad, con un instrumento uniforme y confiable, por lo que resulta importante difundir la experiencia, considerando que el objetivo de todo producto institucional es promover la calidad de la ingeniería, sus egresados y la educación en general.

**Palabras clave**—evaluación, selección, auditoría, examen.

## Introducción

La selección de los aspirantes de nuevo ingreso para las diferentes carreras o instituciones son una actividad importante en el caso en que el número de futuros estudiantes rebasa al cupo estimado por el seleccionador. Son múltiples los motivos que delimitan el nuevo ingreso, pero en la mayoría de los casos están asociados a motivos políticos y administrativos. En la educación pública el sentido de la calidad y de la equidad modulan la estrategia de selección basados en su propio concepto de justicia social y de no discriminación.

En este sentido, previo a la selección, existe un punto de decisión de parte del alumno relacionado con la selección no solo de carrera, sino también de institución y en muchos casos aún de país debido a la movilidad internacional que se da en muchas zonas de orientación global o cercanas a la frontera, aunque en la mayoría de los casos estos dos últimos factores está delimitados grandemente por los recursos económicos disponibles.

Según Sánchez et al (2020) los procesos de admisión a la educación superior son evaluaciones sumativas de alto impacto para los aspirantes, por lo que requieren evidencia de validez para que las inferencias que se hagan de los resultados sean apropiadas. Adicionalmente, el mismo Sánchez citando a Cizek y Delgado Maldonado, añade que dichas evaluaciones tienen consecuencias y el potencial de generar efectos importantes en las personas que los toman, entre los efectos referidos se tienen económicos, sociales, educativos e incluso en la salud física y mental de los sustentantes y sus familiares, por lo cual resulta importante analizarlos con más rigor.

Queda claro que dependiendo del país y de la región que se trate, existen instituciones que son ampliamente elegidas por los estudiantes por sobre las demás, cuyas decisiones están orientadas por la percepción del prestigio de las mismas, pero sobre todo por razones económicas familiares.

Sin embargo, ajeno al impacto familiar que implica que un estudiante acceda o no a la institución o carrera elegida, desde la óptica de la institución la selección adecuada de los aspirantes implica también acrecentar su prestigio e incrementar algunos otros indicadores relacionados con el egreso y la disminución de la deserción.

En este trabajo no se discute sobre esos indicadores, sino sobre la importancia de la auditoría que se debe realizar sobre los recursos e instrumentos empleados para la selección como objetivo, revisando que tome en cuenta los diferentes factores sociales, académicos, culturales y económicos que afectan el proceso de elección de parte de la comunidad acoplándolos a los propios requerimientos institucionales y los objetivos de la selección. Bajo esta premisa,

<sup>1</sup> Dr. Carlos García Franchini. Profesor de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [carlos.garcia@puebla.tecnm.mx](mailto:carlos.garcia@puebla.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.C. Martha Alvarado Arellano. Profesora de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [martha.alvarado@puebla.tecnm.mx](mailto:martha.alvarado@puebla.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Dra. María Adelina Cruz Rodríguez. Profesora de Ciencias Económico-Administrativas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [adelina.cruz@puebla.tecnm.mx](mailto:adelina.cruz@puebla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Dr. José Óscar Laguna Cortés. Profesor de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [jose.laguna@puebla.tecnm.mx](mailto:jose.laguna@puebla.tecnm.mx)

<sup>5</sup> M.C. Beatriz Pérez Rojas. Profesora de Sistemas y Computación en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [beatriz.perez@puebla.tecnm.mx](mailto:beatriz.perez@puebla.tecnm.mx)

nuestra hipótesis es que se ha seguido un proceso ordenado de diseño e implementación y que la auditoría concluye que el instrumento no es discriminante y es congruente con los procesos de selección de aspirantes. El proceso de investigación es no experimental, mixto en términos cualitativo-cuantitativo y comparativo respecto de las normas predeterminadas. El objeto de estudio es el proceso de desarrollo del examen de selección de aspirantes en una institución de educación superior tecnológica, de la cual por secrecía se omite su denominación y ubicación.

### Antecedentes

En las últimas décadas la selección de un programa educativo del nivel superior educativo por parte de los aspirantes está altamente orientado por las oportunidades ocupacionales de sus egresados, a la par de la percepción de su éxito económico, por lo cual los estudiantes frecuentemente se enfocan un muy pequeño número bien conocido de programas de estudio (Piepenburg et al., 2021), aunque tal decisión normalmente se toma con información deficiente e inexacta.

Por otro lado la agenda globalizadora y de antidiscriminación respecto de género, religión, raza, entre otros han ampliado el concepto de diversidad, por lo cual el lenguaje actual se ha moderado para respetar y dar acceso con igualdad ante la diversidad (Pineda, 2022), paralelamente el lenguaje usado debe ser lo más universal posible, es decir debe ser ajeno a regionalismos e interpretaciones que lastimen dicha diversidad, sobre todo en instituciones de carácter global o que reciban gran cantidad de estudiantes internacionales (Yang et al., 2022).

Guzmán (2011) estudió el caso mexicano de la UNAM y señala que para el ciclo escolar 2006-2007 el concepto de igualdad de oportunidades de acceso a la educación se considera muy limitado, ya que existen evidencias de que no basta con abrir más lugares en el sistema educativo mexicano, sino que es necesario garantizar una educación de calidad y buenos resultados educativos, ya que los resultados de la selección muestran que estadísticamente las mayores probabilidades de ingreso se dan para los hombres, de origen socioeconómico medio y alto, que tienen un alto promedio en el bachillerato, que estudiaron en escuelas privadas y que tienen más acceso a recursos culturales y educativos.

En cuanto a los instrumentos de selección se priorizan los exámenes (Sánchez et al., 2020) y en muy pocas ocasiones se emplean otro tipo de instrumentos como entrevistas, prácticas y otros, mientras en cuanto a los contenidos se ha dado más importancia al qué y cuanto sabe el aspirante, dejando de lado la detección de indicadores de competencias conductuales, es decir, la educación superior se centra en evaluar conductas básicas como memorizar e identificar, dejando de lado las habilidades que permitan promover el proceso de aprender a aprender (Bazan et al., 2002), según el propio Bazan citando a Santoyo indica que en el análisis de habilidades científicas y profesionales se debe considerar que éstas comprenden manejo de procedimientos, técnicas, algoritmos, diversos elementos de deducción y verificación de hipótesis, así como estrategias de razonamiento analógico para lo cual se deben organizar en cuatro aspectos generales: 1) competencias de conocimientos básicos y de comprensión; 2) evaluación, análisis que implica utilizar evidencias y argumentos para explicar un fenómeno; 3) intervención, búsqueda de estrategias para la solución de un problema de acuerdo con un plan predeterminado y 4) análisis de procesos o congruencia, que implica integrar las habilidades de evaluación e intervención, estableciendo una relación lógica entre problema, método y teoría.

Desde una óptica diferente, en el 2021, Trejos señala en un estudio, que para la selección de aspirantes resulta crucial y muy importante tomar en cuenta que la institución atienda las necesidades y problemas que tiene la sociedad, así como los perfiles laborales existentes, de tal forma que aspire a lograr que las personas obtengan un cierto grado de formación de tal forma que puedan realizar de manera confiable, ética y responsable sus futuros empleos, para tal efecto establece que el planteamiento de la selección se debe fundamentar en un modelo 4Q en las que los sustentantes se clasifican en cuatro sectores dominantes: lógico, secuencial, imaginativo y humanista, es decir establece que resulta crucial no solo seleccionar sino orientar y perfilar al sustentante hacia un perfil de programa de ingeniería.

Otros autores (Salazar et al., 2015 y Oviedo et al., 2005) orientan la selección de aspirantes en sentido de contar con un instrumento confiable según la teoría clásica de la medición en donde la validez y la confiabilidad son cruciales, el primer concepto es asociado a que la cuantificación sea exacta y el segundo a que el instrumento mida lo que dice y que sea estable en el tiempo. Bajo esta última orientación y con la guía establecida por la *American Educational Research Association* (AERA) citada por Sánchez (2020) para el desarrollo de exámenes objetivos, la validez del instrumento se integra en 12 componentes:

1. Plan general y global del examen,
2. Definición del dominio y declaraciones que se harán sobre los resultados,
3. Especificaciones del examen,
4. Desarrollo de los ítems,

5. Diseño y montaje del examen,
6. Producción del examen,
7. Aplicación del examen,
8. Calificación del examen,
9. Establecimiento de punto de pase,
10. Reporte de resultados del examen,
11. Seguridad del examen y banco de reactivos,
12. Reporte técnico de la prueba.

### **Descripción del Método**

Inicialmente para el desarrollo del instrumento se tomaron en cuenta las políticas públicas respecto de la selección de aspirantes en las instituciones públicas federales de educación superior tecnológica, que comprenden indicaciones directas sobre:

1. Disminuir los costos de la aplicación,
2. Evitar cualquier componente de discriminación e inequidad y
3. Todos los jóvenes egresados del bachillerato tiene derecho a la educación superior.

Bajo estos tres puntos rectores, la primera decisión fue reducir los costos directos, por lo en contraparte de que tradicionalmente se había contratado el examen estandarizado aplicado y revisado por el CENEVAL, se optó por realizar un instrumento propio diseñado y elaborado por profesores de la institución, y contratar los servicios de hospedaje y aplicación del instrumento en una empresa externa para limitar la posible manipulación interna de las variables resultantes y tener una selección equitativa dependiente directamente de los resultados obtenidos del instrumento.

El primer punto fue invitar a los profesores de las academias de Ciencias Básicas y Económico-Administrativa, así como del área pedagógica del Departamento de Desarrollo Académico, para la discusión de los componentes que debería cumplir la evaluación. Se inscribieron 11 profesores libremente con lo cual se estableció el equipo de diseño y desarrollo, mismo que se capacitó en diseño de reactivos mediante un curso institucional. La primera decisión colegiada que se tomó fue el objetivo de la selección y el segundo punto los contenidos que deberían incluirse en la evaluación de selección.

Respecto del primer punto y debido al punto 3 de las políticas públicas, se consideró que éste es un ordenamiento directo, por lo que la selección se vería orientada al ordenamiento de los aspirantes en términos de la calificación numérica obtenida en la evaluación y que el equipo no intervendría en el proceso de selección, ya que la cantidad de aceptados depende directamente del cupo definido por el uso de los recursos e infraestructura para cada carrera en los procesos de planeación institucional, por tanto se resume que el objetivo del instrumento de evaluación es ordenar de mayor a menor a los aspirantes con base en la calificación registrada por el instrumento.

En cuanto a los contenidos del instrumento se consideró que las competencias base para el mínimo desempeño aceptable de un alumno egresado del bachillerato son: competencias de dominio matemático, competencias de dominio del lenguaje y competencias de comprensión de la lectura, debido a que no debe haber discriminación por motivos del bachillerato de egreso ni de las calificaciones obtenidas en el mismo, siempre que el aspirante cubra el requisito del egreso y contar con su certificado oficial, cubriendo a todos los formatos del bachillerato (abierto, pedagógico, físico-matemáticas, económico-administrativas, sociales, general, químico-biológicas, humanísticas, entre otras opciones) y de las carreras elegida por el aspirante.

Debido que las carreras institucionales se dividen en ingenierías y licenciaturas del área económico-administrativas, mismas que requieren diferente nivel de desempeño en el dominio de las competencias matemáticas, se decidió segmentar el instrumento de selección en esas dos ramas, es decir se aplicaría un instrumento con diferente contenido en el área de dominio matemático, considerando que este hecho no es discriminatorio, sino de desempeño académico orientado a disminuir la reprobación debido a deficiencia por escaso dominio de los contenidos no cubiertos en el bachillerato para los aspirantes a las ingenierías que implican conocimientos básicos de precálculo, es decisión del aspirante elegir una ingeniería aunque su bachillerato no haya sido “afín” a ella.

Con este preámbulo los temas y subtemas elegidos fueron:

- Área dominio de competencias matemáticas:
  - Aritmética, Problemas de aritmética, Lógica, Álgebra, Problemas de álgebra, Geometría, Geometría analítica y Precálculo.
- Área dominio de competencias del lenguaje:

- Lenguaje, Ortografía, Gramática, Comprensión de la lectura y definiciones básicas de Administración y Contabilidad.

En particular el tema de Precálculo solamente fue considerado como competencia básica para las ingenierías, mientras las definiciones básicas de conceptos de área de Administración y Contabilidad lo fueron para las licenciaturas en ciencias económico-administrativas.

Con estas definiciones se procedió al diseño de los reactivos subdivididos en dos equipos de profesores especialistas en las dos áreas del conocimiento, se revisaron y se entregaron al equipo de la empresa para su carga en el sistema de aplicación.

Mientras se realizó la carga de los reactivos, el equipo discutió la mecánica de la aplicación y calificación del instrumento y finalmente se realizó la auditoría al sistema para verificar su confiabilidad hasta este punto.

### Resultados

Normalmente la aplicación del examen de selección se realizaba institucionalmente de manera presencial previo al 2020, al contar con un instrumento propio la aplicación se diseñó para realizarse en línea, hecho que ante el advenimiento de la pandemia de la COVID-19, coincidió su diseño con la modalidad del asilamiento social y permitió que institucionalmente este proceso se realizara exitosamente de acuerdo a los parámetros de sanidad establecidos, es decir la selección no se vio afectada por la pandemia.

En la tabla 1 se muestra el número de reactivos realizados para cada área del conocimiento, mismos que se realizaron con redacción en segunda persona hablando de “tú” al estudiante sin perder la formalidad y considerando solamente reactivos de opción múltiple, con una sola opción correcta y tres consideradas como distractores de acuerdo a las normas conocidas de las pruebas objetivas.

En la tabla 2, bajo las mismas características, se presenta el resumen sobre los reactivos del área de dominio del lenguaje y administración.

Área de dominio de competencias Matemáticas	Número	Porcentaje
Aritmética	19	7.8
Problemas de Aritmética	13	5.3
Lógica	18	7.4
Geometría	32	13.1
Geometría Analítica	22	9.0
Álgebra	93	38.1
Problemas de Álgebra	10	4.1
Precálculo	36	14.8

Tabla 1: Número y porcentaje de reactivos del área de dominio de competencias matemáticas.

Área de dominio del Lenguaje y Administración	Número	Porcentaje
Lenguaje	30	22.6
Ortografía	20	15.0
Gramática	44	33.1
Comprensión de la lectura	18	13.5
Administración y contabilidad	20	15.0

Tabla 2: Número y porcentaje de reactivos del área de dominio del Lenguaje y Administración.

Una vez cargados los reactivos y accediendo a la base de datos de la compañía contratada se realizó la auditoría encontrando los siguientes resultados correspondientes a los reactivos realizados por el equipo:

1. El banco de reactivos instalado cuenta con 376 reactivos inéditos, de los cuales 244 corresponde al área de matemáticas, 113 al área de dominio del lenguaje y 20 al enfoque administrativo.
2. De los 244 reactivos de matemáticas, 42 son exclusivos para los aspirantes de ingeniería y 202 están disponibles para ambas áreas: ingeniería y ciencias económico-administrativas.
3. Los 113 reactivos del dominio del lenguaje están disponibles para aplicarse en ambas áreas.
4. Los 20 reactivos de enfoque administrativo están disponibles exclusivamente para aspirantes a ciencias económico-administrativas, y de ser necesario se pueden aplicar a los aspirantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.

5. Los reactivos del área de dominio de competencias matemáticas se distribuyen en los contenidos mostrados en la Tabla 1, en la que es importante considerar que los temas de problemas son enunciados contextuales que consideran aplicaciones cotidianas, por lo que se amplía la suma en aritmética a 32 y en álgebra 103, equivalentes a 13.1% y 42.2%. Los porcentajes se consideran adecuados dado que son las áreas más importantes del dominio de prerrequisitos para la licenciatura, en la gráfica de la Figura 1 se observa visualmente los mismos datos.

6. En cuanto a los 133 reactivos del área de dominio de la lengua, se distribuyen como se indica en la Tabla 2 correspondiente visualmente a la Figura 2.

7. En la revisión general de auditoría se realizó la unificación y correcciones de los siguientes criterios en los enunciados y opciones de respuesta:

- Unificar todos los enunciados al mismo formato de segunda persona en los cuestionamientos.
- Uniformizar tipografía en todas las ecuaciones (código de MathJax usado por la empresa en el sistema).
- Unificar formato en todos los enunciados.
- Corregir puntuación en todos los reactivos.
- Corregir enunciados sintácticamente.
- Corrección ortográfica.

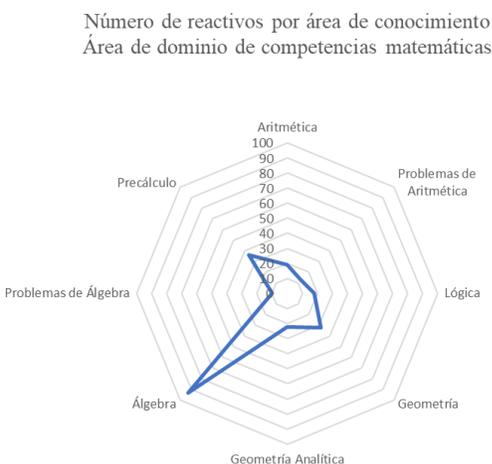


Figura 1. Distribución de reactivos de matemáticas.

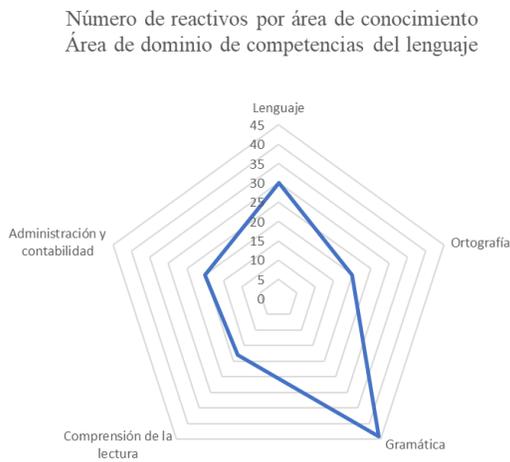


Figura 2. Distribución de reactivos de competencias del lenguaje.

8. Se hicieron 430 correcciones en los 6 rubros enunciados en el punto 7, mismas que no comprometían la calidad de banco de reactivos, solamente 2 se consideraron graves en igual número de preguntas. Se corrigieron todas las desviaciones encontradas, con lo que la integridad, homogeneidad y calidad del banco nunca estuvo comprometida, desde luego considerando que los hallazgos más delicados correspondían al aspecto matemático generado con MathJax.

### Conclusiones

La aplicación de la Auditoría a partir del momento de inicio de su planeación, representó un conjunto ordenado de toma de decisiones y de desarrollo de actividades de acción positiva para llevar a buen fin el proceso, por lo cual el equipo de trabajo considera justificadas cada una de las acciones realizadas y el logro adecuado del objetivo planteado y por tanto cubierta la hipótesis de partida.

En primera instancia concluimos que para el diseño del instrumento sí fueron tomados en cuenta los perfiles de los espacios de desarrollo profesional, ya que están considerados en el análisis de factibilidad de las propias carreras de la institución y estas cubren pertinentemente la demanda laboral del entorno, por lo que el proceso de selección no está dirigido a reorientar carreras ni a difundirlas, por tanto los contenidos del examen sí se prepararon conforme a los requerimientos propedéuticos de las carreras que atiende la institución. Adicionalmente, existe reconocimiento social al desempeño de la institución por lo que se excluye como una componente de la selección la posibilidad de evaluar las preferencias de los estudiantes con relación a otras instituciones, para lo cual es importante realizar otro proceso de

investigación ajeno a la selección de aspirantes. Un indicador base para dicha afirmación es el hecho de que todos los lugares abiertos para los aspirantes son cubiertos por los mismos, es decir existe un porcentaje de rechazo mayor al 20% en el caso más crítico (la carrera menos favorecida como opción) debido a la falta de disponibilidad de espacios.

Con relación a las consecuencias negativas al estudiante al no contar con una selección positiva, como lo señala Sánchez (2020), la institución las amortigua mediante la promoción y desarrollo de un curso de reforzamiento a lo largo del semestre para desarrollar las competencias no alcanzadas de tal forma que al concluirlo, los aspirantes son incluidos en el nuevo ingreso del siguiente ciclo semestral. Este punto permite a su vez mitigar cualquier posibilidad de discriminación, es decir la aplicación del examen y su diseño. También suma en este tópico la revisión del lenguaje inclusivo y universal en el contenido, lo que nos permitió asegurarlo mediante la auditoría, evitando a su vez los regionalismos y modismos, de tal forma que el lenguaje fuese entendido por todos los sustentantes.

En cuanto a la estructura del examen, y comparados con la propuesta de Bazan (2002), el examen sí incluye en un 9.4% el desarrollo de problemas y no solamente situaciones memorísticas, el resto de los reactivos del área matemática corresponde con ejercicios y en ningún caso son preguntas sobre conceptos memorísticos. Por otro lado, también fue considerada la competencias de comprensión de la lectura en un 13.5% y destaca el 22.6% de reactivos en comprensión del lenguaje.

Quedó claro en el desarrollo del instrumento que para alinearlos a las políticas públicas el único objetivo del proceso es la selección de los aspirantes, no en términos de establecer un punto de corte por la calificación obtenida (típico del proceso de calificación pasa-no pasa), si no para lograr un ordenamiento de mayor a menor en función de la calificación promedio obtenida, sin emplear los datos pretendiendo inferir la posibilidad de concluir su carrera, lo cual se consideró implica un estudio longitudinal del desempeño de la cohorte seleccionada por el instrumento, investigación que queda en proceso a desarrollarse a lo largo de los siguientes cinco años, que es el tiempo esperado de egreso de los ahora aspirantes.

Destaca el hecho de que el proceso de desarrollo y planeación fue establecido por el equipo de trabajo, pero al auditarlo y compararlo contra la propuesta de proceso de AERA señalada por Sánchez (2020), se encontró una coincidencia total hasta el sexto punto, (1. Plan general y global del examen, 2. Definición del dominio y declaraciones que se harán sobre los resultados, 3. Especificaciones del examen, 4. Desarrollo de los ítems, 5. Diseño y montaje del examen, 6. Producción del examen), está resuelto el 11. Seguridad del examen y banco de reactivos, no se requiere el 9. Establecimiento de punto de pase; y el resto depende de la aplicación y a la fecha ya se han realizado en el mismo orden (7. Aplicación del examen, 8. Calificación del examen, 10. Reporte de resultados del examen, 12. Reporte técnico de la prueba).

En conclusión, fue una excelente decisión la auditoría del Banco de reactivos del examen de selección de aspirantes 2021 para asegurar la calidad e imagen institucional, ya que permitió dar una mejor uniformidad y calidad visual a la presentación de éste. En descargo de la empresa es importante mencionar que los aspectos citados en el numeral 7 de los resultados de la auditoría, son más una condición de calidad institucional y no necesariamente de la actividad de la empresa con la cual realizamos coordinada y satisfactoriamente esta actividad técnica.

## Referencias

- Bazán, A. y García, I. "Relación estructural de indicadores de ingreso y permanencia, y el dominio de habilidades metodológico-conceptuales en cuatro grupos de estudiantes de educación", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), Vol. XXXII, núm. 2, 2º trimestre, 2002, pp. 105-122. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27032205>.
- Guzmán, C., y Serrano, O. V. " Las puertas del ingreso a la educación superior: el caso del concurso de selección a la licenciatura de la UNAM", *Revista de la Educación Superior*, Vol. XL (1), No. 157, enero - marzo de 2011, pp. 31-53.
- Piepenburg, J. y Fervers, L. " Do students need more information to leave the beaten paths? The impact of a counseling intervention on high school students' choice of major, *Revista Higher Education* (2022) 84:321–341, Springer. <https://doi.org/10.1007/s10734-021-00770-z>.
- Pineda, P. y Mishra, S. " The semantics of diversity in higher education: differences between the Global North and Global South", *Revista Higher Education*, Springer, 3 de mayo 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00870-4>.
- Sánchez, M., García, M., Martínez, A. y Buzo, E. "El Examen de Ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México: Evidencias de Validez de una Prueba de Alto Impacto y Gran Escala", *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2020, 13(2), 107-128. <https://doi.org/10.15366/rie2020.13.2.006>.
- Trejos, O. I., Muñoz, L. E. y Solarte, G. R. "Aplicación del modelo 4Q para seleccionar aspirantes a Ingeniería de Sistemas a partir del perfil profesional y ocupacional", *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, Vol. 15, no. 29, enero-junio de 2021, páginas 37-45. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.1703>.
- Yang, S., Ye, X. y He, D. "Global pathways: new evidence on the international graduate school choice of Chinese outbound students", *Revista Higher Education*, Springer, 28 de noviembre 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00979-6>.

## Análisis de Validez de los Reactivos del Examen de Selección

Dr. Carlos García Franchini<sup>1</sup>, M.C. Martha Alvarado Arellano<sup>2</sup>

**Resumen**— El Banco de reactivos institucional para selección de aspirantes radica su robustez en el análisis de su primera aplicación considerada pilotaje y aplicación real. Definidos estadísticos y significados asociados desde la óptica de la selección y con punto de partida en la información obtenida se evaluaron individual y globalmente los reactivos considerando que el diseño implicó no limitar el número de reactivos que podía resolver cada alumno, para lo cual se obtuvieron datos relacionados con su factor de utilización, su impacto en los deciles más altos y bajos, análisis de dificultad de acuerdo con el indicador-p, calidad de los distractores en análisis global, calidad de la discriminación del reactivo y el índice de discriminación intercuartil e interdecil. Con el análisis de la información se desarrolló una descripción pormenorizada de cada reactivo, lo que permitió proponer una estrategia permanente para ir fortaleciendo de manera incremental el banco de reactivos institucional.

**Palabras clave**—instrumentos, selección, índices, reactivos.

### Introducción

De acuerdo con Agnihotri (Anderson *et al*, 2023), los cambios tecnológicos han jugado siempre un rol muy importante en el progreso humano. Desde el poderoso advenimiento de la telefonía móvil, nuevas tecnologías han continuamente influenciado a la sociedad, sus actividades económicas y el cómo ésta se organiza. Este desarrollo no excluye a los aspectos educativos ya que por medio de esos desarrollos se encuentran nuevas formas de coadyuvar el proceso educativo en todas sus aristas. A su vez, con estos apoyos se ha permitido potenciar el desarrollo de las instituciones educativas por medio de implicaciones normativas que han permitido asumir nuevos esquemas exitosos para asegurar la calidad de la educación en todos sus niveles, así como su rol en la sociedad del conocimiento (Rider, 2021).

Las escuelas dentro de sus objetivos, y en particular en la educación superior, tienen marcado el egreso de sus estudiantes bajo una promesa de éxito que debe de observarse en sus competencias de egreso al integrarse plenamente a la sociedad productiva y potenciar el desarrollo de la sociedad, pero para ello habrán de cuidarse todos los aspectos del tránsito de los estudiantes a lo largo del proceso educativo desde su primer punto de contacto. Este punto inicial es comúnmente el proceso de selección, pero ¿por qué las instituciones deben de seleccionar a sus aspirantes?

El primer aspecto que se discute normalmente y considerado como el más importante es el relacionado con la calidad de los egresados para coadyuvar en el desarrollo de la sociedad, para lo cual los procesos institucionales se estructuran para seleccionar a los mejores bajo la premisa de con esa condición inicial se obtendrán mejores resultados académicos.

Paralelamente la misma selección permite acotar a la cantidad de nuevo ingreso, ya que la propia calificación asignada permite limitar o incluso negar el ingreso a aquellos aspirantes que se pronostica no tendrán los rendimientos esperados y por tanto en determinado momento desertarán del proceso encareciendo el mismo para los que continúan y en consecuencia disminuyendo los indicadores de éxito institucional relacionados con el egreso y su calidad.

En otros casos, la selección se toma como un proceso de equidad y no discriminación (Pineda, 2022), ya que el proceso de selección permite la asignación de cuotas a diferentes grupos sociales o étnicos (Cremonini, 2007), para tratar de asegurar ordenamientos jurídicos, políticos o sociales relacionados con los desequilibrios sociales tratando de evitarlos o incluso para centrarse precisamente en ellos para favorecer a alguna minoría (Dhawan, 2022), o por el contrario aplicar la selección como una acción positiva en favor de estudiantes con capacidades diferentes, clases menos favorecidas económicamente, grupos migrantes (Van't Land, 2021), cuotas de género o incluso auxilio o preferencia por estudiantes de alto desempeño.

En cualesquier forma u orientación que se prefiera, el objetivo de la selección debe de ser confiable y los instrumentos empleados justificar de la manera más simple y económica dicha confiabilidad, con base a las premisas de selección que cada institución elija. Un enfoque sobre la confiabilidad del instrumento está relacionado con la teoría clásica de la evaluación (Camacho, 2020; Salazar, 2015; Sánchez, 2020; Oviedo, 2005), para lo cual en este trabajo se plantea la evaluación del instrumento aplicado en una institución de educación superior, cuya ubicación y nombre se reserva por secrecía, de tal forma que cada reactivo se analiza y se concluye sobre su confiabilidad, y por tanto a partir de la evaluación individual se concluye un nivel de confiabilidad para el instrumento en lo general. El proceso realizado

<sup>1</sup> Dr. Carlos García Franchini. Profesor de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [carlos.garcia@puebla.tecnm.mx](mailto:carlos.garcia@puebla.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.C. Martha Alvarado Arellano. Profesora de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla, México. [martha.alvarado@puebla.tecnm.mx](mailto:martha.alvarado@puebla.tecnm.mx)

corresponde con un análisis no experimental cualitativo y cuantitativo sobre la confiabilidad de los reactivos y del instrumento en su aplicación en el proceso de selección.

### **Antecedentes**

Como señalan Salazar (2015) y Oviedo (2005) diversas instituciones orientan la selección de aspirantes en sentido de contar con un instrumento confiable según la teoría clásica de la medición en donde la validez y la confiabilidad son cruciales, la validez la consideran asociada a la exactitud de la cuantificación, mientras por otro lado si el instrumento mide lo que dice y es estable en el tiempo, se dice que es confiable. A la par, tomando en consideración las mismas premisas Sánchez (2020) establece que, para el desarrollo de exámenes objetivos, la validez del instrumento se integra en 12 componentes señalados por la *American Educational Research Association* (AERA), para lo cual el instrumento estudiado cubre satisfactoriamente estos señalamientos: 1. Plan general y global del examen, 2. Definición del dominio y declaraciones que se harán sobre los resultados, 3. Especificaciones del examen, 4. Desarrollo de los ítems, 5. Diseño y montaje del examen, 6. Producción del examen, 7. Aplicación del examen, 8. Calificación del examen, 9. Establecimiento de punto de pase, 10. Reporte de resultados del examen, 11. Seguridad del examen y banco de reactivos, y 12. Reporte técnico de la prueba.

Cada uno de estos componentes implican un proceso desarrollado para asegurar la confianza en el instrumento desde ambos puntos de vista: de la institución que selecciona, así como la de los aspirantes; considerando en sus contenidos las necesidades y problemas que tiene la sociedad (Trejos, 2021), los perfiles de egreso existentes y sobre todo el análisis de habilidades científicas y profesionales para las que se debe considerar que éstas comprenden manejo de procedimientos, técnicas, algoritmos, diversos elementos de deducción y verificación de hipótesis, así como estrategias de razonamiento analógico según señala Bazan (2002).

Por otra parte, han resultado cruciales las políticas públicas que de manera directa señalan a las instituciones del ramo: disminuir los costos de la aplicación de la selección, evitar cualquier componente de discriminación e inequidad y considerar que todos los jóvenes egresados del bachillerato tiene derecho a la educación superior. Estas premisas son asumidas tácitamente en la tercera de estas, por lo cual las instituciones públicas se ven obligadas a considerar el proceso de selección como un mero trámite asociado a tan solo “acomodar” a los aspirantes para cubrir los espacios ofrecidos por la institución en sus diferentes carreras, siempre que los aspirantes correspondan a un mayor número que las vacantes enunciadas. Sin embargo, las instituciones son concedoras de que tal proceso de selección tiene consecuencias y el potencial de generar efectos negativos importantes en las personas que no son aceptadas, dentro de los cuales se pueden considerar los económicos, sociales, educativos e incluso de la salud física y mental de los sustentantes y sus familiares, por lo que concluyen que es importante analizar los resultados y medios de la selección con mayor rigor (Sánchez, 2020). Por tales motivos, la confiabilidad y validez del instrumento deben ser justificadas, para contar con un elemento explicativos que permita la búsqueda e implantación de acciones que permitan mitigar el impacto de los resultados negativos en los aspirantes, sus familias y la propia comunidad institucional.

### **Descripción del Método**

El Banco de reactivos para la selección de aspirantes, fue desarrollado por profesores de la institución y aplicado de manera virtual durante mayo de 2020, 2021 y 2022, para los cual se consideró su aplicación exitosa dado que arrojó un proceso de selección robusto, después de que se cubrieron los 12 componentes señalados por la AERA. En particular dentro del punto 12, se estructuró como punto final el reporte técnico de la prueba. De manera inicial se desarrolló una auditoría a la base de datos del proveedor de los servicios, y se realizaron todas las correcciones necesarias para tener una presentación visualmente correcta en la presentación de cada uno, así como las correcciones de código necesarias para asegurar la notación científica adecuada para cada área del conocimiento, trabajo del cual se presentó Reporte que resume las acciones realizadas exitosamente en la plataforma del proveedor.

El análisis de validez y confiabilidad es un ejercicio detallado que muestra la integridad del examen, así como la prueba de los elementos estadísticos para justificar su fortaleza en la selección de los mejores estudiantes sin menoscabo de las acciones positivas que impliquen la no discriminación por ninguna causa, realizada con el menor costo posible y asegurando la no interferencia de ningún actor institucional en detrimento o favorecimiento de ningún grupo o persona, así como las acciones de aseguramiento y secrecía del instrumento en todo su conjunto.

Para tal efecto el examen de selección consta en su estructura básica de un banco de reactivos que de manera permanente debe ser actualizado y validado para su aplicación y validez, de tal forma que en versión actual cuenta con las siguientes características:

1. Cuenta con 376 reactivos, de los cuales 244 corresponden al área de matemáticas, 113 al área de dominio de la lengua y 20 al enfoque administrativo.

2. De los 244 reactivos de matemáticas, 42 son exclusivos para los aspirantes de ingeniería y 202 están disponibles para ambas áreas: ingeniería y ciencias económico-administrativas.
3. Los 113 reactivos del dominio de la lengua se aplican a ambas áreas.
4. Los 20 reactivos de enfoque administrativo están disponibles exclusivamente para aspirantes a ciencias económico-administrativas, y de ser necesario se pueden aplicar a los aspirantes de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.
5. Los reactivos del área de dominio de competencias matemáticas comprenden: Aritmética 7.8%, Problemas de aritmética 5.3%, Álgebra 38.1%, Lógica 7.4%, Geometría 13.1%, Geometría analítica 9.0%, Problemas de álgebra 4.1% y Precálculo 14.8%. Los porcentajes se consideran adecuados dado que son las áreas más importantes del dominio de prerrequisitos para la licenciatura, de acuerdo con el equipo de trabajo.
6. En cuanto a los 133 reactivos del área de dominio de la lengua, se distribuyen en las siguientes temáticas: Lenguaje 22.6%, Ortografía 15.0%, Gramática 33.1%, Comprensión de la lectura 13.5%, Administración y contabilidad 15.0%.

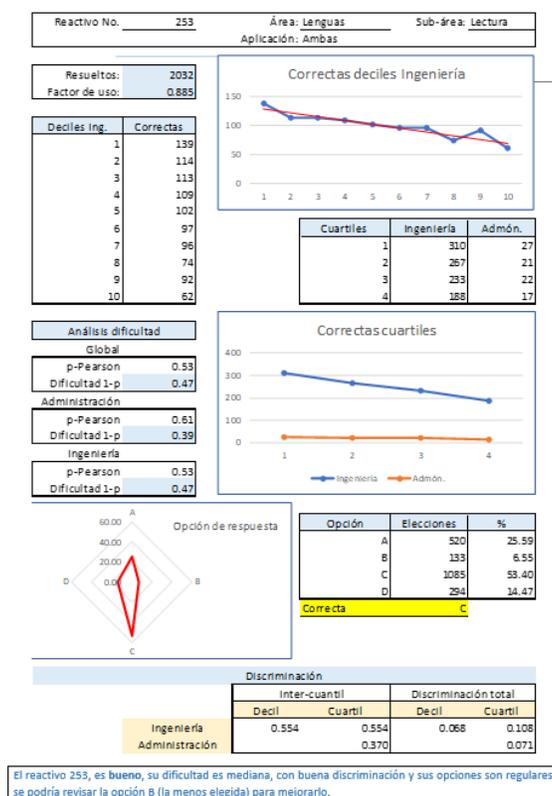


Figura 1. Contenido del análisis por reactivo: ejemplo reactivo 253.

### Contenido del análisis por reactivo

El resumen de análisis de validez por reactivo se presenta bajo un formato uniforme que presenta diferentes elementos de manera resumida y que se ejemplifica para el reactivo 253 en la figura 1.

1. Cabecera.
  - 1.1. Identificación del reactivo, indicado por una clave numérica que coincide con la clave que se le asigna a cada reactivo en la base de datos de proveedor de la aplicación, así como el índice numérico de la entrega original del banco de reactivos al Departamento de Desarrollo Académico, por lo cual en este reporte no se presenta ni el enunciado, ni las opciones de respuesta de este.
  - 1.2. Área, identifica el área de conocimiento que evalúa en dos posibilidades: Lenguas o Matemáticas.
  - 1.3. Sub-área, que identifica a las diferentes áreas de los dos dominios, tal y como se señalan en lo apartados 5 y 6. Las sub-áreas de problemas de aritmética y álgebra están incluidos respectivamente en la categoría de aritmética y álgebra.
  - 1.4. Aplicación, identifica dentro del sistema de aplicación en qué carrera se considera su aplicación: Ingeniería, Administración o ambas.
2. Conteo de aplicación del reactivo

2.1. Resueltos,  $R_i$  indicador del número de estudiantes que resolvieron el reactivo, sin importar el estatus de correcto o incorrecto que implica.

2.2. Factor de uso,  $F_i$  indicador que mide la proporción de aspirantes que resolvió el reactivo  $i$  entre el total de aspirantes  $N=2296$ . Esto es  $F_i = R_i / N$ . Al resto de los aspirantes debido a la aleatoriedad no se les presentó el reactivo como parte del examen.

3. Deciles ingeniería.

3.1. La tabla deciles de ingeniería, parte de ordenar a todos los aspirantes con base al número total de reactivos resueltos correctamente de mayor a menor y seleccionar clases que contengan al 10% de los aspirantes, de tal forma que el decil 1 representa a los alumnos con mayores respuestas correctas y el decil 10 a los alumnos con menos respuestas correctas. Estos datos se muestran gráficamente en un polígono de frecuencias y su recta de regresión.

4. Correctas cuartiles.

4.1. Presenta la misma información del numeral 3 en formato de tabla y de polígono de frecuencias absolutas pero ahora con clases que contienen al 25% de los aspirantes ordenados por número de reactivos correctos totales de mayor a menor para cada reactivo. El histograma “Correctas cuartiles”, incluye un histograma para sustentantes de ingeniería y otro para administración, dada la pequeña cantidad de puntos, en este caso no se incluye recta de regresión.

5. Análisis de dificultad

5.1. Global, comprende los indicadores para todos los estudiantes sustentantes considerando el número total de sustentantes  $N$ , el número total de sustentantes que respondieron correctamente  $C_i^G$  y el factor de uso  $F_i$ .

$p$ -Pearson =  $p_i^G = C_i^G / (NF_i)$ , identifica la proporción de alumnos que respondieron al reactivo correctamente. Mientras  $d_i^G = 1 - p_i^G$ , es el indicador de dificultad global del reactivo, que representa la proporción de sustentantes que respondieron incorrectamente al reactivo, un valor cercano a 1 indica un reactivo muy difícil, mientras si el valor es cercano a 0 el reactivo resultó muy fácil.

5.2. Administración, comprende los mismos indicadores que el numeral 5.1 pero solamente considerando a los sustentantes de Administración, en cuyo caso  $N^A = 160$ ,  $p$ -Pearson =  $p_i^A = C_i^A / (N^A F_i)$ ,  $d_i^A = 1 - p_i^A$  indicador de dificultad diferenciado para sustentantes de Administración.

5.3. Ingeniería, comprende los mismos indicadores que el numeral 5.1 pero solamente considerando a los sustentantes de Ingeniería, en cuyo caso  $N^I = 2136$ ,  $p$ -Pearson =  $p_i^I = C_i^I / (N^I F_i)$ ,  $d_i^I = 1 - p_i^I$ , indicador de dificultad diferenciado para sustentantes de Ingeniería.

En este análisis de dificultad, el indicador considerado como fundamental es el índice de dificultad que se puede considerar como una escala de Likert, con la interpretación: ( $0 \leq d < 0.20$ , Muy fácil), ( $0.20 < d \leq 0.40$ , Fácil), ( $0.40 < d \leq 0.60$ , Mediana dificultad), ( $0.60 < d \leq 0.80$ , Difícil) y ( $0.80 < d \leq 1.00$ , Muy difícil). En la figura 1 se muestra que el reactivo ejemplo tiene una dificultad mediana global y fácil para administración.

6. Calidad de los distractores de manera global

6.1. Cada reactivo tiene 4 opciones de respuesta que se despliegan de manera aleatoria, retirando esa aleatoriedad las opciones son A, B, C y D. El indicador elecciones muestra cuantos de los sustentantes eligieron cada opción y %elección (%e) lo muestra de manera porcentual, para la comparación se emplea este último. El balance ideal es que todas las opciones sean elegidas en la misma proporción incluida la opción correcta, pero puesto que la elección de la respuesta correcta depende de la dificultad del reactivo, se considera que la proporción balanceada corresponderá con la igualdad entre la %e de las opciones incorrectas. En este indicador se considera la interpretación cualitativa y la sugerencia dada: ( $0 \leq \%e < 0.10$ , Opciones Buenas) Aceptable, ( $0.10 \leq \%e \leq 0.20$ , Opciones regulares) Evaluar el cambio de alguna opción, la menos elegida, dependiendo del campo semántico de la respuesta, y ( $0.20 < \%e$ , Opciones malas) Es necesario cambiar al menos la opción menos elegida. Adicionalmente se presenta marcada la opción correcta.

En la misma figura 1 se presenta el análisis gráfico de elección de opciones (Opción de respuesta), de acuerdo con el grado de dificultad, el pico de la opción correcta del gráfico radial es excluido de la comparación; el resto deben ser lo más similar posible. La gráfica ejemplo muestra un reactivo con la opción C correcta y catalogado como fácil, por lo cual el pico en C es muy elevado, mientras B es la opción menos favorecida, las opciones son regulares y debe evaluarse si dicha opción debe de modificarse de acuerdo con el campo semántico de la sub-área de lectura.

7. Análisis de discriminación del reactivo

7.1. La discriminación de un reactivo es un indicador de calidad, el primer indicador al respecto es la pendiente de la recta de regresión de los datos de deciles y cuartiles, en donde para el orden de mayor a menor elegido, la pendiente debe ser necesariamente negativa, en caso de ser positiva el reactivo es atípico, dicha pendiente dependerá

del grado de dificultad de tal forma que la esperanza de reactivos correctos debe ser mayor en el decil 1 en comparación al decil 10 y de igual forma para las esperanzas en los cuartiles, de manera definitiva si la desigualdad está invertida el reactivo debe ser revisado o desechado.

7.2. El índice de discriminación inter-cuartil corresponde con  $d_i^D = (D_i^1 - D_i^{10}) / D_i^1$ , de acuerdo con la esperanza de los deciles debe ser estrictamente positivo, y en caso contrario el reactivo es atípico y deberá ser revisado e incluso eliminado sobre todo si su valor es menor a  $-0.1$ . Representa la razón del diferencial entre los aspirantes de más alta calificación menos los de resultados más bajos, respecto de los obtenidos en el decil de los más altos. Este indicador está asociado también al grado de dificultad del reactivo. El índice inter-cuartil corresponde con  $d_i^Q = (Q_i^1 - Q_i^4) / Q_i^1$ , de acuerdo con la esperanza de los cuartiles debe ser estrictamente positivo, y en caso contrario el reactivo es atípico y deberá ser revisado drásticamente e incluso eliminado. El comportamiento e interpretación de es idéntico  $d_i^Q$  a  $d_i^D$ , pero  $d_i^D$  es una prueba más ácida ya que compara el 10% más alto de calificaciones respecto del 10% más bajo, es decir  $d_i^Q$  es más moderado o estable. Ambos se interpretan según: ( $d < 0$ , Muy mala) Modificar drásticamente el reactivo o definitivamente desechar, ( $0 \leq d < 0.10$ , Pobre) Modificar drásticamente el reactivo, ( $0.10 \leq d < 0.30$ , Regular) Revisar y modificar ligeramente el reactivo, ( $0.30 \leq d < 0.40$ , Buena) Revisar si se quiere modificar y ( $0.40 \leq d$ , Excelente) Reactivo excelente.

7.3. El índice de discriminación total es  $dt_i^D = (D_i^1 - D_i^{10}) / N_i$  para deciles y  $dt_i^Q = (Q_i^1 - Q_i^4) / N_i$  para cuartiles, y en ambos casos compara la razón de las respuestas correctas de cuartil más alto menos el del más bajo, respecto de los participantes totales del evento. Ya que el cuartil representa a lo más el 25% de las opciones positivas  $dt_i^Q \approx 4dt_i^Q$  y por lo mismo para el decil que representa un máximo de 10% de las opciones positivas se tiene  $d_i^D \approx 10dt_i^D$  y para interpretarlo cualitativamente podemos emplear el punto 7.2 con el cambio de escala mencionado. Este indicador suaviza la discriminación dependiendo del crecimiento de la población.

Para la figura 1 ejemplo: reactivo 253 tiene una discriminación excelente, se muestra la pendiente negativa de la recta muy parecida a la distribución que despliega el histograma, esta conclusión se refuerza con  $d_i^D = 0.554$  y  $d_i^Q = 0.554$  para ingeniería, en el caso de administración  $d_i^Q = 0.370$  resultó con una discriminación buena, la discriminación total le da un mayor calidad de discriminación  $10dt_i^D = 0.68$  al caso de ingeniería, mientras  $4dt_i^Q = 0.108(4) = 0.432$  aún es excelente pero su valor está más castigado, mientras en el caso de administración  $4dt_i^Q = 0.071(4) = 0.284$  lo califica con una discriminación regular mucho más castigado porque la población es pequeña (160).

Al finalizar el formato resumen, con la información desplegada se presenta la conclusión del reactivo en el formato siguiente: El reactivo 253, es bueno, su dificultad es mediana, con buena discriminación y sus opciones son regulares, se podría revisar la opción B (la menos elegida) para mejorarlo.

### Conclusiones

Después del análisis de cada uno de los 375 reactivos que componen el Banco del examen de selección de aspirantes, se obtienen los siguientes datos finales y su interpretación y recomendación.

1. Distribución del grado de dificultad: (Muy fácil,39,10%), (Fácil,88,23%), (Media,105,28%), (Difícil,135,36%) y (Muy difícil,8,2%). Con base en el grado de dificultad que experimentaron los aspirantes se considera que es adecuada, ya que el porcentaje de los tres niveles más bajos representa el 62% de 375 reactivos (232), mientras la media del número de respuestas de los estudiantes fue de 65 reactivos correctos de 109 resueltos, también como valor medio.

2. Distribución del grado de discriminación: (Muy mala,20,5%), (Pobre,5,1%), (Regular,19,5%), (Buena,23,6%) y (Excelente,308,82%). Con base en el grado de discriminación, se tiene un nivel excelente en el 82% de los casos y en aquellos reactivos en que resultó pobre o mala, apenas el 6%, estos corresponden con los clasificados como de baja calidad con la recomendación de modificarlos amplia o definitivamente desecharlos.

3. Distribución de la calidad de las opciones de respuesta: (Buenas,183,49%), (Regulares,160,43%) y (Malas,32,9%). Respecto a la calidad de las opciones apenas el 9% de los reactivos presenta opciones clasificadas como malas, debido a que la distancia porcentual entre la opción incorrecta más elegida y la menos elegida resultó

mayor a 20%, en 170 de los reactivos se tiene una distancia menor al 20% que no afecta los resultados de la evaluación, pero para los cuales se propone modificar alguna de las opciones para mejorar su calidad.

4. Distribución de la calidad general del reactivo: (Excelente,86,23%), (Buena,219,58%), (Aceptable,49,13%), (Mala,21,6%) y (Pésima,0,0%). De manera importante la calidad general de los reactivos permite utilizar los reactivos clasificados como aceptables (13% que pueden mejorarse adecuadamente), los clasificados como buenos (58% que pueden mejorarse ligeramente) y sobre todo los clasificados como excelentes (23% con todos los indicadores de calidad altos). El resto (apenas el 6%) clasificados como malos, definitivamente deben de modificarse totalmente o en definitiva desecharse, esto son apenas 20 reactivos.

5. La revisión más detallada de los reactivos clasificados con calidad mala, indica que hay inconsistencia sobre todo en el indicador de discriminación en contraste con la dificultad, visiblemente detectados por la pendiente negativa de la recta de regresión en la gráfica de deciles, y los propios indicadores inter-cuartil o inter-decil, la mayoría de ellos corresponden al área de matemáticas y en la sub-área Geometría, Geometría Analítica y Precálculo (principalmente en las dos últimas), lo que muestra que a los estudiantes que les fueron asignados tales reactivos respondieron aleatoriamente, porque no cubren el prerrequisito académico de dichos contenidos. Por lo que se sugiere no eliminarlos, porque son un indicador fuerte del nivel de deficiencia que presentan y que debe ser atendido en el curso de nivelación.

6. Debido a que la proporción de aspirantes de ingeniería (2136) es mucho mayor que la de administración (160), dicha cantidad población afecta los cálculos de discriminación de los reactivos, sobre todo de los que son de uso exclusivo de dicha área, por lo que los indicadores del área lenguas y sub-área administración son débiles y solamente se calcula el discriminador inter-cuartil. Es importante considerar que los índices de dificultad para el mismo reactivo segmentado para las dos poblaciones señaladas de manera general son más bajos para ingeniería en contraste con los del área administrativa, afectado también por el tamaño de la población. El objetivo de este reporte no consideró esta variable de segmentación, pero se puede revisar como parte del formato de cada reactivo.

### Conclusión y recomendación final

Después de los diversos análisis realizados se permite concluir que el instrumento institucional de selección para aspirantes es confiable y robusto, pero como todo producto con posibilidades de mejora continua y validación permanente, ya que la posibilidad de la elección de las opciones de manera aleatoria de parte de los aspirantes siempre estará presente y desvía la interpretación que se puede hacer de los indicadores obtenidos.

### Referencias

- Anderson, R., Casabury, L., Lee, K. y Rezaee, A. "What is Development Engineering? *Introduction to Development Engineering*, Springer (2023). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3_1).
- Bazán, A. y García, I. "Relación estructural de indicadores de ingreso y permanencia, y el dominio de habilidades metodológico-conceptuales en cuatro grupos de estudiantes de educación", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), Vol. XXXII, núm. 2, 2º trimestre, 2002, pp. 105-122. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27032205>.
- Camacho, C. "Análisis de datos en psicología", 2000. Disponible en: <https://personal.us.es/vararey/>.
- Cremolini, L., Westerheijden, D. y Enders, J. "Disseminating the right information to the right audience: cultural determinants in the use (and misuse) of rankings", *Revista Higher Education*, Springer, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10734-007-9062-8>.
- Dhawan, N.B., Bellugi, D.Z. y Idahosa, G.E., I. "There is a hell and heaven difference among faculties who are from quota and those who are non-quota": under the veneer of the "New Middle Class" production of Indian public universities", *Revista Higher Education*, Springer, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00932-7>.
- Guzmán, C., y Serrano, O. V. "Las puertas del ingreso a la educación superior: el caso del concurso de selección a la licenciatura de la UNAM", *Revista de la Educación Superior*, Vol. XL (1), No. 157, enero - marzo de 2011, pp. 31-53.
- Oviedo, H., y Campos-Arias, A. "Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. Aproximación al uso del Coeficiente alfa de Cronbach", *Revista Colombiana de Psiquiatría*, Vol. XXIV, No. 4, 2005, pp. 572-580.
- Pineda, P. y Mishra, S. "The semantics of diversity in higher education: differences between the Global North and Global South", *Revista Higher Education*, Springer, 3 de mayo 2022. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00870-4>.
- Rider, S., Peters, M., Hyvönen, M., y Besley, T. "World Class Universities A Contested Concept", *Evaluating Education: Normative Systems and Institutional Practices*, Springer, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7598-3>.
- Salazar, O. F., Velez, C.M. y Zuleta, J.J. "Evaluación de conocimientos con exámenes de selección múltiple: ¿tres o cuatro opciones de respuesta? Experiencia con el examen de admisión a posgrados médico-quirúrgicos en la Universidad de Antioquia", *Revista IATREIA* Vol 28(3), julio-septiembre 2015, 13(2), 300-311.
- Sánchez, M., García, M., Martínez, A. y Buzo, E. "El Examen de Ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México: Evidencias de Validez de una Prueba de Alto Impacto y Gran Escala", *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2020, 13(2), 107-128. <https://doi.org/10.15366/riee2020.13.2.006>.
- Trejos, O. I., Muñoz, L. E. y Solarte, G. R. "Aplicación del modelo 4Q para seleccionar aspirantes a Ingeniería de Sistemas a partir del perfil profesional y ocupacional", *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, Vol. 15, no. 29, enero-junio de 2021, páginas 37-45. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.1703>.
- Van't Land, H., Corcoran, A., y Lancu, D-C. "The Promise of Higher Education", *Evaluating Education: Normative Systems*, Springer, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67245-4>.

# Contraste de la Documentación Estadística y Financiera de la Agroecología en la Producción de Café en Colombia 2017 – 2021

Sandra Liliana García Jiménez<sup>1</sup> y Jeane Fernanda Gálvez Sabogal<sup>2</sup>

**Resumen**— En Colombia la producción agroecológica cafetera es una de principales fuentes de economía, donde se perfila entre los grandes productores de cargas de café a nivel mundial, es por ello que en el presente documento se plantea resolver el interrogante de si la Colombia es sostenible financieramente a través de los años 2017 al 2021. De acuerdo al estudio realizado se concluye que Colombia es sostenible financieramente, llevando una producción impecable con respecto a la agroecología y así obtener un producto de alta calidad amigable con él con el medio ambiente.

**Palabras clave**—agroecología, café, producción y Colombia.

## Introducción

Es menester conocer que la producción latinoamericana de café es una de la más grandes a nivel mundial con aproximadamente una cuota del 61% de la producción global. Por otro lado, debido a los cambios climáticos que está presentando actualmente el planeta, se han creado medidas a nivel mundial que permiten que se disminuyan los impactos negativos en características como el PH del suelo, el producto final y un factor que desde la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se trabaja como lo es la erradicación de la pobreza. De acuerdo con lo anterior, la medida a la que se hace referencia es la agroecología, debido a que los costos de producción se disminuyen con respecto a la adquisición de insumos químicos, que incrementan anualmente en un 60%.

Asimismo, se pretende evidenciar si Colombia está tomando medidas efectivas agroecológicas en la producción de café con respecto a estrategias internacionales.

## Descripción del Método

La investigación es de tipo mixta desde lo cualitativo y cuantitativo examinando documentos, a base de la recopilación de trabajos que posean datos analíticos e investigativos sobre la sostenibilidad agroecología en Colombia, en donde se evidencien aspectos como: la liquidez y permanencia en el tiempo, el crecimiento de la producción, la relación costo beneficio y otros indicadores, escritos u opiniones que fundamenten la respuesta de orden en mención.

BALANZA COMERCIAL (millones de sacos 60kg) <sup>3</sup>				
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Colombia	7.522	8.756	8.320	7.522

**Cuadro 1:** Balanza Comercial de Colombia 2017 - 2021

Se evidencia que los valores están expresados en millones de sacos de 60 kg, se observa que la balanza comercial para Colombia tiene un superávit comercial favorable, puesto que las ventas en el exterior superan a las compras, esto se atribuye a que se mantiene entre los 10 países más exportadores a nivel global.

*Beneficios Para Los Caficultores En Colombia:* para los caficultores que estén vinculados a la Federación Nacional de Cafeteros y cuenten con la cedula cafetera o tarjeta cafetera inteligente, puede retirar dinero desde cualquier cajero gratis hasta el año 2022, realizar transacciones por el grupo AVAL, recibir los rubros de la venta del producto en las cooperativas, realizar compras en establecimientos autorizados. Por otro lado, debido a la emergencia sanitaria que de desencadeno afectaciones a los pequeños productores de café, es por ello que el Comité nacional de

<sup>1</sup> Sandra Liliana García Jiménez es Estudiante de la Universidad de Colombia, Fusagasugá, Colombia.

[slgarcia@ucundinamarca.edu.co](mailto:slgarcia@ucundinamarca.edu.co)

<sup>2</sup> Jeane Fernanda Gálvez Sabogal es Profesora de Seminario de Investigación Contable. de la Universidad de Colombia, Fusagasugá, Colombia. [jgalvez@ucundinamarca.edu.co](mailto:jgalvez@ucundinamarca.edu.co)

<sup>3</sup> 67 PERÚ. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

cafeteros (FCN) otorga un incentivo a estos caficultores que tengan máximo una hectárea de café, representado en fertilizante; de igual forma, se presentan incentivos económicos de subsistencia a trabajadores, alivios de acuerdos agropecuarios que se otorgaron anteriormente.

PRECIO DEL CAFÉ EXPRESADO EN DOLARES / 125 KG <sup>4</sup>					
	2017	2018	2019	2020	2021
Colombia	252,15	225,60	231,62	318,79	297,02

**Cuadro 2:** Precio del café expresado en dólares /125kg de 2017 - 2021

Se ha ido incrementando el valor del café, uno de los factores que conllevan al aumento de precio, es el costo de los elementos que se necesitan hasta llegar al producto final (mano de obra, fertilizantes, empaques, entre otros), también se debe resaltar que se ve afectado por el cambio climático de Brasil, ya que con las heladas que se han registrado las cosechas se perdieron, por tanto, se ve afectado la oferta, demanda y la inflación. A esto se le suma la demanda de café gracias a la caída del petróleo, cabe resaltar que se tiene en cuenta a las variables de la cotización en la bolsa de Nueva York, la calidad el café colombiano y la tasa de cambio del peso colombiano.

TOSTADO, GRANO Y SOLUBLE				
(millones de sacos de 60 kg)				
EXPORTACIONES				
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Colombia	12.725	13.700	13.700	13.987

**Cuadro 3:** Exportaciones expresado en dólares /60kg de 2017 – 2021

TOSTADO, GRANO Y SOLUBLE				
(millones de sacos de 60 kg)				
IMPORTACIONES				
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Colombia	3.100	4.944	5.380	6.465

**Cuadro 4:** Importaciones expresado en dólares /60kg de 2017 – 2021

Como se contempla en los cuadros anteriores, se evidencia que tanto importaciones como exportaciones han tenido un volumen elevado y favorable dinamizando la economía y todo esto da como parte positivo al aporte del PIB de la nación, fortaleciendo la internacionalización, diversificación de mercados y generar mayor empleo. *Familias que dependen del café:* aproximadamente 540.000 se dedican a cultivar café, la gran mayoría vive en pequeñas fincas no mayor a dos hectáreas, ubicadas en 23 departamentos y 604 municipios. Genera 2,5 millones de empleos directos e indirectos.

Aporte del Producto Interno Bruto Colombia					
Valores a Precios Corrientes					
Miles de Millones de Pesos					
	2017	2018	2019	2020	2021
Colombia	6.482	6.173	7.310	8.118	10.686

**Cuadro 5:** Aporte en miles de millones de pesos colombianos de la producción de café al PIB de Colombia del 2017 al 2021

<sup>4</sup> 71 Federación nacional de cafeteros. Precios del café [sitios web] [Consultado: 30 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://federaciondefeteros.org/wp/publicaciones/>

El aporte del PIB del cultivo permanente de café ha incrementado de forma constante a través de este lapso de este periodo, teniendo su mayor pico en el año 2021 aportando más de \$ 10.686 en miles de millones de pesos a la economía colombiana, de forma que se denota cómo en el país la producción de café está cada vez tomando un mayor papel protagónico, impulsando las finanzas nacionales y brindando a su vez, en sectores como el turismo, el empleo y la industria.

<b>Aporte del Producto Interno Bruto Colombia</b>					
<b>Valores a Precios Corrientes<sup>5</sup></b>					
<b>Miles de Millones de Pesos</b>					
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Colombia	702	651	722	792	917

**Cuadro 6:** Aporte en miles de millones de pesos colombianos en la elaboración de productos de café al PIB de Colombia del 2017 al 2021

El aporte del PIB en la elaboración de productos de café ha aumentado sustancialmente para el año 2021 con un 917 mil de millones de pesos, esto beneficiando a los caficultores para su proceso de producción y rentabilidad en pro de su crecimiento.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudiaron los indicadores de Colombia de acuerdo a la sostenibilidad financiera, en lo que se pudo encontrar e identificar Colombia va por buen camino en cuanto a la producción y comercialización de café orgánico (amigable con el medio ambiente), se evidencia que con el pasar de los años el país ha incrementado su producción, exportación e importación de tal manera que se ha incrementado el aporte al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional.

#### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que el Estado y los entes territoriales pertinentes han ofrecido beneficios a los caficultores en este sector incentivando la mayor producción y obtener un café de mayor calidad, de igual forma da a conocer las exportaciones que se están generando durante este periodo la cual es provechosa y gratificante para el crecimiento del país. Por otro lado, las importaciones también han elevado, pero sin dejar a un lado la compra del producto nacional como uno de los más cotizados para los usuarios.

#### *Recomendaciones*

Hacer capacitaciones a productores que no tienen el conocimiento de exportación, debido a que pueden tener un excelente producto, pero no tienen la información de cómo acceder a oportunidad de crecimiento.

Realizar un censo más detallado de todos los pequeños caficultores para que puedan obtener las ayudas que brindan la Federación Nacional de Cafeteros y los entes gubernamentales.

Incentivar a los cafeteros a utilizar fertilizantes y abonos orgánicos, ya que ayudarían al medio ambiente, al ecosistema y el producto generado es de alta calidad.

### **Referencias**

PERÚ. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
Federación nacional de cafeteros. Precios del café [sitios web] [Consultado: 30 de septiembre de 2022]. Disponible en:  
<https://federaciondecafeteros.org/wp/publicaciones/>  
74Ibíd., p 9

<sup>5</sup> 80 DANE. "Histórico Producto interno bruto" [Consultado: 30 de septiembre de 2022]. Disponible en:  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>

DANE. “Histórico Producto interno bruto” [Consultado: 30 de septiembre de 2022]. Disponible en:  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>

### **Notas Biográficas**

**Sandra Liliana García Jiménez**, es estudiante del Programa de Contaduría Pública Universidad de Cundinamarca, en el Municipio de Fusagasugá, Colombia. Realizo un técnico en Asistente en Administración empresarial y un Tecnólogo en Contabilidad y finanzas.

**Jeane Fernanda Gálvez Sabogal**, es profesora de Seminario de Investigación Contable. de la Universidad de Colombia, Fusagasugá, Colombia

# Análisis para la Mejora en el Proceso de la Administración de la Producción del Block Arena

Dr. Javier Martín García Mejía<sup>1</sup>, M.A. Felipe Ramírez Balderas<sup>2</sup>,  
Dr. Bonfilio Javier Arango Perdomo<sup>3</sup>, L.D.G. Martha Gabriela Ortega Sánchez<sup>4</sup>, C. María Antonia de los Santos<sup>5</sup>

**Resumen**—El objetivo de esta investigación es proponer las acciones necesarias para la mejora de los procesos que constituyen a la administración de la producción del block de arena y por consecuencia tienda a satisfacer los requerimientos de los clientes de la empresa “Materiales para la Construcción El Paso” S.A. ubicada en la ciudad de Comalcalco, Tabasco. Esto se logra a partir del análisis interno de la percepción de opinión de los trabajadores de los procesos inherentes a la producción, como almacén de materia prima, producción y almacén de producto terminado. La percepción de la problemática se mide con la opinión vertida en un cuestionario que evalúa y permite cuantificar a cada individuo y su relación con la empresa. La opinión para la mejora del proceso de producción se mide con una encuesta departamental. El estudio se constituye en la problemática demostrada, el sustento teórico, y metodológico, así como la obtención de resultados que permitió proponer y llevar a cabo las acciones para la mejora de la administración de la producción del block arena.

**Palabras clave**—mejora, administración de producción, eficientar, satisfacción, clientes.

## Introducción

La empresa “Materiales para la Construcción El Paso” S.A., ubicada en la ciudad de Comalcalco, Tab., es dedicada a la comercialización de ferretería y materiales para la construcción, a su vez cuenta con el área de producción de block arena, sin embargo, desde hace algún tiempo su producción ha disminuido tanto en cantidad como en calidad, debido a diferentes factores, el principal es que no hay una persona encargada de esa área y como consecuencia no se atienden las necesidades, desde la materia prima, no se lleva un control al respecto, tampoco del personal, no hay un control de los pedidos y del inventario de producción, los dueños de la empresa están interesados en realizar las modificaciones necesarias para mejora de los procesos adheridos a su producción.

El Objetivo General del estudio es realizar una propuesta de mejora en la administración de los procesos de producción y servicio de bloks de arena en la empresa, para eficientar dichos procesos. Los Objetivos Específicos son: implementar un control de inventario de materia prima; diseñar el área de producción de block; proponer la implementación de maquinaria nueva; estandarizar el proceso.

Las preguntas de investigación son: ¿Puede un programa de mejora de la administración de la producción impactar de manera positiva en la mejora de la producción de una empresa? ¿Las acciones de propuesta hacia la mejora puede ayudar al personal de ventas a alcanzar los objetivos propuestos en la empresa?

Dentro del marco teórico se menciona a la teoría humanística de la administración indica que la parte más importante y destacada de una organización es la humana. (Dubrin, 2000), Se inspira en los trabajos de Hugo Münsterberg, fundador de la Psicología Industrial, se propuso aplicar la psicología a la industria señalando como su principal limitación el énfasis en las habilidades físicas de los empleados y la ignorancia de los factores psicológicos. Kurt Lewin (1890-1947) dedico su estudio a los pequeños grupos y destaca las ventajas en la participación entre los miembros de un grupo de trabajo. Por otra parte, la teoría de la administración científica es un estudio sistemático sobre las mejores condiciones posibles para el trabajo y el aumento de la productividad en los obreros (De Guevara,2001), enunció 4 principios: estudio científico del trabajo, selección y entrenamiento de los trabajadores, unión del estudio científico y la selección científica, acción cooperativa entre directivos y operarios.

<sup>1</sup> El Dr. Javier Martín García Mejía es docente de la Maestría en Administración en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. [posgrados10@hotmail.com](mailto:posgrados10@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El MA Felipe Ramírez Balderas es docente de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. [ramirezfel@hotmail.com](mailto:ramirezfel@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Bonfilio Javier Arango Perdomo es docente de Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. [foro.tecnol@gmail.com](mailto:foro.tecnol@gmail.com)

<sup>4</sup> La LDG Martha Gabriela Ortega Sánchez es docente-administrativo del laboratorio de Ingeniería Civil en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. [gaortegas@hotmail.com](mailto:gaortegas@hotmail.com)

<sup>5</sup> La C. María Antonia de los Santos es alumna con número de control 17360738 de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. [curso.posgradomd@gmail.com](mailto:curso.posgradomd@gmail.com)

La teoría Burocrática fue desarrollada por un sociólogo y economista político alemán Max Weber (1864-1920), la burocracia es la forma más eficiente de organización, y ésta cuenta con una línea bien definida de autoridad. Tiene reglas y reglamentos claros, las cuales son estrictamente seguidas. De acuerdo con el autor, son organizaciones orientadas a metas diseñadas de acuerdo a los principios racionales, con el fin de alcanzar eficientemente sus objetivos.

Los modelos de producción combinan información de productos (lista de materiales) y procesos (lista de operaciones) que se utiliza como una propuesta de solución para la fabricación. (Dubrin, 2000). Según Reyes (1998) “se entiende por producción la adición de valor a un bien (producto o servicio) por efecto de una transformación. Producir es extraer o modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades”. Aunque, por otro lado, Starr (1964) afirma que producción es cualquier proceso ideado para transformar un conjunto de elementos de entrada en un conjunto específico de elementos de salida.

Ahora bien Frinch et al (1996), afirman que es un proceso de transformación (gobernado por los hombres en cuya realización tienen interés los hombres) en el que ciertas cosas (mercancías o servicios) se integran en un proceso durante el cual pierden su identidad y caduca su anterior forma de ser, mientras que otras cosas (también mercancías o bienes) nacen del proceso. Las primeras se llaman factores de producción, las segundas productos.

El proceso de producción en la empresa se inicia con la recepción de la materia prima, los bloqueros la reciben a diario para que puedan iniciar con la producción, cabe mencionar que el producto es semiautomatizado, aún hay parte artesanal en la realización de mezcla, después la transportan por banda hacia el área de producción, luego la almacenan en la tolva para dar paso al moldeado del block y la trasladan al área de secado, finalmente la llevan al almacén abierto de acomodo de producto terminado.

Los procesos adheridos a la producción se observan en la figura 1, y corresponde al proceso de producción actual del block de arena:

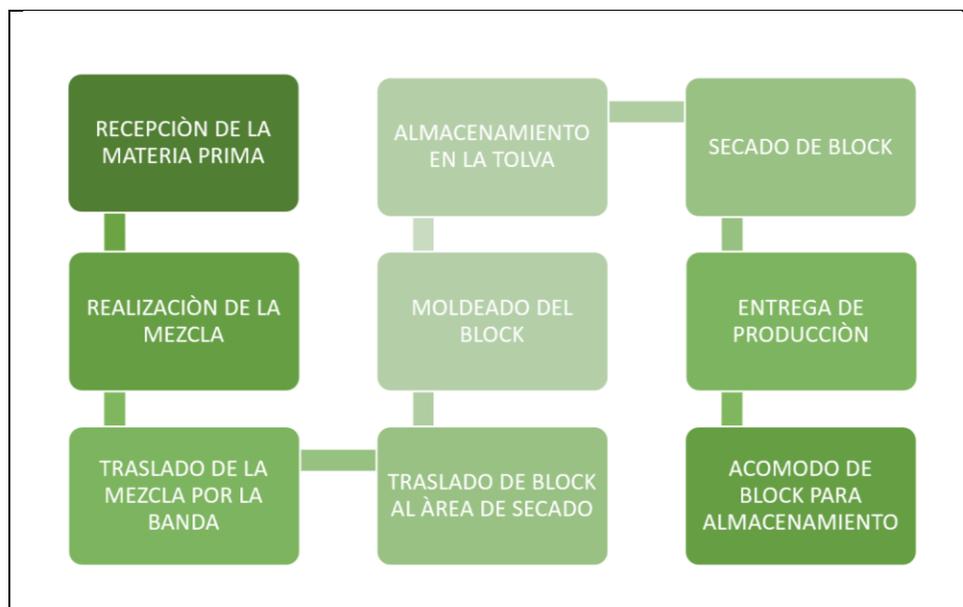


Figura 1. Proceso actual de la producción de block de arena.

Considerando que, por el giro comercial de la empresa, producción y posterior distribución del producto principal, es necesario, en primera instancia investigar cuáles son los problemas, a juicio de los empleados del lugar, para luego proponer algunas acciones de mejora a los procesos que se conjuntan y que corresponden a la administración de la producción.

Es por ello que en la figura 2 se muestra el cuestionario inicial con el que se le pide la opinión a los 8 trabajadores de almacén y de producción, sobre la parte inicial del proceso de elaboración del block, que corresponde a la materia prima y su disponibilidad y control:

**MATERIALES CONSTRUCCIÓN EL PASO**

**CUESTIONARIO DE OPINIÓN**

OBJETIVO. El presente cuestionario tiene como objetivo recabar información sobre la opinión de los trabajadores que participan en la elaboración del blok de arena para mejora del proceso de producción.

ÁREA DE TRABAJO:

PUESTO DESEMPEÑADO:

1.- Existe un control de la materia prima para la producción de blok?

2.- La materia prima está disponible cuando los bloqueros llegan a laborar?

3.- Se ha suspendido la producción por falta de materia prima?

4.- Considera necesaria la implementación de un registro de control de la materia prima?

5.- En que le beneficiaría a usted el registro de la materia prima?

GRACIAS POR SUS RESPUESTAS.

Figura 2. Cuestionario inicial de opinión a los trabajadores

Como resultado de las opiniones vertidas en el cuestionario y producto de la investigación de campo, se han detectado varios problemas a resolver, priorizando los más importantes:

- Falta de control de la Materia prima.
- Fallas de la maquina bloquera.
- Ausencia de personal.
- Falta del control de la producción.
- Retraso de la entrega de la producción

### **Descripción del Método**

#### *Diseño de la Investigación*

Esta investigación se centra en la corriente Humanista debido a que el programa de mejora a la administración de la producción de la empresa que se propone considera al trabajador desde el punto de vista del ser humano primero y posteriormente es persona que labora en la empresa “Sigma Alimentos Centro S.A. de C.V.”

La investigación en particular se centra en el paradigma Sociocrítico, ya que es un estudio de caso que se realiza en la empresa “Materiales de Construcción El Paso”, C.P. 86560 de la Ciudad de Comalcalco, Tabasco. En la que se utiliza un enfoque que se ocupa en esta investigación es el Mixto, dicho enfoque relaciona los aspectos más importantes del Cuantitativo y Cualitativo, ya que se consideran las opiniones de los empleados para definir su situación actual y los requerimientos para mejorarla, desde un escenario social y cultural; y por otra parte se trabaja con datos estadísticos convertidos a gráficas, aplicando un muestreo del 100% no probabilístico, conformado por el número total de empleados de la empresa y la propuesta de acciones que orienta la técnica y la metodología de la administración de la producción. Esta investigación es No experimental porque los datos que se obtienen para este trabajo no son manipulables, son opiniones libres de los trabajadores de la empresa. Se considera un estudio

deductivo y analítico porque va de lo particular hacia lo general, es decir, de las necesidades de la empresa de materiales “El Paso”, en la ciudad de Comalcalco, Tabasco

*Población, Muestra e Instrumento*

Para esta investigación se tiene un total de 7 personas en la plantilla de los trabajadores de producción de la empresa “Material para la Construcción El Paso” S.A. en la ciudad de Comalcalco, Tabasco; para la investigación se tomará como sujetos de estudio a los trabajadores del área de producción de block de arena. Como muestra, en esta investigación se tomará al 100% de la plantilla de producción (por tanto, se trabaja con un censo estadístico). Los sujetos que tomarán parte de la investigación se componen por 7 personas de género masculino, los cuales tiene un perfil o práctica en campo orientado a la producción de block de arena, con escolaridad mínima de primaria y/o secundaria. Como instrumento de investigación para recabar información y procesarla, se ocupará un cuestionario dirigido a los trabajadores de producción, elaborado y aplicado por el grupo investigador.

El cuestionario consta de 11 preguntas dicotómicas de opción, relacionadas y orientadas hacia los espacios que conforma el área de producción actual, a los accidentes de trabajo generados por la máquina o por las áreas de trabajo, pérdida de producción y/o calidad por fallos de máquina, pérdidas de pedidos por la máquina, necesidades de renovación de maquinaria y a la reflexión sobre un nuevo diseño de los espacios de producción. La validez del instrumento con lo que se obtiene la información en el presente trabajo está sustentada ya que ha sido modificados de trabajos anteriores y se han revisados, dirigidos y validados por expertos en mercadotecnia y aplicadores de encuestas pertenecientes a la academia de la Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. La estructura interna del instrumento se hace con una prueba de Pearson y también de Alfa de Cronbach lo que nos da una perspectiva más amplia sobre la confiabilidad del instrumento. El instrumento para obtener información se muestra en la figura 3:

<b>MATERIALES CONSTRUCCIÓN EL PASO</b>			
<b>CUESTIONARIO DE OPINIÓN-PRODUCCIÓN</b>			
OBJETIVO. El presente cuestionario tiene como objetivo recabar información sobre la opinión de los trabajadores que participan en el área de producción. Favor de seleccionar y cruzar la casilla de <u>SI</u> o <u>NO</u>			
ÁREA DE TRABAJO:			
PUESTO DESEMPEÑADO:			
No.	Pregunta	Si	No
1	Hay espacios separados en el área de producción?		
2	Están establecidos los espacios de cada área de producción?		
3	Se han presentado accidentes debido a la desorganización del área?		
4	Hay problemas de producción debido a los espacios no definidos?		
5	Es necesario volver a diseñar los espacios del área de producción?		
6	Considera que la producción y su trabajo sería beneficiada con el nuevo diseño del área?		
7	La máquina que usa en su trabajo ha presentado falla?		
8	Se ha disminuido la producción y calidad en los bloks por algún problema de la máquina?		
9	Se han quedado pedidos sin surtir por fallos en la maquina?		
10	Es necesario que la máquina se renueve?		
11	Se beneficia su trabajo si la máquina fuera nueva?		
GRACIAS POR SUS RESPUESTAS.			

Figura 3. Cuestionario de producción de block

*Resultados Obtenidos*

De acuerdo a las respuestas obtenidas en la encuesta realizada se concluye que si es necesario designar un espacio para cada área que comprende el proceso, la propuesta es la siguiente: DISEÑO DEL ÁREA DE

PRODUCCIÓN, actualmente la empresa no cuenta con una estructura definida, la maquina se encuentra en un área que dificulta diferentes procesos de la empresa, sin embargo se cuenta con un espacio suficiente para el nuevo diseño, En el diseño se han considerado los siguientes espacios:

- Recepción: para recibir materia prima, recibir y entregar pedidos.
- Espacio de entrada y salida: Para carga y descarga.
- Área de almacenamiento de materia prima (arena, polvo de piedra y cemento)
- Bodega: Para guardar la herramienta utilizada en el proceso de producción (palas, carretilla, carro transportador, etc.)
- Equipo de Seguridad: Para guardar el equipo de seguridad personal (botas, guantes, casco, etc.)
- Sanitarios
- Planta de Luz: Para conectar la máquina de block
- Instalación de agua: Necesario para el proceso de producción y servicios
- Área de producción: Destinado para la maquinaria de producción (mezcladora, banda transportadora, tolva, maquina vibradora y moldeadora)
- Área de Secado
- Área de almacén de block.
- Área de entrega de mercancía.

En la figura 4 se observa la propuesta de la distribución del área de producción:

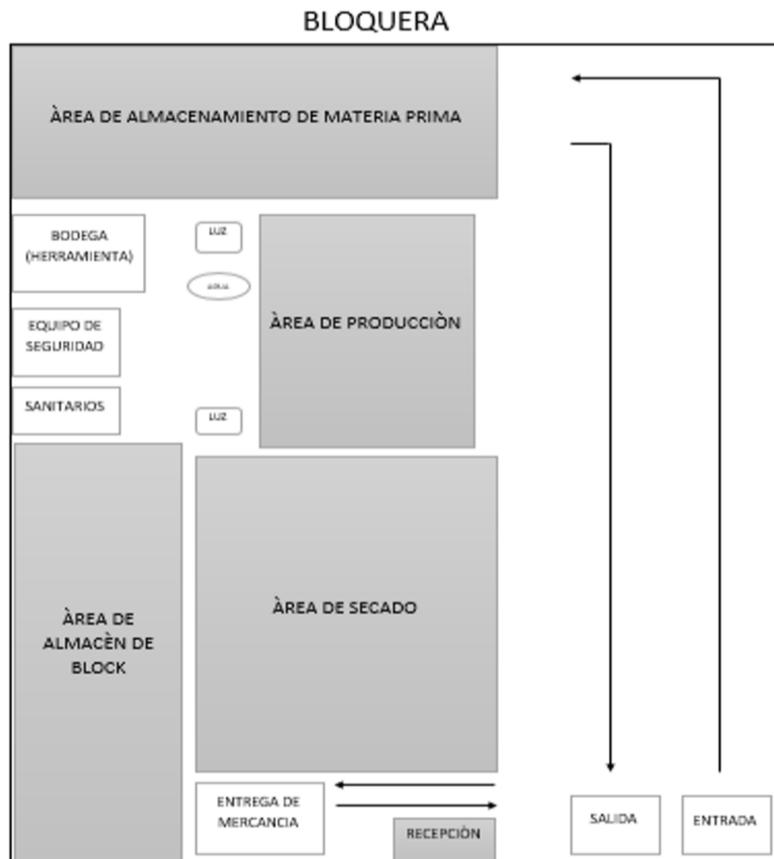


Figura 4. Propuesta del nuevo diseño de la distribución de producción.

También se manifiesta que existe una serie de consecuencias debido a problemas con la antigüedad o falta de mantenimiento de la máquina, como son: la máquina bloquera tiene presenta fallos continuos, generando falta de calidad y cantidad de block e incluso suspender la producción, la empresa cuenta con maquinaria desgastada, presentando diferentes fallas y a su vez gastos económicos.

Por ende se genera una propuesta de renovación de maquinaria, según se muestra en la figura 5, sobre las especificaciones y disposición de la nueva maquinaria:

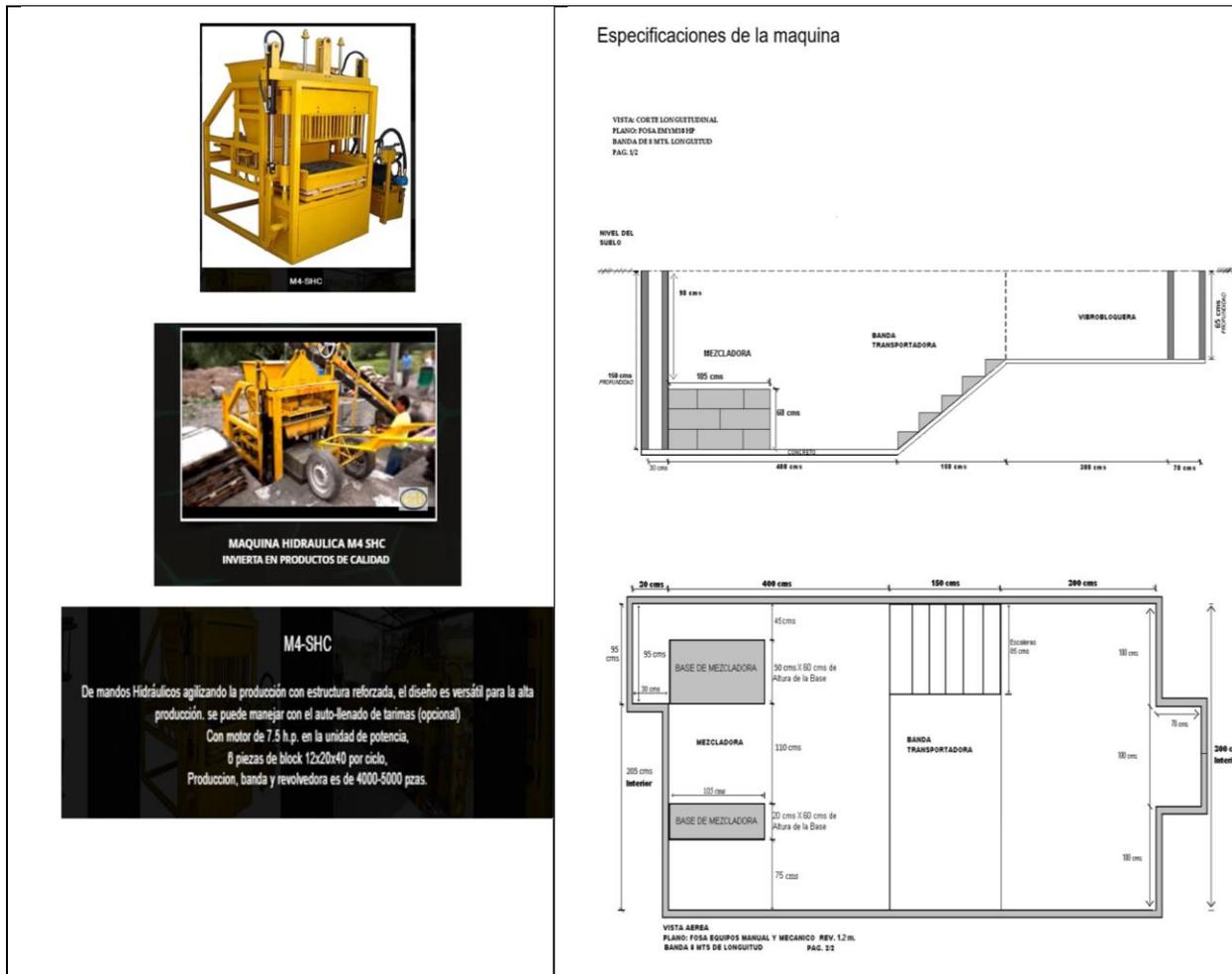


Figura5. Especificaciones de la maquinaria por adquirir.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que con la adquisición e implementación de la maquinaria, así como con la modificación de algunas áreas de la producción se ha mejorado el proceso de producción de block de arena desde la fase inicial hasta la fase final definiendo ya un espacio específico para el almacenamiento del producto terminado. La empresa cuenta con el block necesario para que una vez que el cliente lo requiera se le entregue de inmediato. La mejora continua es la base del éxito de las empresas, indudablemente siempre habrá algo por mejorar, en este caso si se llevan a cabo estas consideraciones el proceso mejorara, incrementando la calidad y la cantidad de la producción, ello al mejorar las instalaciones y estructura de la planta, considerando también que el capital humano dirigirá el proceso y de ello dependerá que se lleve a cabo de manera adecuada o no.

Al estar en coordinación con todo ello la producción será mucho mejor obteniendo los blocks para surtir los pedidos en la fecha solicitada o bien que el cliente pueda adquirirlos en el momento que lo requiera.

### Recomendaciones

Es necesario que los administradores de los procesos de producción y distribución del block de arena continúen con las recomendaciones de trabajo y producción que se han hecho por parte del grupo investigador a fin de aprovechar y dotar de conocimientos y herramientas a los trabajadores de producción que puedan utilizar en su vida diaria, primero para mejorar sus relaciones interpersonales, laborales y con sus clientes.

### *Referencias bibliográficas*

- Chiavenato, I. (2000). Introducción a la teoría general de la administración. México, D.F.: McGraw-Hill | INTERAMERICANA.
- Crosby, P. (1987). Calidad sin lágrimas: el arte de administrar sin problemas. México: Continental.
- Deming, E. (1989). Calidad, Productividad y Competitividad. Madrid: Díaz de Santos.
- Dubrin, A. (2000). Fundamentos de administración. Thomson Editores. Quinta Edición.
- Drucker, P. (1995). Gerencia para el futuro. Bogotá: Norma.
- Finch S., Freeman R., Gilbert, D. y Mascaró P. (1996). Administración, Limusa. sexta edición.
- Goleman, D. (2013). Liderazgo. El poder de la Inteligencia Emocional. Madrid: Ediciones B De Bolsillo.
- Hernández-Sampieri, R. et al. (2001). Metodología de la Investigación. 2ª. Ed. México: McGraw-Hill.
- Hernandez, S. R. (2006). Metodología de la investigación. México: McGRAW HILL INTERAMERICANA S.A.
- Humberto, Ñ. P. (1995). Ciencia e investigación. en Ciencias e investigación. Abancay: Rev.. de la Universidad Tecnológica de los Andes.
- De Guevara C. (2001). Teorías Organizacionales y Administración. Enfoque Crítico. Universidad de los Andes. McGraw Hill. Bogotá.
- M.K. Starr. (2016). Production Management: Systems and Synthesis. Editora Mac Graw Hill. México.
- Molero, F. y Morales, J. F. (Coords.), (2011). Liderazgo, hecho y ficción: visiones actuales [1ª ed.]. Madrid: Alianza Editorial.
- Molero, F. y Morales J.F. (2011). El líder y su grupo: visiones actuales del liderazgo. Madrid. Alianza Editorial.
- Ovejero-Bernal, A. (2004). Técnicas de negociación: Cómo negociar eficaz y exitosamente. Madrid: McGraw Hill.
- Pérez, Mariana. (Última edición:25 de febrero del 2021). Definición de Capacitación. Recuperado de: [//conceptodefinicion.de/capacitacion/](http://conceptodefinicion.de/capacitacion/).
- Reyes. A. (1998). Administración Moderna. México. Editorial. Limusa.
- Rodríguez Valencia Joaquín (2002): Administración de la Pequeña y mediana Empresa (5.ª Ed.) México. Editorial Thompson Editores.
- Sánchez, J. C. (2012). Psicología de los grupos: teorías, procesos y aplicaciones. Madrid: Mc Graw Hill.

# Machine Learning Aplicado a la Ciberseguridad

Mtra. Mónica García Munguía<sup>1</sup>, Dra. Silvia Soledad Moreno Gutiérrez<sup>2</sup>,  
Dr. José Sócrates López Pérez<sup>3</sup>, Dr. José Luis Alvarado Reséndiz<sup>4</sup> y Mtro. Héctor Daniel Molina Ruiz<sup>5</sup>

**Resumen**—A medida que la IA está cada vez más integrada en los sistemas críticos, deben protegerse ante posibles ciberataques. Los targeting, killings, la desinformación y el empleo de sistemas inteligentes para buscar vulnerabilidades en infraestructuras se presentan como uno de los grandes desafíos de estos tiempos. La técnica de machine learning no es una técnica futurista, en realidad ya se está utilizando en varios sectores donde existe un equipo de cómputo, una red de telecomunicaciones y el factor humano, siendo este último el elemento principal para salvaguardar la información, la tecnología y el personal. En este artículo se presentan los resultados de una Revisión Sistemática de la Literatura realizada para identificar las métricas de Machine Learning (ML) para prevenir ataques y mejorar la ciberseguridad. Los resultados obtenidos muestran que una metodología que se propone apoyar a la detección temprana y prevención de ataques.

**Palabras clave**—Machine Learning, Deep Learning, Inteligencia Artificial, Ciberseguridad.

## Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) y las capacidades de aprendizaje automático están creciendo a un ritmo sin precedentes. La mejora en la toma de decisiones que se busca lograr con el empleo de IA se considera también en el ámbito de la ciberseguridad. A medida que la IA está cada vez más integrada en los sistemas críticos, deben protegerse ante posibles ciberataques (Becerril, 2021). Con los avances tecnológicos el equipo tecnológico cuenta con la capacidad de respuesta igual que al de la mente humana y es aquí donde se encuentran otras disciplinas como Machine learning y Deep learning. El aprendizaje automático o machine learning (ML, por sus siglas en inglés) utiliza patrones de comportamientos existentes para ejercer la toma de decisiones que se basan en conjunto de datos obtenidos en el tiempo siendo hoy en día el área más utilizada en la ciberseguridad. El aprendizaje profundo (DL, por sus siglas en inglés) es una técnica muy similar al ML pero realiza ajustes el algoritmo por sí solo.

El uso de ML tiene el objetivo de realizar predicciones para datos futuros por lo que la ciberseguridad la utiliza para tener mejores prácticas y estándares en la seguridad y con ello tener algoritmos para la protección de los usuarios ya que ayuda a la temprana detección de amenazas, fundamentalmente cuando una organización produce un gran volumen de datos confidenciales o abiertos. (BEDU, 2022).

Nuevos y mejores sistemas, herramientas y métodos de seguridad están basados en ML, que junto con buenas prácticas de concientización de los usuarios en temas de seguridad, permiten la optimización de sus respuestas frente a posibles ataques con malware y también contribuyen a reducir las consecuencias negativas generadas por un ataque (ESET Latinoamérica, 2015).

El uso e implementación de técnicas de ML es una alternativa viable para la identificación y detección automática de diversas formas de malware, entre estos el Ransomware (Becerra & Vargas, 2019); también, facilitan la labor de los analistas forenses mediante la automatización de los procesos de obtención de las muestras de ransomware (Benavides & Roa, 2018); favorecen la ejecución de acciones de monitoreo y la toma de decisiones anticipadas para evitar comprometer funciones y actividades críticas de las instituciones financieras, con respecto a posibles infecciones por malware (Mayorga, 2017); y contribuyen a que los sistemas.

## Descripción del Método

Se realizó una revisión y análisis de 30 publicaciones extraídas acerca de Machine-Learning y la ciberseguridad de diversas fuentes bibliográficas sobre los avances y novedades en materia de Ciberseguridad y ML. Se considero los criterios de inclusión: 1. la temporalidad de publicación máxima de cinco años, con las palabras clave de Machine Learning y ciberseguridad basado el método inductivos – deductivo.

<sup>1</sup> Mónica García Munguía es Profesor Investigador de la Escuela Superior de Tlahuelilpan de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. [monicagm@uaeh.edu.mx](mailto:monicagm@uaeh.edu.mx)

<sup>2</sup> Silvia Soledad Moreno Gutiérrez es Profesor Investigador de la Escuela Superior de Tlahuelilpan de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. [silviam@uaeh.edu.mx](mailto:silviam@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. José Sócrates López Pérez es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo [lopezs@uaeh.edu.mx](mailto:lopezs@uaeh.edu.mx)

<sup>4</sup> José Luis Alvarado Reséndiz es Profesor de la Licenciatura en Administración de la Escuela Superior de Tlahuelilpan de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, [jose\\_alvarado4225@uaeh.edu.mx](mailto:jose_alvarado4225@uaeh.edu.mx)

<sup>5</sup> Héctor Daniel Molina Ruiz es Profesor Investigador de la Escuela Superior de Tepeji del Río de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. [hmolina@uaeh.edu.mx](mailto:hmolina@uaeh.edu.mx)

Este proceso metodológico se efectuó, a través de la revisión y análisis de 35 publicaciones extraídas referentes de la técnica de Machine-Learning como herramienta en la ciberseguridad.

### *Ciberseguridad*

La ciberseguridad también es conocida como seguridad informática o seguridad de la información electrónica, de acuerdo con Infosecurity (2023) “la ciberseguridad es el conjunto de procedimientos y herramientas que se implementan para proteger la información que se genera y procesa a través de computadoras, servidores, dispositivos móviles, redes y sistemas electrónicos”. De acuerdo a los expertos de Information Systems Audit and Control Association (ISACA), mencionado por (Infosecurity, 2023) la ciberseguridad la define como “una capa de protección para los archivos de información”.

### *Delinquentes y delitos Informáticos*

Los delinquentes informáticos son organizaciones complejas dedicadas a crear herramientas, malware y estrategias para llevar a cabo ataques cibernéticos, con software malicioso a medida y que los delinquentes pueden comprar y desarrollar herramientas utilizando la inteligencia artificial para mejorar la planificación y ejecución de sus ataques, por lo que las organizaciones están luchando constantemente para mejorar la protección de sus sistemas (Rey, 2019). Los delitos informáticos son actos ilícitos en los que se usan las tecnologías de la información, como las computadoras, los programas informáticos, los medios electrónicos, el Internet, entre otros, como medio o como fin.

### *Tipos de Malware*

Malware es una combinación de dos palabras - "malicioso" y "software" y describe cualquier forma de código malicioso independientemente de cómo afecte a las víctimas, cómo se comporte o el daño que cause, incluye todo tipo de software malicioso y de todas las formas donde el común denominador es la intención maliciosa de sus autores (ESET spol. s r.o, 2022). Figura 2 (Avast Software s.r.o., 2022).

### *Inteligencia Artificial*

Consiste en la simulación de procesos que realiza la naturaleza humana por biología en máquinas, es decir, se emplean sistemas informáticos para imitar las funciones cognitivas fundamentales, como lo son el aprendizaje, la autocorrección y el razonamiento. Para llevar a cabo estas tres últimas funciones se emplea la combinación de algoritmos y se pueden encontrar muchos ejemplos de tecnología de IA y Machine Learning (Zufiaurre, 2019).

### *Machine Learning*

Es una disciplina de la Inteligencia Artificial capaz de crear sistemas que pueden aprender automáticamente basándose en millones de datos, identificar patrones y tomar decisiones con mínima intervención humana y es capaz de predecir comportamientos futuros. Su objetivo principal es que las máquinas sean capaces de aprender como un humano lo haría (Zufiaurre, 2019). SAP define a ML como un subconjunto de inteligencia artificial (IA) centrándose en enseñar a las computadoras a aprender de los datos y mejorar con la experiencia donde los algoritmos se capacitan para encontrar patrones y correlaciones en grandes data sets para tomar las mejores decisiones y previsiones basadas en ese análisis.



Figura 2. Tipos de Malware Avast Academy. (Avast Software s.r.o., 2022)

Las aplicaciones de machine learning mejoran con el uso y se vuelven más precisas a medida que tienen acceso a más datos. El machine learning y sus componentes de deep learning y redes neuronales son subconjuntos de la IA que procesa datos para tomar decisiones y hacer proyecciones. Los algoritmos de machine learning hace que los datos aprenden y sean más inteligentes, sin necesidad de programación adicional. Figura 3 (The Best Run SAP, 2022).

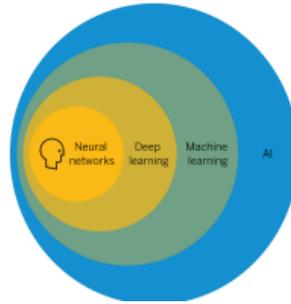


Figura 3. Diagrama de la relación entre IA y machine learning SAP (The Best Run SAP, 2022)

ML se compone de diferentes tipos de modelos y utiliza varias técnicas algorítmicas. Dependiendo de la naturaleza de los datos y el resultado deseado, se puede utilizar uno de los cuatro modelos de aprendizaje: supervisado, no supervisado, semisupervisado o de refuerzo y se pueden aplicar una o más técnicas algorítmicas, en relación con los data sets en uso y los resultados que se buscan. Los algoritmos están diseñados para clasificar cosas, encontrar patrones, proyectar resultados, y tomar decisiones fundamentadas y pueden utilizarse uno a la vez o combinarse para lograr la mayor precisión posible cuando se trata de datos complejos y más impredecibles, Figura 4.

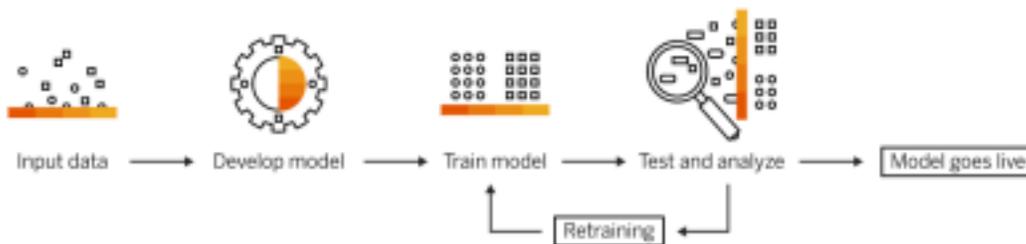


Figura 4. Proceso de ML

### Técnicas de Machine-Learning

**Aprendizaje supervisado:** Este tipo de aprendizaje involucra alta participación humana en términos de monitoreo, selección de nuevos atributos, entrenamiento y nuevas puestas en producción. Utiliza un set de datos que es dividido en entrenamiento, para generalizar el conocimiento que se espera pueda predecir el modelo resultante y los datos restantes se toman como test y se usan para verificar y contrastar que tan bien aprendió a generalizar el conocimiento el modelo final. Las más usuales en el aprendizaje supervisado están los Árboles de decisión, Máxima entropía, Naives Bayes y Support vector machine.

**Aprendizaje no supervisado:** Esta clase de algoritmos busca identificar estructuras en los datos. No se tiene la respuesta conocida para cada caso por lo que el algoritmo debe encontrar las relaciones entre las variables involucradas. No se busca la representación de los datos. Las más usuales en las no supervisadas son las técnicas de clustering.

**Aprendizaje semi supervisado:** Estos algoritmos son un híbrido de aprendizaje supervisado y no supervisado. En este caso, el algoritmo trabaja con pequeñas cantidades de datos de entrenamiento etiquetados y más de datos sin etiquetar. De este modo, se hace uso creativo de los métodos supervisados y no supervisados para resolver una tarea determinada. En las semisupervisadas están las Técnicas transductive support vector machine y Expectation maximización

**Aprendizaje por refuerzo:** El Algoritmo recibe algún tipo de valoración acerca de la idoneidad de la respuesta dada. Ejemplo: darle una orden al perro de sentarse, si lo hace se le premia y si no lo hace se le castiga.

**Aprendizaje en lotes** o aprendizaje fuera de línea y es utilizado cuando se tiene un conjunto de datos de entrada y se quiere correlacionar con un conjunto de datos de salida, para encontrar una conexión entre estos conjuntos, que en la mayoría de los casos son conjuntos de datos diferentes por lo que deben ser normalizados para obtener el resultado.

**Aprendizaje en línea:** En este caso el aprendizaje no se detiene una vez que los datos están disponibles, sino que los datos se introducen en el sistema en mini-lotes y el proceso de aprendizaje continúa con nuevos lotes de datos. Se analizan las diferentes técnicas de aprendizaje automático aplicadas y evaluadas en el para la clasificación y detección de diversos tipos de software malicioso.

**Identificación de las técnicas de Machine Learning**

El malware es la amenaza que siempre está presente en los sistemas de información por lo que es necesario el estudio y desarrollo de múltiples técnicas y modelos que aporten con la detección y la predicción del comportamiento que tienen estos programas maliciosos. Dichas técnicas deben ser evaluadas para medir su desempeño y eficiencia, es decir si los algoritmos están haciendo lo correcto o no, en el caso del aprendizaje supervisado lo que se busca es que realice un entrenamiento generalizado correctamente. Para medir su capacidad se almacenan ejemplos iniciales que no se utilizan en el ajuste conocidos como conjunto de test y después son utilizados en la etapa de validación.

En las métricas del Aprendizaje no Supervisado no se dispone de una respuesta certera complicando la medición de la eficiencia. Con clustering resulta complejo medir la calidad del algoritmo por ello se tiene varias técnicas de evaluación que dependen del algoritmo.

*Support Vector Machine (SVM) (lineal y no lineal: kernelizado).*

Técnica de aprendizaje automático más utilizada para la detección y clasificación de malware, su clasificación óptima se realiza maximizando el margen de separación entre las clases y los vectores y los que definen el borde de esta separación son los vectores de soporte. En el caso de que las clases no sean linealmente separables, se utiliza el truco del kernel para añadir una o más dimensiones nuevas donde sí lo sean. Son muy utilizadas en aplicaciones como detección de malware donde un falso negativo puede resultar fatal.

Nivaashini et al. (2018), realizaron un análisis experimental dinámico de los malware del sistema operativo Android mediante la detección y clasificación comparativa de técnicas de Machine Learning utilizando Weka13. La técnica SVM arroja el mayor nivel de rendimiento que otros algoritmos de clasificación, cuando se combina con la técnica de selección de atributos del análisis de chi-cuadrado y el clasificador Naïve Bayes mostró mejores resultados en la categorización del conjunto de datos de malware.

García (2020) desarrollo una aplicación para que el usuario se proteja de un malware y recomienda integrar redes neuronales convolucionales dentro de los clasificadores de Machine Learning.

*Naive Bayes Classifier (NBC)*

Basados en la técnica de clasificación estadística denominada “teorema de Bayes” donde se asume que las variables predictoras son independientes entre sí. Proporcionan una forma de calcular la probabilidad ‘posterior’ de que ocurra un cierto evento, dadas algunas probabilidades de eventos ‘anteriores’ y es aprovechada sobre todo en etapas de selección de características y clasificación. Kim et al. (2020), realizaron un experimento demostrando que los mejores resultados en la detección de empaquetamiento fue la técnica Naive Bayes, SVM (no lineal) y árbol de decisión. Choudhary y Sharma (2020) desarrollan un estudio con aprendizaje automático para identificar malware a partir de su detección y clasificación con el modelo de clasificación multinomial Naive Bayes y tuvo la tasa de detección más elevada.

*Random Forest (bosque aleatorio)*

Conjunto (ensamble) de árboles de decisión combinados con bagging. Distintos árboles ven distintas porciones de los datos; ningún árbol ve todos los datos de entrenamiento, esto hace que cada árbol se entrene con distintas muestras de datos para un mismo problema y de esta forma, al combinar sus resultados, unos errores se compensan con otros y se logra una predicción que generaliza mejor la clasificación. En conjuntos de características muy grande se puede trabajar con esta técnica ya que reduce el tiempo de entrenamiento y mejora los tiempos de respuesta; pero, al trabajar con subgrupos tienen la tendencia de sobre-ajustar (overfit); por lo que tienden a aprender muy bien sus datos de entrenamiento pero su generalización no es tan buena, sobre todo con muestras no conocidas en el entrenamiento. Uchnár y Fecil’ak (2019), utilizando algoritmos de aprendizaje automático para analizar el comportamiento del malware; con archivos malignos obtenidos de diversos honeypots a través de Internet, concluyeron que el algoritmo Random Forest obtuvo los mejores resultados con un 96% de recuperación. Radwan (2019), menciona que esta técnica presenta el rendimiento más alto, tanto con el conjunto de datos sin procesar como integrados. La organización Management Solutions (2018), mediante un ejercicio cuantitativo aplicado a un caso de estudio del sector financiero, demostró que el modelo Random Forest, con 80 variables y 50 árboles de decisión, obtuvo los mejores resultados que los demás métodos.

Buscando comparar métodos, Stiawan et al. (2020), implementaron cuatro algoritmos de aprendizaje automático mediante la clasificación de malware Botnet del IoT. Con Weka y Scikit-learn, AdaBoost, Random Forest y Naïve donde los árboles de decisión son los que mejores en estos escenarios de prueba.

Darus et al. (2018), analiza el malware informático dentro del SO Android con la aplicación de una técnica basada en la visualización de imágenes y con la utilización de 483 imágenes en escala de grises, correspondientes a 183 archivos APK malware, como resultado obtuvo que Random Forest tiene el mayor porcentaje de precisión de detección.

*Árbol de decisión, con énfasis en el algoritmo J48*

J48 es una implementación open source en lenguaje de programación en la herramienta Weka de minería de datos, dicho algoritmo permite un uso eficiente de los atributos de entrada para optimizar el árbol de decisión.

Rodríguez (2018), demostró la utilidad y las aplicaciones que se pueden realizar con Machine Learning para la detección de conexiones maliciosas, seleccionando el mejor algoritmo al respecto, de acuerdo con la máxima precisión obtenida para la identificación de ataques. El algoritmo J48 lanzó las puntuaciones más altas.

Moscardó (2018), diseño y desarrollo un detector predictivo de ataques web, accesible vía webservice. La definición del algoritmo de aprendizaje supervisado de Machine Learning que mejor porcentaje de clasificación fue el árbol de decisión J48 y es el más rápido en cuanto al tiempo empleado para verificar el modelo con el conjunto de datostest.

En este mismo sentido, Al-Janabi y Altamimi (2020), proporcionaron un estudio que determina los mejores métodos de extracción y clasificación de características y que den como resultado la mejor precisión en la detección de malware mediante el aprendizaje automático fue el algoritmo J48. Romero (2019), su investigación orientada hacia el análisis de técnicas de aprendizaje automático que permitan el diseño y creación de un clasificador de flujos en internet fiable que detecte tráfico malicioso en internet, demostrando que el árbol de clasificación creado es fiable.

Otro estudio por Firdausi et al. (2010), cuya finalidad es el desarrollo de una prueba de concepto para la detección automatizada de malware, estableciendo que el árbol de decisión J48 logra el mejor rendimiento en función de su recuperación (tasa de verdaderos positivos), tasa de falsos positivos, precisión (valor predictivo) y exactitud.

#### *Deep Neural Network (DNN)*

Es una red neuronal artificial (ANN) con varias capas ocultas entre las capas de entrada y salida; al igual que en las ANN poco profundas, los DNN pueden modelar relaciones no lineales complejas. Lu et al. (2019), la analizaron con el objetivo de observar cómo se comporta el malware para luego clasificarlos a través de algoritmos tradicionales de la máquina y los algoritmos de red neuronal profunda, para luego comparar el resultado con el sistema de clasificación de malware basado en reglas convencionales, en dos tipos diferentes de conjunto de tareas. Se encontró que el aprendizaje profundo se desempeña mejor en cuanto a precisión y versatilidad.

Zufiaurre (2019) menciona que un modelo Multi-layer Perceptron Classifier revela resultados más altos en precisión. González y Vázquez (2015), propusieron encontrar un método de clasificación de malware que detectara la mayor cantidad posible de muestras maliciosas, obteniendo que con el perceptrón multicapa, con una arquitectura de una capa oculta, entrenando con el algoritmo es el mejor.

Chamorro (2020), enfocado en crear un modelo más robusto y efectivo contra ficheros malware que favorezca la ciberseguridad, sin la interacción humana, utiliza DNN con la técnica Ensemble Methods y la combinación de dos grupos, en este caso, el modelo Random Forest (weak learner) y el DNN, como strong learner. Con este nuevo modelo ensamblado, se obtiene tasas más altas de detección positiva y menores tasas de errores.

#### *Construcción de la propuesta de la Técnica de Detección de Malware*

Constituida por fases de desarrollo principales:

- 1) Fase de selección de los datos,
- 2) Fase de clasificación de malware y
- 3) Fase de detección del malware.

#### *Fase 1. Selección de los datos.*

Los algoritmos de aprendizaje automático necesitan de un set de datos que contenga atributos representativos del malware de manera que su clasificación de muestras no infectadas sea posible por lo que es una etapa de minería y preprocesamiento de los datos, conforme con las características intrínsecas propias de este tipo de malware para realizar el entrenamiento. La fuente de los datos debe proporcionar información que permita seleccionar datos con infección más utilizados por el malware: correos spear, phishing con documentos adjuntos maliciosos, la explotación de vulnerabilidades (Velasco, 2013).

Según Benavides y Roa (2018), Herrera et al. (2019) y Bazante (2019) definen las especificaciones:

Fuente de correo electrónico, URL, ventanas emergentes para reconocimiento visual de nota de rescate, Tipo de extensión, rastreo de registros del sistema, algunas claves de registro escritas por ejecutables, cabeceras de paquetes, empaquetado y código si se permite

Con el sistema de monitoreo de las características mencionadas se propone un método de detección de anomalías, según las novedades en los patrones de tráfico mientras se generan las muestras, un clasificador simple etiquetará el tráfico que proviene de malware, esto es posible porque las fuentes de malware se obtienen de bases de datos abiertas con muestras pre-etiquetadas. Para los paquetes sobre la red se utilizará un Sniffer para extraer las características de la ventana como la media y desviación estándar de las duraciones de flujos, ips con entropía, estadística descriptiva de los paquetes que circulan, información de puertos origen y destino y protocolos. Herrera et al. (2019), propone la virtualización para la minería de datos y desplegar aplicaciones web con servicios con y sin vulnerabilidades y realizar la limpieza de los datos.

Sumado al procedimiento de limpieza, se sigue con la codificación escalar de datos categóricos, con la finalidad de mejorar el rendimiento de las técnicas de ML y realizar la codificación de cadenas de texto complejas como cabeceras y códigos fuente, es la utilización de N-gramas y la aplicación Linguistic Inquiry and Word Count (LIWC), que combinan codificadores estadísticos clásicos con modelos de clustering basados en Machine Learning. Una vez se efectúa la codificación, se realiza el escalado de características, también llamado normalización de los datos, para evitar o reducir anomalías de datos, redundancia y duplicaciones de características, lo que mejora notablemente la integración de los datos en una escala gaussiana, para realizar la reducción de dimensionalidad de los atributos con un Análisis de Componentes Principales (PCA), dejando los atributos críticos requeridos, según los modelos de clasificación y detección a utilizar, además, favorece la extracción de información y garantiza la eficiencia óptima de los algoritmos mejorando el ritmo de entrenamiento y validación.

Después se procede según los aportes de Radwan (2019), con la aplicación del método de división de prueba de tren, para la división de este conjunto, mediante la proporción del 70% de los datos para el entrenamiento del sistema y el 30% para la etapa de prueba y la evaluación de los algoritmos de clasificación y detección definidos al respecto.

#### *Fase 2. Clasificación de malware*

Se utilizan múltiples clasificadores simples mezclados por Boosting como el algoritmo de Naïve Bayes (NB), Máquinas de Vector Soporte, y el Árbol de decisión (DT) con el algoritmo J48, que permitirá mejorar los resultados obtenidos, aumentando una capa de refinamiento con el objetivo de optimizar los resultados de clasificación de los primeros clasificadores y reducir las falencias en falsos positivos y falsos negativos. Para mayor redundancia, se recomienda el algoritmo Random Forest, ya que permite efectuar un Boosting como técnica de validación cruzada y se puede cargar al sistema en el momento del entrenamiento, y se obtiene una predicción que generaliza mejor.

#### *Fase 3. Detección del malware ransomware y de evaluación*

Para optimizar los resultados de estas métricas, los parámetros de configuración que se sugieren para construir los clasificadores y para el ajuste de estos son los Criterios del árbol de decisión, algoritmo J48: considerando la relación de ganancia, una medida porcentual que hace referencia a la desorganización de un sistema denominado entropía; con el que se busca agregar más información a los nodos más impuros del árbol de decisión y reducir información a los nodos menos impuros. Se propone una profundidad máxima de 10 niveles bajo el nodo raíz, cantidad suficiente para aprender relaciones más específicas y para efectuar los ajustes requeridos durante el Boosting.

Random Forest: servirá para aprender relaciones más específicas y para efectuarlos ajustes requeridos durante el Boosting. Naïve Bayes (NB) para incrementar e incorporar las probabilidades de casos raros y obtener un resultado verdadero. Maquinas Vector Soporte (SVM) para los ajustes.

Para la evaluación se necesitan los datos de prueba (30%), se introducirán en la maquina entrenada en la fase anterior, y se comprobarán los resultados de detección a partir de las métricas definidas en esta propuesta. Si los resultados coinciden con las métricas, se finalizan los experimentos; de lo contrario, se realizan los ajustes requeridos sobre los hiperparámetros indicados anteriormente y se inicia de nuevo la evaluación, hasta que se finalmente los resultados coincidan con las métricas.

### **Conclusiones**

El malware en todas sus variantes es una amenaza en potencia para los sistemas de información del sector empresarial y para cualquier usuario de un sistema de cómputo conectado internet. Una estrategia inefectiva de ciberseguridad en los equipos y las redes, deriva en brechas que aprovechan los cibercriminales para la entrada de software malicioso.

Tanto los responsables directos de los equipos (sean personas u organizaciones), como también las afectaciones indirectas derivadas de la filtración de información deja expuesta información confidencial de sus usuarios alrededor del mundo.

Se hace cada vez más indispensable la consecución e implementación de modelos eficaces para la detección efectiva del malware, encontrando en las técnicas de Machine Learning una alternativa acorde con las características intrínsecas ya que reporta altos niveles de rendimiento, en cuanto precisión y exactitud y también en relación con la posibilidad de integrar diferentes tipos de técnicas de aprendizaje automático, con la finalidad de incrementar y potenciar los resultados obtenidos en materia de detección y clasificación.

El objetivo de una detección temprana (antes de que se ejecute) es evitar: el paro de los sistemas, de la empresa, la eliminación, modificación, la encriptación o bloqueo de los documentos y del sistema de las víctimas y en consecuente pago del rescate solicitado por los ciberdelincuentes que lanzan el malware ransomware.

Por lo tanto, las vulnerabilidades seguirán existiendo, ya que en la actualidad no hay ningún sistema en el mercado que sea infalible entonces es el momento de complementar los equipos con IA y ML,

en lugar de sustituirlos.

La IA se centra en el éxito, mientras que la precisión tiene menos peso. En una verdadera ejecución de la IA, se toman decisiones reales e independientes. Su programación está diseñada para encontrar la solución ideal en una situación, en lugar de solo la difícil conclusión lógica del conjunto de datos. El papel ideal de la IA en la ciberseguridad es la interpretación de los patrones establecidos por los algoritmos de aprendizaje automático.

### Referencias bibliográficas

- Al-Janabi, M., & Altamimi, A. (2020). A Comparative Analysis of Machine Learning Techniques for Classification and Detection of Malware. 21st International Arab Conference on Information Technology (ACIT), 1-9. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9300081>
- Avast Software s.r.o. (2022). Avast. Obtenido de <https://www.avast.com/es-es/c-malware>
- Becerril, G. A. (2021). Retos para la regulación jurídica de la Inteligencia Artificial en el ámbito de la Ciberseguridad. Revista IUS, 9-34.
- Chamorro, A. (2020). Malware Detection with Machine Learning. Barcelona: [Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Informática], Universitat Autònoma De Barcelona (UAB). Escola D'enginyeria (EE). Obtenido de [https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2020/tfg\\_285427/MalwareDetection-Informe-final.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2020/tfg_285427/MalwareDetection-Informe-final.pdf)
- BEDU, S. (22 de Enero de 2022). bedu. Obtenido de <https://bedu.org/blog/tecnologia/asi-ayuda-el-machinelearninglaciberseguridad#:~:text=Machine%20Learning%20en%20Ciberseguridad,gran%20volumen%20de%20datos%20confidenciales>.
- Choudhary, S., & Sharma, A. (2020). Malware Detection & Classification using Machine Learning. International Conference on Emerging Trends in Communication, Control and Computing (ICONC3), 1-4. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9117547>
- Darus, F., Salleh, N., & Ariffin, A. (2018). Android Malware Detection Using Machine Learning on Image Patterns. Cyber Resilience Conference (CRC), 1-2. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8626828>
- ESET spol. s r.o. (2022). ESET. Obtenido de <https://www.eset.com/es/caracteristicas/malware/>
- Firdausi, I., Lim, C., Erwin, A., & Nugroho, A. (2010). Analysis of Machine learning Techniques Used in Behavior-Based Malware Detection. Second International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies, 201-203. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5675808/>
- García, Á. (21 de Enero de 2020). Auditoría automatizada basada en un sistema de detección de vulnerabilidades y en la explotación controlada de amenazas software. Málaga: Universidad de Málaga. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/19202/GarciafernandezalvaroMemoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, L., & Vázquez, R. (julio-diciembre de 2015). Clasificación de Malware mediante Redes Neuronales Artificiales. Revista del Centro de Investigación, 11(44), 69-102. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34242142004>
- Herrera, J., Bazante, F., Barona, L., Valdivieso, Á., & Hernández-Álvarez, M. (octubre de 2019). Dataset de Ransomware basado en análisis dinámico. RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, 248-261. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Juan-A-HerreraSilva/publication/337652325\\_Dataset\\_de\\_Ransomware\\_basado\\_en\\_analisis\\_dinamico/links/5de29979299bf10bc334ea21/Dataset-de-Ransomware-basado-en-analisisdinamico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-A-HerreraSilva/publication/337652325_Dataset_de_Ransomware_basado_en_analisis_dinamico/links/5de29979299bf10bc334ea21/Dataset-de-Ransomware-basado-en-analisisdinamico.pdf)
- Infosecurity. (2023). Infosecurity México. Obtenido de <https://www.infosecuritymexico.com/es/ciberseguridad.html#introduccion>
- Kim, J.-W., Namgung, J., Moon, Y.-S., & Choi, M.-J. (2020). Experimental Comparison of Machine Learning Models in Malware Packing Detection. 21st Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), (págs. 377-380). Asia. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9237007/>
- Management Solutions. (2018). Machine Learning: una pieza clave en la transformación de los modelos de negocio. España. Obtenido de <https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/machinelearning.pdf>
- Microsoft. (2022). Microsoft Support. Obtenido de <https://support.microsoft.com/es-es/topic/-qu%C3%A9-es-la-ciberseguridad-8b6efd59-41ff-4743-87c8-0850a352a390>
- Moscardó, J. (2018). Aprendizaje supervisado para la detección de amenazas Web. Cataluña: [Trabajo Fin de Máster]. Universitat Oberta de Catalunya. Maestría en Seguridad de las TIC. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/91066/6/jmoscardoTFM0119memoria.pdf>
- Nivaashini, M., Soundariya, R., Vidhya, H., & Thangaraj, P. (2018). Comparative Analysis of Feature Selection Methods and Machine Learning Algorithms in Permission based Android Malware Detection. 2018 International Conference on Intelligent Computing and Communication for Smart World (I2C2SW), (págs. 72-77). Erode, India. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8997527/>
- The Best Run SAP. (2022). SAP. Obtenido de [https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-machine-learning.html?gclid=Cj0KCQiA4aacBhCUARIsAI55maGPJVUCI8aXiLHZTEo\\_UAtrD1](https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-machine-learning.html?gclid=Cj0KCQiA4aacBhCUARIsAI55maGPJVUCI8aXiLHZTEo_UAtrD1)

- wpwVe9LM31LimQ-n63Wp0VfBm6QUaAgyFEALw\_wcB&gclsrc=aw.ds
- Uchnár, M., & Fecifak, P. (2019). Behavioral malware analysis algorithm comparison. SAMI 2019
- Velasco, J. (2013). Uso de técnicas de Web Mining: aplicación empírica en el sector de la administración pública. Madrid, España: [Trabajo Fin de Máster en Minería de Datos e Inteligencia de Negocios]. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Estudios Estadísticos. Obtenido de [https://eprints.ucm.es/id/eprint/25812/1/Trabajo%20Fin%20Master%20Jorge%20Velasco%20\(1\).pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/25812/1/Trabajo%20Fin%20Master%20Jorge%20Velasco%20(1).pdf)
- Radwan, A. (2019). Machine Learning Techniques to Detect Maliciousness of Portable Executable Files. International Conference on Promising Electronic Technologies (ICPET), 86-90. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8925324>
- Rodríguez, J. (2018). Aplicación de técnicas de Machine Learning a la detección de ataques. Cataluña: [Trabajo de Fin de Máster]. Universitat Oberta de Catalunya. Maestría en Seguridad de las TIC (MISTIC). Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81126/1/jmrodriguez85TFM0618memoria.pdf>
- Romero, M., Figueroa, G., Vera, D., Álava, J., Parrales, G., Álava, C., . . . Castillo, M. (2018). Introducción a la seguridad informática y el análisis de vulnerabilidades. Alicante: Área de Innovación y Desarrollo, S.L. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wpcontent/uploads/2018/10/Seguridad-inform%C3%A1tica.pdf>
- Romero, A. (2019). Clasificación de flujos de tráfico en Internet utilizando técnicas de aprendizaje automático. Madrid: [Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación]. Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Obtenido de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/689041/romero\\_del\\_campo\\_alejandro\\_tfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/689041/romero_del_campo_alejandro_tfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Stiawan, D., Susanto, Arifin, M., Idris, M., & Budiarto, R. (2020). IoT Botnet Malware Classification Using Weka Tool and Scikit-learn Machine Learning. 7th International Conference on Electrical Engineering, Computer Sciences and Informatics (EECSI), 15-20. Obtenido <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9251304>
- Zufiaurre, G. (2019). Detección de malware mediante aprendizaje profundo. Vitoria: [Trabajo Fin de Grado] Universidad del País Vasco. Ingeniería en Tecnología de Telecomunicación. Obtenido de [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/36853/TFG\\_GLORIA\\_ZUFIAURRE\\_SOTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/36853/TFG_GLORIA_ZUFIAURRE_SOTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# El Efecto de la Inflación en los Jóvenes Universitarios

Dr. Abel García Villagrán<sup>1</sup>, Mtra. Mayra Elvira Ita Juárez<sup>2</sup>,  
Karla Michell Delgado Vázquez<sup>3</sup> y Sharon Michelle Ruiz Lechuga<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente trabajo es una investigación acerca de los efectos que se producen en la vida de los universitarios como consecuencia de la crisis inflacionaria que se vive actualmente en nuestro país desde principios del año 2021. Se realizó una revisión de la literatura sobre la inflación y sus efectos en las familias. Así mismo, se tomó una muestra aleatoria de jóvenes universitarios del Estado de Puebla a los que se les aplicó una encuesta. Los resultados fueron analizados estadísticamente y se plantearon algunas recomendaciones para que los estudiantes pueden hacer frente a este fenómeno y no se vean afectados económicamente.

**Palabras clave**—Inflación, Jóvenes, Universitarios, Encuesta, Recomendaciones.

## Introducción

La inflación es un aumento que se da en el nivel de los precios promedio global de los bienes que una familia necesita. Este fenómeno no afecta de la misma manera el poder adquisitivo de todas las familias. La inflación perjudica más a los hogares con menores ingresos, debido a la composición de sus canastas de consumo.

Los últimos meses de 2021 y todo el 2022 han traído fuertes presiones inflacionarias. A partir de noviembre de 2021, la tasa de inflación anual superó el rango establecido de Banxico (de 3%, +/-1%) por más de 3 puntos porcentuales, con tasas superiores al 7%. Con ello, la inflación anual al consumidor alcanzó su mayor punto en más de 20 años desde enero de 2001, cuando la inflación anual fue de 8.11% (Carrillo et al., 2022). Al cierre del año 2022 la inflación de nuestro país terminó con un 7.82%, cifra que se vio reflejada en los bolsillos de los ciudadanos (INEGI, 2022).

Esta generación de jóvenes universitarios no había experimentado a lo largo de su vida el efecto de la inflación en su gasto diario. Por lo tanto, era necesario investigar como los cambios de precios en los productos que consumen regularmente afectan a los jóvenes. Se realizó un estudio cuantitativo mediante 1,057 encuestas a estudiantes universitarios de escuelas públicas y privadas del Estado de Puebla.

## Descripción del Método

La metodología que se ocupó en esta investigación incluye técnicas estadísticas, combinadas con fundamentos teóricos y matemáticos. Se realizó una Revisión de la Literatura para tener las bases necesarias sobre el tema de la inflación y los efectos que tiene sobre las familias y los estudiantes Universitarios. Esta investigación se hizo como resultado de la iniciativa de los alumnos de Taller de Investigación II del Instituto Tecnológico de Puebla y como consecuencia de la situación que están viviendo en su vida universitaria en el 2022 con el aumento que perciben en los precios de los productos de la canasta básica. El instrumento empleado para obtener la información fue una encuesta con 47 preguntas cerradas y abiertas a través de la plataforma Microsoft Forms, con lo que garantizamos que los datos fueran verídicos y confiables. Esta encuesta se aplicó de manera aleatoria de 1057 jóvenes Universitarios de 66 Universidades del Estado de Puebla de escuelas tanto públicas como privadas. Las fechas en que se trabajó en la investigación fue durante los meses de octubre y noviembre del año 2022.

## Marco Teórico

### *El concepto de la Inflación*

La inflación se utiliza como referencia para explicar numerosas variables económicas. Sirve a los gobiernos para ayudarles a valorar su política monetaria y comprobar si la oferta de dinero en circulación es la correcta. Cuando es excesiva, es peligrosa, ya que, si la población no puede prevenir lo que pasará en el futuro con su economía, corren el riesgo de no tomar decisiones adecuadas (Atucha et al., 2018).

<sup>1</sup> Dr. Abel García Villagrán es Profesor de la carrera de Ingeniería en Logística en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla [abel.garcia@puebla.tecnm.mx](mailto:abel.garcia@puebla.tecnm.mx); (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. Mayra Elvira Ita Juárez es Profesora en el departamento de Ciencias Económico-Administrativas en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla [mayra.ita@puebla.tecnm.mx](mailto:mayra.ita@puebla.tecnm.mx);

<sup>3</sup> Karla Michell Delgado Vázquez es estudiante de Octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla [i19221525.02@puebla.tecnm.mx](mailto:i19221525.02@puebla.tecnm.mx);

<sup>4</sup> Sharon Michelle Ruiz Lechuga es estudiante de Octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Logística en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla [i19222200.18@puebla.tecnm.mx](mailto:i19222200.18@puebla.tecnm.mx);

Es un tema que preocupa, porque eleva el costo de la vida y el desempleo, debido a que afecta de manera directa con la pérdida de empleos y usualmente la población espera lo contrario; que su ingreso aumente rápidamente para que estos niveles no los afecten drásticamente.

Entonces entendemos que, la inflación es el aumento del nivel general promedio de precios de los bienes y servicios de una economía (Tucker, 2002). Es un fenómeno monetario que se produce cuando se da un aumento acelerado de la cantidad de dinero que de la producción. Para los economistas clásicos, la inflación constituía uno de los problemas más graves que provocaban los gobiernos, cuando estos disponían de la capacidad de la emisión de dinero sin restricción alguna (Mancera, 2017). La tasa de inflación mide de manera porcentual los cambios en los niveles de los precios. Cuando suben, la tasa es positiva. Cuando los precios disminuyen, la tasa es negativa y a este fenómeno se le llama deflación (Hall & Lieberman, 2005). La inflación persistente es un fenómeno económico relativamente reciente que apareció después de la Segunda Guerra Mundial. En los países desarrollados, este fenómeno se manifestó con mayor nitidez durante la década de 1970, mientras que las economías en desarrollo padecieron de forma severa los procesos inflacionarios crónicos en la década de 1980. Anteriormente, el comportamiento de los precios era en general cíclico y los procesos inflacionarios estaban precedidos por periodos deflacionarios, de modo que el nivel de precios no mostraba tendencia alguna (Acevedo, 2006).

El proceso inflacionario, es como un cáncer de la economía, representa un quebranto diario para cada ciudadano y es la enfermedad mortal para los recursos y ciudadanos de un país. Nos hemos acostumbrado tanto a que las economías vivan con inflación, que se le ha llegado a considerar como un mal necesario. La inflación es utilizada por el Estado para mitigar las frecuentes alzas de salarios que son, en medida justa, indispensables para el desarrollo económico y la subsistencia de las economías (Rodríguez, 2008). Si han ocurrido inflaciones en el pasado de un país, esta información es de gran relevancia para entender el comportamiento futuro de los trabajadores, empresarios, ahorradores, inversionistas y estudiantes.

#### *¿De qué manera afecta la inflación a las familias?*

El aumento descontrolado de los precios tiene varias implicaciones negativas para la economía. Si los precios aumentan constantemente, resulta difícil para una familia saber cuánto dinero requiere para adquirir los bienes que necesita, o si el valor de su dinero es el mismo para comprar lo que acostumbra.

En México, a pesar del tiempo, de los cambios sociales, tecnológicos y demográficos, la familia sigue siendo referente vital, pues los lazos de parentesco siguen vigentes y los integrantes de esta institución acuden a ella para la solución de problemas y la búsqueda de apoyo (Capulín et al., 2016). Cuando una familia se da cuenta que los precios aumentan se preocupa porque su ingreso alcance para mantener el ritmo de la inflación. De manera que, entre más rápido aumentan los precios, más familias sufren por las tensiones de la inflación y la incertidumbre que genera en su vida diaria (Tucker, 2002). Una realidad en nuestro país, es que el poder adquisitivo de los estratos socioeconómicos más bajos, es también el que más se contrae ante un periodo de presiones inflacionarias altas (Carrillo, et al., 2022).

El poder adquisitivo está vinculado estrechamente a los ingresos de las familias para satisfacer los servicios básicos de la misma, por lo cual a nivel mundial se utiliza el salario mínimo como un referente para satisfacer las necesidades económicas, sociales y culturales. Sin embargo, a pesar de que el salario mínimo es un referente no es suficiente para satisfacer la canasta básica de las familias mexicanas, derivado de los constantes incrementos de precios. En todas las transacciones de un mercado, se involucran dos partes: un comprador y un vendedor. Cuando el precio de un producto aumenta, los compradores del mismo pagan más. Pero los vendedores, obtienen una mayor ganancia al vender ese producto con el nuevo precio. La pérdida del ingreso real de los compradores, coincide con el aumento del ingreso real de los vendedores. Casi todas las personas que participan en la economía, pueden estar en ambos lados del mercado (Hall & Lieberman, 2005).

En los periodos en que un país vive altas inflaciones, la población puede confundirse con los precios relativos y cometer errores en sus decisiones de gasto e inversión. Los impuestos pueden elevarse y las familias con ingresos fijos encuentran que la inflación se come sus ingresos reales (Samuelson & Nordhaus, 2019). El 10% de los hogares más pobres en México tiene ingresos de cerca de \$3,300.00 pesos mensuales y destinan más de 50% de éstos en la compra de comida. En contraste, el 20% de los hogares con mayores percepciones económicas en el país destina apenas 29% de su dinero para comprar alimentos de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2020). El efecto de la inflación sobre las familias tiene lugar a través del consumo, la demanda salarial, las deudas y la distribución de sus ahorros. Por lo que, el aumento de los precios afecta en gran medida a las familias de todas partes del mundo debido a los gastos que deben realizar. Esto, se convierte en un incremento en los gastos y en la reducción de los niveles de ahorro e inversión (Orlik, 2005).

### *La Inflación y los Estudiantes Universitarios*

A los estudiantes se les apoda en gran parte del territorio mexicano como “*estudihambres*”, haciendo alusión a la falta de solvencia económica con la que viven. Esta población joven, se caracteriza por la búsqueda masiva de precios bajos, promociones, comida rápida y cuando pueden, el ahorro en una alcancía o en tarjetas del OXXO con dinero que mayormente proviene de sus padres. Algunos, se diferencian porque ya trabajan, tienen un mayor ingreso en comparación a los estudiantes que no, sin embargo, tampoco es suficiente para tener tranquilidad financiera. De acuerdo con Rodríguez (2015), con el fin de poder tener un acercamiento a esta generación de jóvenes universitarios, podemos decir que cuentan con algunas de las siguientes características:

- Son la primera generación de nativos digitales.
- Son los más conectados al internet y los más solitarios y aislados en los salones.
- Están afrontando la peor situación económica de las últimas décadas y con aspiraciones futuras poco realistas.
- Inmaduros y dependientes de sus padres.
- Es una generación con miedo al fracaso.
- Reclaman recompensas rápidas para cualquier logro alcanzado.
- Aceptan y afrontan la diversidad, mejor que las anteriores generaciones.
- Cuentan con falta de educación y experiencia financiera.

De acuerdo a Banamex (2014), el 54% de los jóvenes no lleva ningún tipo de registro financiero. Sin embargo, el 46% lleva al menos uno. Dentro de este grupo hay jóvenes que realizan un mejor control, ponen especial atención a los registros sobre los gastos y deudas. Solo el 22% de los jóvenes tiene claro su presupuesto. La práctica de anotar sus gastos diarios es más alta entre las mujeres con un 60%, mientras que los hombres solo el 40% lo hace. Una sociedad que no sabe cómo planear sus ingresos y gastos, que no posee una cultura de ahorro y desconoce cómo adquirir deuda responsablemente, es decir, sin afectar sus finanzas, no puede mejorar su bienestar social, y tampoco contribuye de manera eficiente al desarrollo económico de su país. Un factor de apoyo al desarrollo de la cultura financiera de la población es la educación financiera y nuestros jóvenes carecen de ella (Amezcueta et al, 2014). Los jóvenes que se encuentran estudiando en Universidades particulares en México, en la mayoría de los casos afrontan créditos por la financiación de sus estudios, los cuales representan una pesada mochila para el camino a la independencia. Ahora, no es suficiente trabajar durante la carrera. Diversas fuentes coinciden en señalar que dos terceras partes de los graduados universitarios estadounidenses en el 2010 deben una gran cantidad de préstamos por el pago de sus estudios y no tendrán la solvencia económica en el futuro cercano para pagarlos (Rodríguez, 2015). El gobierno de México, durante la presente administración ha otorgado becas a jóvenes Universitarios de escuelas públicas, para brindarles un apoyo económico a fin de continuar con sus estudios. Un ejemplo de esto, es la beca denominada: *Benito Juárez de Educación Superior*, la cual les ofrece una ayuda mensual de aproximadamente \$2,575.00 pesos.

### **Investigación Realizada**

#### *Estudiantes Universitarios*

Los tiempos han cambiado para los jóvenes universitarios después de la pandemia. Por lo que respecta a la enseñanza, aunque hubiéramos querido predecir el futuro, los cambios han sido acelerados e impredecibles, tanto que, han hecho irreconocible la forma de impartir las clases, la comunicación y la evaluación en las Universidades después del 2020. En México existen 3,429,566 estudiantes universitarios, de los cuales casi el 10% pertenecen al Estado de Puebla distribuidos en 230 Universidades públicas y privadas según el SIC México (2023), Puebla representa el tercer lugar a nivel nacional.

De acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (2022), en el ciclo escolar 2021-2022 el Estado de Puebla tiene registrados 340,316 estudiantes universitarios que se dividen en el sistema escolarizado y no escolarizado. Con base en lo anterior, los universitarios de ambos sistemas representan el 17% de la población estudiantil poblana.

Considerando estos datos, se realizó una encuesta durante los meses de octubre y noviembre del 2022, acerca de los efectos que tiene la inflación en la vida de los estudiantes de licenciaturas de escuelas públicas y privadas del Estado de Puebla.

#### *Resultados de la Investigación*

La participación de los alumnos universitarios fue gratificante, ya que gracias a dicha cooperación se registraron 1,057 encuestas aplicadas a estudiantes de 66 distintas Universidades del Estado de Puebla. De las cuales el 59% de ellos, contaban con una edad promedio de 21 a 22 años.

- De acuerdo a los datos analizados, la mayor participación se obtuvo de estudiantes de Ingeniería con un 63%, estudiantes de Áreas Económico-administrativas con un 9% y de ciencias de la salud con un 9%.

- De los encuestados, resultó que un 33% son de 7° semestre, 12% son de 9° semestre, 10% de 3° semestre y 9% de 6° semestre.
- El 92% de los estudiantes encuestados viven en la Ciudad de Puebla y el 8% restante vive en algún municipio fuera de la Capital del Estado.
- El 83% de los jóvenes encuestados estudia en Universidades públicas y el 17% restante en Universidades privadas.
- Es importante mencionar que de los jóvenes encuestados el 58% únicamente estudia, no trabaja y no cuenta con ningún tipo de beca.

De los 1,057 estudiantes encuestados, el 98% considera que el precio de los productos a aumentado en los últimos meses. La inflación puede llegar a ser un acontecimiento que pasa desapercibido para una gran cantidad de estudiantes debido a la poca interacción de estos con el factor económico. Sin embargo, los datos de la encuesta revelan que existe conocimiento sobre el tema, ya que, el 28% se entera por sus familiares, el 26% por redes sociales, el 17% por televisión y un 16% por los distintos noticieros. En un artículo de Torres (2022), para el periódico “*El País*”, menciona que los menores de 25 años evitan las noticias de política y coronavirus, porque afectan negativamente a su estado de ánimo. No consumen los medios de comunicación tradicionales, porque les resulta “difícil” entender su lenguaje. No obstante, el 15% de ellos acude a la red social de TikTok para informarse. Así pues, al preguntarles a los Universitarios sobre la pandemia de Covid-19, el 98% consideran que ha afectado directamente la economía de México debido a la falta de actividad económica que repercutió en este periodo.

Aunque la inflación es ampliamente relacionada con temas políticos, también es importante recordar la forma en que se mide, puesto que, a partir del incremento de los costos de los productos que conforman la canasta básica es posible asegurar que los costos de ayer no son iguales a los de hoy y posiblemente no lo volverán a ser. De acuerdo a la clasificación de los productos de la canasta básica y a la encuesta realizada, los productos más consumidos por los encuestados son: verduras y legumbres, carnes, productos de cuidado personal, transporte, electricidad y combustible. De los productos anteriores el 22% de los jóvenes, considera que la carne es el producto que más ha incrementado su precio, mientras que el 24% piensa que las verduras, electricidad y combustible.

#### *¿Cómo afecta el incremento de los precios a las familias mexicanas?*

La respuesta a esta interrogante es bastante amplia, pero está en función de la cantidad de personas que viven en cada una de las viviendas del territorio nacional. Según el censo realizado por el INEGI (2020), el promedio de habitantes es de 3 a 4 personas en viviendas particulares habitadas.

Generalmente, muchos hogares solo dependen de una persona activa económicamente. Sin embargo, en la actualidad, la gran mayoría de las familias tiende a diversificar sus ingresos con el propósito de incrementarlos y aumentar su nivel de bienestar (Morán, et al., 2018). Al cuestionar a los universitarios se obtuvieron datos muy similares, ya que sus hogares lo conforman la misma cantidad de personas (de 3 a 4 habitantes) y al mismo tiempo se descubrió que en el 49% de los hogares de los Universitarios encuestados solo 2 personas aportan dinero para solventar los gastos.

El ingreso mensual de los hogares de alumnos Universitarios nos muestra la siguiente situación:

- El 25% tiene un ingreso de \$4,000 a \$7,000,
- El 27 % de \$8,000 a \$12,000,
- El 22% de \$13,000 a \$20,000,
- El 12% de \$21,000 a \$30,000 y,

Únicamente un 5% tiene un ingreso mayor a los \$30,000 pesos. Tristemente existe un 10% de hogares en los que viven los universitarios poblanos, que mensualmente tiene un ingreso de tan solo \$1,000 a \$3,000 pesos.

Lo que probablemente es una situación alarmante para las familias cuando se presenta una inflación, debido al aumento en los costos de los productos de la canasta básica y muchos otros artículos más.

En México, una familia necesita aproximadamente \$19,600 pesos al mes para vivir de forma digna de acuerdo con la organización civil México Digno (2022), para que las necesidades de una familia de cuatro personas estén cubiertas. El ingreso mensual de las familias mexicanas es un tema tan preocupante que indudablemente afecta en el reabastecimiento de los productos que son esenciales en el hogar. La suma de los ingresos que tienen las familias, depende del número de personas que aporten al gasto diario y las características de la familia para poder solventar sus necesidades diarias.

- Según los resultados, el 64% de los jóvenes encuestados, los miembros de sus familias gastan de \$1,000 a \$5,000 pesos en surtir la despensa de su hogar mensualmente.
- Por otra parte, el 38% de las familias de los encuestados resurten una vez a la semana su despensa, 31% cada 15 días, 23% una vez al mes, 5% tres veces a la semana y 2% diariamente.

Dichos hogares tienen preferencia en lugares como centros comerciales, mercados, tiendas de la esquina y central de abastos. Por otro lado, destinan un 32% de sus ingresos económicos a los alimentos que consumen diariamente y que son necesarios para vivir. Sin embargo, también gastan un 28% al pago de servicios y, por último, invierten un 23% a la educación.

### *¿Cómo afecta la inflación a los jóvenes Universitarios?*

Los jóvenes buscan la manera de suavizar su consumo a lo largo de cada semana para que el dinero les alcance. En consecuencia, tienen que elegir que productos de la canasta básica les convienen más o que gastos tienen mayor prioridad para seguir adelante con sus estudios.

- La encuesta refleja que los estudiantes universitarios gastan un 30% de su presupuesto en alimentos, el 21% en transporte público, un 25% en educación y sólo el 5% en diversión y entretenimiento.
- De acuerdo con los datos obtenidos el 64% de los jóvenes universitarios cuenta con un ingreso mensual entre los \$1,000 a \$5,000 pesos, debido a que muchos no tienen una fuente de ingresos propia y cuentan con el dinero que sus padres pueden proporcionarles.
- El 19% tiene un ingreso de \$6,000 a \$10,000 mensuales y preocupantemente existe un 10% de jóvenes que cuenta con un ingreso menor a los \$1,000 pesos. Por lo tanto, el gasto de los jóvenes universitarios es de acuerdo al ingreso con el que disponen. El 81% de ellos, tiende a ahorrar el dinero que les sobra al mes, mientras que el 19% restante prefiere no hacerlo y gastarlo. Cabe mencionar que el 23% de ellos recibe ayuda económica del gobierno.
- De los jóvenes que ahorran el 66% no registra sus gastos y el 18% de los mismos se encuentran endeudados.

Según los datos anteriores, los jóvenes no tienen una correcta educación financiera debido a la desinformación acerca de la forma correcta de utilizar el dinero, ahorrar y tener cuentas bancarias, sin embargo, a pesar de este planteamiento la encuesta realizada reflejó que el 66% de los universitarios tiene una cuenta en el banco. En la actualidad, el uso del dinero electrónico es un medio de pago que se ha vuelto muy común entre los universitarios, dejando a un lado las monedas y billetes para sus transacciones diarias, debido a que es una forma moderna, rápida, efectiva, barata y segura de hacer pagos (Maldonado, et al., 2017).

En el contexto actual, los jóvenes se enfrentan a innumerables posibilidades de compra, ya sea a través de medios virtuales o físicos. Las Condiciones de pago han cambiado, lanzamientos de productos, sistema de entrega, impacto en los medios, las experiencias de compra y los grupos de referencia refuerzan un escenario que abarca todas las edades, especialmente a los jóvenes (Minella et al., 2017).

- El 18% de ellos, reciben ayuda económica de algún familiar para solventar sus gastos. Pero, a pesar de esta ayuda económica el 73% de los jóvenes asegura que se han limitado a comprar algún bien en los últimos meses.
- El 67% de los encuestados, está asegurado en caso de un accidente o enfermedad. Esto es muy importante ya que, al menos el 6% de ellos padece alguna enfermedad crónica.

Otra lamentable consecuencia de la inflación es el abandono de estudios por parte de los Universitarios. Al menos el 11% suspendió sus estudios en algún semestre debido a problemas económicos y a la falta de apoyo por parte de las instituciones, ya que, el 77% de las Universidades en el Estado de Puebla no ofrece beneficios extra, tales como transporte, hospedaje o alimentación. Es necesario considerar que la inestabilidad económica parece fomentar las relaciones sociales. Estas actúan como moderadores de los efectos negativos que las crisis tienen con la salud y el bienestar psicológico. Esto pone de manifiesto la importancia de los factores psicosociales como amortiguadores de los efectos adversos de las crisis económicas (Abella, et al., 2022). En ese sentido, la encuesta nos mostró que al 85% de los encuestados, les gustaría recibir recomendaciones acerca de mejores formas de ahorro y temas de educación financiera.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

La situación actual de México respecto a la inflación no pinta nada bien y al contrario demuestra que mientras sigan aumentando los precios, la calidad de vida de la población seguirá disminuyendo. Una de las principales razones para la realización de este estudio, fue informar a los jóvenes Universitarios acerca de la situación económica actual y las consecuencias que repercuten en su vida. Así, en un futuro cercano les permitirán o no acceder a obtener un empleo que le permita tener una vida digna.

Para finalizar y a manera de conclusión, se plantean algunas recomendaciones para que un estudiante Universitario pueda hacer frente a este proceso inflacionario:

- 1) Evitar las compras innecesarias, cada que estés a punto de pagar algo, pregúntate, ¿Realmente lo necesito?
- 2) Tomar cursos gratuitos acerca de educación financiera.
- 3) Elaborar un presupuesto semanal, con esto podrás recuperar el control de tus finanzas.
- 4) Nunca gastes más de lo que ganas, comienza a anotar lo que ganas y lo que gastas en una libreta o en tu diario.
- 5) Huye de los financiamientos en pequeños pagos e intereses altos.

- 6) Revisa tus gastos fijos, en el caso de que vivas solo, tienes que poner en tu presupuesto lo siguiente: celular, internet, agua, luz y renta.
- 7) Procura llevar comida preparada desde tu casa a la Universidad, para no caer en gastos hormiga y evitar la comida no saludable.
- 8) Ahorra para el futuro, comienza con el 10% de lo que ganes, puede parecer complicado, pero no es imposible.
- 9) Invertir en algo interesante, no solo ahorrar.
- 10) Aprender el valor del dinero.

En conclusión, todos los puntos anteriores aportan beneficios positivos para la vida de un universitario. De esta manera, puede reducir significativamente el estrés, la presión de los gastos diarios, la cantidad de discusiones que tienes con la pareja o con los miembros de la familia sobre temas relacionados con el dinero. Sabemos que la situación no está fácil para los universitarios, están pasando por muchas limitaciones por la falta de solvencia económica. Además, se ha podido constatar que la inflación no está afectando de la misma manera a todas las familias. Incluso la gran mayoría de la población la sigue considerando como un mal necesario.

### Referencias

- Abella, M. C., Rodríguez, D. A., & Carreira, B. M. (2022). Universitarios ante la crisis económica: concordancia académico-laboral, alienación en el trabajo, afrontamiento y bienestar. *Anuario de Psicología/The UB Journal of Psychology*, 52(3).  
<https://doi.org/10.1344/ANPSIC2022.52/3.32326>
- Acevedo Fernández, E. (2006). Inflación y crecimiento económico en México: una relación no lineal. *Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C.* <https://www.redalyc.org/pdf/323/32315202.pdf>
- Amezcu-García, E. L., Arroyo-Grant, M. G., & Espinosa-Mejía, F. (2014). Contexto de la educación financiera en México. *Ciencias Administrativas*, 1, 21-30.
- Atucha, A. J., Gualdoni, P., & Blanco, G. (2018). El índice de precios al consumidor y la inflación. *Facultad de Ciencias Económicas y Sociales - Universidad Nacional de Mar del Plata.* <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/2880/1/atucha-et-al-2018.pdf>;
- Banamex (2014) Cultura financiera de los jóvenes en México. Recuperado el 25 de agosto de 2014, [https://www.banamex.com/es/conoce\\_banamex/quienes\\_somos/prensa/pdf/book\\_brujula\\_digital\\_2014.pdf](https://www.banamex.com/es/conoce_banamex/quienes_somos/prensa/pdf/book_brujula_digital_2014.pdf)
- Capulín, R. G., Otero, K. Y. D., & Reyes, R. P. R. (2016). El concepto de familia en México: una revisión desde la mirada antropológica y demográfica. *Ciencia ergo-sum, Revista científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 23(3), 219-228.  
<https://www.redalyc.org/journal/104/10448076002/10448076002.pdf>
- Carrillo, J., Gutiérrez, A., Hernández N. & Hernández D. (2022). IMCO. ¿Cuánto más gastan los hogares? El impacto regresivo de la inflación. [https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2022/05/Inflacio%CC%81n-de-los-hogares-en-Me%CC%81xico\\_IMCO\\_20220511-1.pdf](https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2022/05/Inflacio%CC%81n-de-los-hogares-en-Me%CC%81xico_IMCO_20220511-1.pdf);
- ENIGH. (2020). El gasto de los hogares mexicanos en proteína animal. Consejo Mexicano de la Carne.  
<https://comecarne.org/el-gasto-de-los-hogares-mexicanos-en-proteina-animal/>
- Hall, R. E., & Lieberman, M. (2005). *Macroeconomía: principios y Aplicaciones*. International Thomson Editores.
- INEGI. (2020). Subsistema de Información Demográfica y Social. Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de:  
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>
- INEGI. (2022). Índice Nacional de Precios al Consumidor. Índice General Período: Ene 1969 - Dic 2022. Recuperado de:  
<https://www.inegi.org.mx/app/indicesdeprecios/CalculadoraInflacion.aspx>
- Maldonado, E. N., Galarza, M. E., & Solano, M. P. (2017). Impacto del uso de dinero electrónico en estudiantes universitarios. *INNOVA Research Journal*, 2(6), 83-93. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n6.2017.216>
- Mancera, A. C. (2017). *Economía internacional*. Grupo Editorial Patria.
- México Digno (2022). CanastaC=Ingresodigno. <https://www.mexicodigno.com/acompanamiento/>
- Minella, J. M., Bertosso, H., Pauli, J., & Dalla Corte, V. F. (2017). A influência do materialismo, educação financeira e valor atribuído ao dinheiro na propensão ao endividamento de jovens. *Gestão & Planejamento-G&P*, 18.
- Moran, G. G., Vega, F. Y., & Mora, R. A. (2018). Análisis de la relación entre el ingreso familiar mensual y el costo de la canasta básica en el Ecuador. Período 1982–2017. *Revista espacios*, 39(47). ISSN 0798 1015. <http://www.revistaespacios.com/a18v39n47/a18v39n47p36.pdf>
- Orlik, N. L. (2005). Inflación, crédito y salarios: nuevos enfoques de política monetaria para mercados imperfectos. Unam.
- Rodríguez Espinar, S. (2015). Los estudiantes universitarios de hoy: una visión multinivel. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 13(2), 91-124. <https://doi.org/10.4995/redu.2015.5440>;
- Rodríguez Sánchez, A. M. (2008). *Estructura socioeconómica de México*. Publicaciones Cultural.
- Samuelson, P. A. N. & Nordhaus W.D. (2019). *Macroeconomía*. McGraw-Hill. México. MX.
- Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2022). *Estadística Educativa Puebla Ciclo escolar 2021-2022*. Recuperado de:  
[https://planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica\\_e\\_indicadores/estadistica\\_e\\_indicadores\\_entidad\\_federativa/estadistica\\_e\\_indicadores\\_educativos\\_21PUE.pdf](https://planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/estadistica_e_indicadores_entidad_federativa/estadistica_e_indicadores_educativos_21PUE.pdf)
- SIC México. Sistema de Información Cultural. (2023). *Directorio de Universidades*. Recuperado de:  
<https://sic.gob.mx/datos.php?table=universidad>
- Torres Menárguez Ana. (2022). *El País*. El reto de los medios con los jóvenes: “Para mí un periódico está desfasado, uso las redes”. Recuperado de: <https://elpais.com/sociedad/2022-06-19/la-generacion-sin-noticias-para-mi-es-desfasado-meterme-en-un-periodico.html>
- Tucker, I. B., & Rodas Arroyo, A. (2002). *Fundamentos de economía*. Thomson Editores.

# The Concept of “Rule of Law” from Kelsen to Rawls

Dra. Teresa Maria Geraldés Da Cunha<sup>1</sup>  
Dra. Lucia Villalón Alejo<sup>2,3</sup>

*Abstract*— The rule of law refers to the idea that all individuals, including government officials and institutions, are bound by the law and are subject to the same legal system and processes. It is a fundamental principle of many constitutional systems and is central to the protection of individual rights, the maintenance of social order, and the promotion of fairness and justice. Some of the questions related to the concept of the rule of law that are the subject of this conference and connected article are : 1.- What is the definition of the rule of law? 2. What is the difference between the rule of law and the rule of man? 3. How does the rule of law impact individual rights and freedoms? 4. What is the relationship between the rule of law and democracy? 5. How does the rule of law promote social order and stability? 6. What is the role of the judiciary in ensuring the rule of law?

*Key Words*—Rule of Law; Kelsen; Habermas; Rawls, Justice; Constitutional comparative Studies

## Introduction

The rule of law refers to the idea that all individuals, including government officials and institutions, are bound by the law and are subject to the same legal system and processes. It is a fundamental principle of many constitutional systems and is central to the protection of individual rights, the maintenance of social order, and the promotion of fairness and justice. Here are ten questions related to the concept of the rule of law:

The questions at work in this paper are:

1. What is the definition of the rule of law?
2. What is the difference between the rule of law and the rule of man?
3. How does the rule of law impact individual rights and freedoms?
4. What is the relationship between the rule of law and democracy?
5. How does the rule of law promote social order and stability?
6. What is the role of the judiciary in ensuring the rule of law?
7. What are the key components of a system that operates under the rule of law?
8. How does the rule of law impact economic development and growth?
9. What is the role of the legislative branch in promoting and maintaining the rule of law?
10. How do constitutions and international human rights include rule of law concept

## The Concept of rule of law

The paradigm of “ rule of law” is a fundamental concept in western legal theories and refers to the idea that all individuals and institutions, including the government, are bound by and accountable to the law. Not only we must deal with the problem of the definition of the concept, but also answer the question about the ways the rule of law ensure equality before the law and promote democracy and good governance.

Of course , we must begin by the analysis of the principles, the axiological values of the rule of law and identify the historical and philosophical evolution of the concept from last millennium authors such as Kelsen, Habermas and Rawls.

Finally we will deal , briefly with the issues how does the rule of law affect the power and role of the judiciary and contribute to economic development and stability, clarifying what are the challenges to the rule of law in modern ( and polarized) societies.

## From Kelsen to Habermas and Rawls : the main elements of the evolution of a concept

Kelsen's concept of the rule of law emphasizes the importance of predictability and stability in the legal system. It suggests that the rule of law is maintained when laws are clear, consistent, and applied equally to all individuals.

Habermas' concept of the rule of law” focuses on the idea that the law must reflect the will of the people and be based on democratic principles. It emphasizes the role of the legal system in ensuring that the democratic process is respected and that individual rights are protected.

<sup>1</sup> UMSNH /Facultad de Derecho y Ciencias Sociales/CIJUS t  
teresa.geraldés@umich.mx

<sup>2</sup> UMSNH, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales(CIJUS lucia.villalon@umich.mx

Rawls' concept of the rule of law is rooted in his theory of justice. Rawls argues that the rule of law is necessary to ensure that society is just and that individuals have equal basic liberties. He believes that the rule of law is a fundamental aspect of a just society and that it helps to protect individual rights and prevent the abuse of power.

We can summarize this evolution as one from Objective vs. Subjective: Kelsen's concept is seen as more objective, as it focuses on the technical aspects of the law and its consistency. Habermas' concept is more subjective, as it takes into account the political and social context in which the law operates. Rawls' concept is a blend of both objective and subjective elements, as it recognizes the importance of both the technical aspects of the law and its social and political context.

As such the main elements of analysis are : a) individual rights; b)role of democracy; c) Stable legal systems, d) the importance of predictability; e) the production of a just society and f) the production of civil liberties

A ) Individual Rights: Kelsen's concept places less emphasis on individual rights, while Habermas' and Rawls' concepts both place a strong emphasis on the protection of individual rights.

B) Role of Democracy: Habermas' concept places a strong emphasis on the role of democracy in the rule of law, while Kelsen's concept focuses on the technical aspects of the law and Rawls' concept places more emphasis on the idea of justice.

C) Stable Legal System: Kelsen's concept emphasizes the importance of a stable legal system, while Habermas' and Rawls' concepts place more emphasis on the political and social context in which the law operates.

D) Importance of Predictability: Kelsen's concept places a strong emphasis on predictability in the legal system, while Habermas' and Rawls' concepts place less emphasis on this aspect.

E)Just Society: Rawls' concept places a strong emphasis on the idea of a just society, while Kelsen's and Habermas' concepts place less emphasis on this aspect.

F)Protection of Basic Liberties: Rawls' concept places a strong emphasis on the protection of basic liberties, while Kelsen's and Habermas' concepts place less emphasis on this aspect.

### **Working with the rule of law principle**

The rule of law is a principle that holds that all individuals and institutions, including the state itself, are subject to and governed by laws that are publicly disclosed, equally applied, and independently adjudicated. In the context of constitutions and international human rights, the rule of law is included as a cornerstone of democratic societies and serves to protect the rights and freedoms of citizens and ensure that power is exercised in a transparent and accountable manner.

Constitutions typically embody the rule of law by providing for an independent judiciary to interpret and enforce the laws, and by protecting individual rights and freedoms, such as due process, freedom of speech, and protection against arbitrary detention.

International human rights instruments, such as the Universal Declaration of Human Rights and the International Covenant on Civil and Political Rights, also include provisions that reflect the rule of law principle, such as the right to a fair trial and the prohibition against arbitrary arrest or detention. These international instruments serve as the basis for protecting human rights globally and hold states accountable for upholding the rule of law and respect for human rights within their jurisdiction.

The "rule of law" is a principle that is often referred to in the context of human rights treaties. It refers to the idea that all individuals, including government officials, are subject to and accountable under the law. This principle is important for the protection of human rights, as it helps ensure that individuals are not subjected to arbitrary actions by the state.

Human rights treaties, such as the International Covenant on Civil and Political Rights (ICCPR), the Convention against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment (CAT), and the Convention on the Rights of the Child (CRC), contain provisions that reflect the rule of law principle. These provisions typically require that states parties respect the due process rights of individuals and provide effective remedies for human rights violations.

For example, Article 9 of the ICCPR states that "no one shall be subjected to arbitrary arrest or detention" and requires that anyone who is arrested or detained be promptly brought before a judge or other judicial authority. Article 12 of the ICCPR also guarantees the right to liberty and security of person, stating that "everyone has the right to liberty and security of person."

In conclusion, the rule of law principle is a critical component of human rights treaties and helps ensure that individuals are protected from arbitrary state actions and have access to effective remedies for human rights violations.

The principle of the rule of law is a fundamental principle of European Union (EU) law and is enshrined in the EU Treaty. The provisions based on this principle include:

1. Independence of the judiciary: The EU recognizes the importance of an independent judiciary for ensuring the rule of law and protecting individual rights.
2. Protection of fundamental rights: The EU Charter of Fundamental Rights and the European Convention on Human Rights provide a comprehensive list of human rights that must be protected and respected in all EU Member States.
3. Enforcement mechanisms: The EU has several enforcement mechanisms to ensure that the rule of law is upheld, including the European Court of Justice, the European Court of Human Rights, and the EU Agency for Fundamental Rights.
4. Transparency and accountability: EU institutions and bodies must be transparent and accountable in their actions, and decisions must be based on the rule of law.
5. EU law supremacy: EU law takes precedence over national law in case of conflict, ensuring that the rule of law is upheld across the EU.

These provisions ensure that the rule of law is respected and upheld in all EU Member States, promoting fairness, justice, and equality in the EU.

### **The Principle of the Rule of Law in Mexican Magna Carta , in the Federal Constitution of United States and in the postwar Japanese Constitution ( a brief attempt of a comparative exercise)**

The principle of the rule of law is enshrined in the Mexican Constitution, and the following are some of its provisions:

1. Independent judiciary: The Mexican Constitution guarantees the independence of the judiciary, which is responsible for interpreting and applying the law in a fair and impartial manner.
2. Equal treatment under the law: The Mexican Constitution provides for equal treatment under the law for all individuals, regardless of their race, gender, or socio-economic status.
3. Protection of human rights: The Mexican Constitution enshrines a number of fundamental human rights, including the right to life, freedom of expression, and due process of law, and provides for the protection of these rights by the state.
4. Separation of powers: The Mexican Constitution establishes a system of government with three branches: the executive, legislative, and judicial. Each branch has distinct powers and responsibilities, and is designed to serve as a check and balance on the others.
5. Transparency and accountability: The Mexican Constitution requires public officials to act in a transparent and accountable manner, and provides for mechanisms to hold public officials accountable for their actions.
6. Access to justice: The Mexican Constitution provides for access to justice for all individuals, including the right to a fair trial and the right to legal representation.
7. Due process of law: The Mexican Constitution provides for due process of law, including the right to a fair and impartial trial and the right to appeal a decision.
8. Prohibition of retroactive criminal laws: The Mexican Constitution prohibits retroactive criminal laws, which are laws that apply retroactively to criminalize conduct that was not illegal at the time it was committed.

The principle of the rule of law is fundamental to the American legal system and is reflected in several key provisions of the U.S. Constitution and other laws:

1. Separation of powers: The U.S. Constitution establishes a system of government with three branches: the legislative, executive, and judicial. Each branch has distinct powers and responsibilities, and is designed to serve as a check and balance on the others.
2. Independent judiciary: The U.S. Constitution guarantees the independence of the judiciary, which is responsible for interpreting and applying the law in a fair and impartial manner.
3. Equal treatment under the law: The U.S. Constitution provides for equal treatment under the law for all individuals, regardless of their race, gender, or socio-economic status.
4. Protection of individual rights: The U.S. Constitution enshrines a number of fundamental individual rights, including the right to free speech, religion, and due process of law. These rights are protected by the courts and are considered to be fundamental to the functioning of a democratic society.
5. Due process of law: The U.S. Constitution provides for due process of law, including the right to a fair and impartial trial and the right to appeal a decision.
6. Access to justice: The U.S. legal system provides for access to justice for all individuals, including the right to a fair trial and the right to legal representation.
7. Transparency and accountability: The U.S. legal system requires public officials to act in a transparent and accountable manner, and provides for mechanisms to hold public officials accountable for their actions.
8. Prohibition of retroactive criminal laws: The U.S. Constitution prohibits retroactive criminal laws, which are laws that apply retroactively to criminalize conduct that was not illegal at the time it was committed.

9. Supremacy of federal law: The U.S. Constitution establishes the supremacy of federal law over state law, ensuring that the rule of law is maintained throughout the country.

The principle of the rule of law is an important aspect of the Japanese legal system and is reflected in several key provisions of the Japanese Constitution and other laws:

1. Independent judiciary: The Japanese Constitution guarantees the independence of the judiciary, which is responsible for interpreting and applying the law in a fair and impartial manner.
2. Equal treatment under the law: The Japanese Constitution provides for equal treatment under the law for all individuals, regardless of their race, gender, or socio-economic status.
3. Protection of individual rights: The Japanese Constitution enshrines a number of fundamental individual rights, including the right to life, freedom of expression, and due process of law. These rights are protected by the courts and are considered to be fundamental to the functioning of a democratic society.
4. Separation of powers: The Japanese legal system establishes a system of government with three branches: the legislative, executive, and judicial. Each branch has distinct powers and responsibilities, and is designed to serve as a check and balance on the others.
5. Access to justice: The Japanese legal system provides for access to justice for all individuals, including the right to a fair trial and the right to legal representation.
6. Transparency and accountability: The Japanese legal system requires public officials to act in a transparent and accountable manner, and provides for mechanisms to hold public officials accountable for their actions.
7. Due process of law: The Japanese Constitution provides for due process of law, including the right to a fair and impartial trial and the right to appeal a decision.
8. Prohibition of retroactive criminal laws: The Japanese legal system prohibits retroactive criminal laws, which are laws that apply retroactively to criminalize conduct that was not illegal at the time it was committed.
9. Supremacy of constitutional law: The Japanese Constitution establishes the supremacy of constitutional law over other laws, ensuring that the rule of law is maintained throughout the country.
10. Cultural heritage: The Japanese legal system is based on a long tradition of legal and cultural heritage, including the principles of the rule of law and individual rights and freedoms, which are considered to be central to the functioning of a democratic society.

### Conclusions

Overall, the principle of the rule of law in Mexico is designed to ensure that the legal system is fair, impartial, and accessible to all, and that individual rights and freedoms are protected.

Overall, the principle of the rule of law in the American legal system is designed to ensure that the legal system is fair, impartial, and accessible to all, and that individual rights and freedoms are protected.

Overall, the principle of the rule of law in the Japanese legal system is designed to ensure that the legal system is fair, impartial, and accessible to all, and that individual rights and freedoms are protected.

But we must be aware of the present dangers to the principle of the rule of law and the inherent decline of democratic values.

There are several dangers to the principle of rule of law in the current geopolitical context, including:

1. Authoritarianism: In many countries, authoritarian leaders are subverting the rule of law by suppressing opposition, controlling the media, and manipulating the judiciary to remain in power.
2. Corruption: Corruption undermines the rule of law by making the legal system inaccessible to ordinary people and promoting a culture of impunity for those in positions of power.
3. Political interference: Political interference in the judiciary, such as appointments of partisan judges or influence over court decisions, threatens the impartiality and independence of the legal system.
4. Lack of resources: Many countries lack the resources to enforce the rule of law, such as underfunded courts, under-resourced police, and inadequate prison systems.
5. Globalization: The increased interconnectivity and interdependence of countries can lead to conflicting legal systems and difficulties in enforcing the rule of law across borders.
6. Conflicts: Conflicts, such as civil wars, can disrupt the rule of law by creating a breakdown in social order and making it difficult to enforce laws and protect citizens' rights.

These and other factors threaten the ability of the rule of law to provide a fair, just, and predictable legal system that protects the rights of citizens and promotes stability and prosperity.

### Working References

Achin, C. L. (2006). Femmes et militarism. En C. L. Achin, *Femmes in Politique* (Vol. Repères, pages. 32-59). Paris, Francia: La Découverte. consulted the 21th of February 2022, at <https://www.cairn.info/femmes-en-politique-9782707147417-page-32.htm>

Benvenisti, E. &. (01/ 01 / 2017). Embracing the tension between national and international human rights: the case for discordant parity Embracing the tension between national and international human rights law: The case for discordant parity. *International Journal of Constitutional Law*, 15(1), 36-59. doi:<https://doi.org/10.1093/icon/mox002>

- Elomäki, A. (20/06/2021). 'It's a total no-no': The strategic silence about gender in the European Parliament's economic governance policies. *International Political Science Review*, 00 (0), 15. doi:<https://doi.org/10.1177/0192512120978329>
- Fredman, S. &. (2015). *Gender equality and human rights*. UN Women. UN Women flagship report. Consulted the 12th of april 2022, at [unwomen.org: https://www.unwomen.org/sites/default/files/Headquarters/Attachments/Sections/Library/Publications/2015/Goldblatt-Fin.pdf](https://www.unwomen.org/sites/default/files/Headquarters/Attachments/Sections/Library/Publications/2015/Goldblatt-Fin.pdf)
- Henrion, R. (2001). *Les femmes victimes de violences conjugales: le rôle des professionnels de santé*. Paris: La documentation française. Consulted 23th of April 2022, de <https://www.vie-publique.fr/rapport/24751-les-femmes-victimes-de-violences-conjugales-le-role-des-professionnels>
- Kiejman, L. R. (1985). Le féminisme sous la troisième république: 1870-1914. *Matériaux pour l'histoire de notre temps, Histoire des femmes et du féminisme*, 8-11. Ctedoln 12 of mars 2022, de [https://www.persee.fr/doc/mat\\_0769-3206\\_1985\\_num\\_1\\_1\\_403977](https://www.persee.fr/doc/mat_0769-3206_1985_num_1_1_403977)
- Lépinard, É. (2018). The French Parity Reform: The Never-Ending Quets for A New Gender Principle. En E. R.-M. Lépinard, & C. U. Press (Ed.), *Transforming Gender Cityzenship. The Irresistible Rise of Gener Quotas in Europe* (págs. 62-93). Cambridge, Massachussets, USA: Cambridges Studies in Law and Society. doi:<https://doi.org/10.1017/9781108636797>
- Mathieu, B. V. (2016). Jurisprudence Constitutionnelle, France. *Reue europeenne de droit public*, 28(2), 713-742.
- Meyer, M. K. (1999). *Gender politics in global governance*. (M. K. Meyer, Ed.) New York: Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.
- Mishkin, F. (1984). At real interest rates equal across countries? An empiricl investigation of international parity conditions. *The journal of Finance*, 39(5), 1345-1357.
- Rawls, J., (1975). Teoria de la Justicia
- Riot-Sarcey, M. (2008). *Histoire du féminisme* (Vol. Repéres). La Découverte.
- Rodríguez, R. B.-M. (2008). The gender of representation: on democracy, equality, and parity. *International Journal of Constitutional Law*, 6(2), 287-316. doi: <https://doi.org/10.1093/icon/mon007>
- Zafar, M. V. (2017). From Parity to Preferences-based Notions of Fairness in Classification. *31st Conference on Neural Information Processing System (NIPS)* (págs. 1-11). Long Beach, CA, USA: s/e. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.00010>

# Análisis del Comportamiento de los Clientes en la Línea de Espera para Negocios de Comida Rápida

Ing. Karina Gomez Cantarell<sup>1</sup> Dra. Elsa Elena Corona Mayoral<sup>2</sup>,  
M.C. Delia del Carmen Gamboa Olivares<sup>3</sup>, Ing. Adalberto Torreblanca Zorrilla<sup>4</sup> y Lizbeth Hernández Gil<sup>5</sup>

**Resumen**— Lograr la satisfacción del cliente es uno de los requisitos más importantes para poder estar dentro de las mejores opciones de los usuarios. En este trabajo se presentará el estudio de la teoría de colas en un negocio de comida rápida, con el propósito de mejorar la eficiencia en la atención a los clientes. Se recabaron los datos necesarios para aplicar teoría de colas, con el apoyo de tablas para registrar tiempos y con ayuda de un software de simulación, para observar la manera en que se comporten las variables; como lo son el tiempo transcurrido entre un cliente y otro, los horarios de atención, los para así ver que pasaría en el sistema. El propósito principal es ver como favorece la teoría de colas en la atención a clientes y en que se puede mejorar la aplicación, dentro de los procesos que se realizan en negocio de comida rápida.

**Palabras clave**— Optimización, simulación, teoría de colas.

## Introducción

En este documento, se hablará acerca de la aplicación de teoría de colas, (Arista, J. 2016), en su artículo describe que el fenómeno de espera es ocasionado por la variabilidad de tiempo que existe en la llegada de clientes al demandar el servicio y el tiempo que se tarde en ofrecer este mismo. Para (Pérez, M. 2015), existe una diferencia entre teoría de colas y la línea de espera, una cola es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas. Para (E. López Hung y L. G. Joa Triay, 2018) las líneas de espera se presentan, cuando los clientes o usuarios llegan a un lugar demandando un servicio, lo que en muchas ocasiones genera diversos problemas, tanto en la efectividad del servicio, como la satisfacción al cliente. ¿Cuántas veces no nos hemos formado en una fila, quizá esperando más del tiempo y acabamos desesperados?

En este estudio, se llevará a cabo la observación en un negocio de comida rápida, en la cual se hará un análisis de cómo la teoría de colas mejora el tiempo de servicio en este establecimiento, el comportamiento, comodidad de los clientes, así como de los empleados del establecimiento, si hay una buena distribución de clientes/atención, ambos lados estarán satisfechos. La pregunta clave para llevar a cabo esta investigación es: ¿Cómo afecta la teoría de colas en el tiempo de atención a clientes?

## Descripción del Método

### Metodología

La metodología usada en esta investigación está fundamentada en la REVISTA de la Universidad EAFIT, por el autor Fredy Alexander Gómez Jiménez, Universidad Nacional de Colombia. (2008) Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente. Esto también utilizando el modelo MM1 que es el que se ocupa para un solo servidor.

### Población o universo/ muestra

De inicio, se observó a detalle la manera en la que se comportan las colas durante una semana completa, no se consideró un horario con exactitud, debido a que no siempre se tienen las mismas ventas, por lo tanto, al observar en diferentes horarios, se obtuvieron resultados más variados para la realización del análisis con las suficientes muestras. Estas observaciones se encuentran segmentadas en cuatro horarios, durante toda su jornada laboral, para obtener datos más variados. El estudio de investigación se basó tanto en la empresa, como en sus clientes, pero

---

<sup>1</sup> Ing. Karina Gomez Cantarell es Profesor de Ingeniería Industrial, del TECNM/Instituto Tecnológico de Veracruz [karina.gc@veracruz.tecnm.mx](mailto:karina.gc@veracruz.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dra. Elsa Elena Corona Mayoral es Profesor de Ingeniería Industrial, del TECNM/Instituto Tecnológico de Veracruz [elsa.cm@veracruz.tecnm.mx](mailto:elsa.cm@veracruz.tecnm.mx)

<sup>3</sup> M.C. Delia del Carmen Gamboa Olivares es Profesor de Ingeniería Industrial, del TECNM/Instituto Tecnológico de Veracruz [delia.go@veracruz.tecnm.mx](mailto:delia.go@veracruz.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Ing. Adalberto Torreblanca Zorrilla es Profesor de Ingeniería Industrial, del TECNM/Instituto Tecnológico de Veracruz [adalberto.tz@veracruz.tecnm.mx](mailto:adalberto.tz@veracruz.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Lizbeth Hernández Gil es Estudiante de Ingeniería Industrial del TECNM/Instituto Tecnológico de Veracruz [117021287@veracruz.tecnm.mx](mailto:117021287@veracruz.tecnm.mx)

primordialmente en este último, pues esta es la variable más importante, para después analizar la atención de los servidores.

La población considerada, fueron los clientes que ingresaron y realizaron su compra en la empresa, en donde el aproximado de clientes son 25 por hora de lunes a sábado, sin embargo, los domingos llegan a recibir hasta 35 clientes por hora, incluso más, según los datos estadísticos proporcionados por el gerente en turno. El muestreo se llevó a cabo del 26 de octubre al 30 de octubre del 2020, es decir, una semana de Lunes a Viernes, no se analizaron los días sábado y domingo, puesto que el comportamiento en fines de semana es distinto por su tráfico de clientes, el cual requeriría un estudio paralelo a este.

### Tipo de estudio

La investigación fue del tipo aplicada, ya que, a través del estudio, se pudo analizar el comportamiento de la teoría de colas y proponer mejoras, así como también del tipo cuantitativa, pues se tomaron datos numéricos que ayudaron a desarrollar modelos matemáticos para entender mejor el fenómeno, también se obtuvo de manera descriptiva debido a que se buscaron las causas del objetivo de estudio, para poder obtener un porqué del hecho. También se hizo de manera observacional, pues se pudo observar el comportamiento del fenómeno, así como también longitudinal puesto que se analizaron datos en diferentes momentos.

### Descripción del Instrumento

En este caso, para poder obtener mejores resultados, se utilizó el método de observación sistemática, regulada o controlada ya que, de esta manera, mediante la observación simple, sin necesidad de intervenir o interrumpir a las personas que estaban laborando, se pudo obtener los datos necesarios a evaluar. Con los datos obtenidos, se pudo manipular las variables dentro del escenario observado y se pudo obtener el respectivo análisis. Obtener los intervalos de estudio en dónde se llevaron a cabo las muestras, en días comunes, es decir, no festivos, ni fines de semana. El negocio de comida rápida tiene un horario de atención de 10:00 horas a 22:00 horas, por lo que los intervalos usados serán los que se muestran a continuación.

**INTERVALO I:** 10:00 AM – 2:00 PM

**INTERVALO II:** 2:00 PM – 4:00 PM

**INTERVALO III:** 4:00 PM - 6:00 PM

**INTERVALO IV:** 6:00 PM – 10:00 PM

Se realizaron 10 muestras por intervalo, para después calcular su promedio y vaciar el tiempo de llegada promedio del cliente según el día.

DIAS	INTERVALOS DE MINUTOS			
	I	II	III	IV
LUNES	34	17	13	22
MARTES	20	10	15	11
MIÉRCOLES	18	21	14	10
JUEVES	21	12	10	7
VIERNES	12	7	11	8
MEDIANA	20	12	13	10

TABLA 2. Intervalos de minutos por días

### Resultados y discusión

Los datos que fueron recabados en las tablas por cada día y por cada intervalo se vaciaron en la tabla siguiente, en la cual se resumieron los datos como se muestra en la TABLA 2.

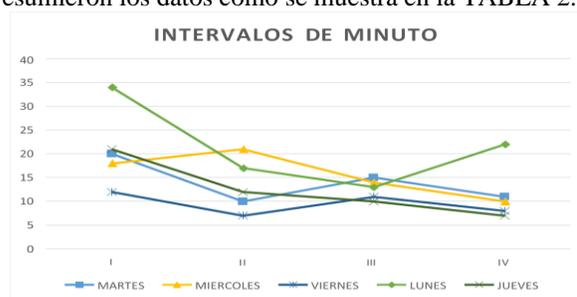


GRÁFICO 1. Intervalos de minuto.

Como se puede observar en el GRÁFICO 1, hay una variación significativa en cuanto a los horarios y los intervalos, en el día Lunes, los intervalos son mayores, puesto que hubo menos tráfico de gente, por ende las colas de

espera, no fueron necesarias, pues casi como llegaban los clientes, eran atendidos, por lo tanto no había como tal una cola, en el día miércoles en la mañana fue un día más transitado, cabe mencionar que el clima influyó este intervalo, pues hacía un poco de frío y la venta de cafés y pasteles tuvo un evidente aumento de clientes, por lo tanto el intervalo entre estos disminuyó, sin duda los días más fuertes fueron jueves y viernes, en los cuales los intervalos con menos minutos fueron los de la tarde noche, que es el tercero y cuarto intervalo, en los que hubo más colas, y tiempos de espera.

### Prueba de Kruskal – Wallis

Se considerará el Valor p para datos ajustados con empates, puesto que, a lo largo del muestreo se obtuvieron tiempos que sucedieron simultáneamente. Por lo tanto,  $p = 0.392$ .

Cabe mencionar que la prueba en Minitab, por naturaleza se realiza a un grado de confiabilidad del 95%. Teniendo en cuenta que si:

Valor  $p \leq \alpha$ . Las diferencias entre algunas de las medianas son estadísticamente significativas. Valor  $p > \alpha$ . Las diferencias entre las medianas no son estadísticamente significativas.

En el estudio realizado 0.392 es mayor que 0.05 por lo tanto, (ver en IMAGEN 1) no existe diferencia entre las medianas de los grupos lo que significa que provienen de la misma población y por ende tienen la misma distribución. Se utiliza la prueba Kruskal Wallis en lugar de la de ANOVA ya que este tipo de estudio no tiene una distribución de tipo normal. Teóricamente se dice que tiene una distribución de Poisson.

### Prueba de Kruskal-Wallis: MEDIANA DE TASAS DE ... ADA vs. GRUPOS

#### Estadísticas descriptivas

GRUPOS	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	1	20		4.0 1.34
2	1	12		2.0 -0.45
3	1	13		3.0 0.45
4	1	10		1.0 -1.34
General	4			2.5

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : Todas las medianas son iguales  
Hipótesis alterna  $H_1$ : Al menos una mediana es diferente

GL	Valor H	Valor p
3	3.00	0.392

*La aproximación de chi-cuadrada podría no ser exacta cuando algunos tamaños de muestra sean menores que 5.*

IMAGEN 1. Prueba de Kruskal-Wallis

### Modelo MM1

Este modelo que se usa es el más sencillo de todos, ya que se analizó un solo servidor, para la atención del cliente en este se representan las llegadas, los tiempos de servicio y su principal característica es que solo hay un servidor.

Donde:

TIEMPO DE ANTENCIONEN EL SERVIDOR (MIN) : 10.12

TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADAS:8

Los datos anteriores fueron obtenidos a través del análisis de los datos recabados

1/L=	tiempo entre llegadas
1/M	Tiempo entre servicio
Tiempo / llegadas	5.93 clientes/hora
Tiempo/servicio	7.50 clientes/hora

Los datos anteriormente mencionados se convirtieron a horas para su mejor interpretación, partiendo de esto se sustituyeron las fórmulas

En los resultados de esta simulación, se pudo estudiar cada una de las estaciones, como lo son las entradas, el servidor

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$L_s$ = Longitud 'L' (O Cantidad de Personas) en el Sistema 's'.

**Ls= 3.77**

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$W_s$ = Cantidad de Tiempo ('w' de Wait) en el Sistema 's'.

**Ws= 0.6365**

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$L_q$ = Longitud 'L' (O Cantidad de Personas) en la cola 'q'.

**Lq= 2.98**

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$W_q$ = Cantidad de Tiempo ('w' de Wait) en la cola 'q'.

**Wq= 0.5031**

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$\rho$  = Porcentaje del uso del Sistema

**p= 0.7905**

$$P_0 = 1 - \rho$$

$P_0$  = Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado

**Po= 0.2095**

IMAGEN 2. Fórmulas.

TABLA 3. Sustitución de fórmula

y las salidas, todo esto con respecto al comportamiento de los clientes.

ModelEntity	CLIENTES	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	10.4260
					Maximum	20.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Hours)	1.4053
					Maximum (Hours)	2.6420
					Minimum (Hours)	0.1687
					Observations	71.0000
			Throughput	NumberCreated	Total	91.0000
				NumberDestroyed	Total	71.0000

IMAGEN 3. Resultados de la simulación, clientes

En IMAGEN 3, se muestra que el porcentaje de atención por hora son 10 clientes, así como el porcentaje que puede durar un cliente en todo el trayecto desde que entra hasta que sale, es de 1 hora, lo cual nos indica que puede haber un problema si solo es un servidor, en algún punto, tendrá demasiadas personas esperando su pedido.

Object Type	Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total
Server	SERVIDOR	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	72.0000
				NumberExited	Total	71.0000
			HoldingTime	TimeInStation	Average (Hours)	0.1687
		Content	NumberInStation	Average	1.0000	
				OutputBuffer	Throughput	NumberEntered
		NumberExited	Total	71.0000		
		InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	91.0000
				NumberExited	Total	72.0000
			HoldingTime	TimeInStation	Average (Hours)	1.2543
			Content	NumberInStation	Average	9.4260

IMAGEN 4. Resultados de la simulación, servidor

En la IMAGEN 4, se observa a el servidor, donde la simulación muestra que el tiempo que se pasa en esta estación el cliente en promedio es de 0.1687 Horas.

Sink	SALIDAS	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	71.0000
				NumberExited	Total	71.0000
		[DestroyedEntities]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Hours)	1.4053
Source	ENTRADAS	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	91.0000
				NumberExited	Total	91.0000
		OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	91.0000
				NumberExited	Total	91.0000

IMAGEN 5. Resultados de la simulación, entradas y salidas.

En la IMAGEN 5, se observan las salidas primero, donde muestra el tiempo promedio que paso el cliente dentro de la empresa, que es un promedio total de 1.4053 Horas, y en total salieron 71 clientes, cuando abajo, muestra que el número total de clientes que ingresaron fueron de 91, quiere decir que se perdieron cerca de 20 clientes, que por alguna razón no realizaron todo el proceso y no fueron atendidos.

### Trabajo a futuro

Después de todo lo registrado, se propone que se habilite otro servidor, según los horarios y días más fuertes, para poder atender más rápido y poder brindarle un mejor servicio y atención al cliente, así como realizar otro estudio similar a este en donde se pueda apreciar el flujo de clientes en los fines de semana, así como en los días festivos, para poder llevar acabo un análisis más completo a conveniencia de la empresa

### Conclusiones

Con esta investigación se obtuvo un promedio del comportamiento de los clientes, aunque si bien es verdad que no son del todo predecible pues hay factores diversos que tienen que ver con el flujo que tengan estos dentro del sistema, como lo son los horarios de comidas, incluso el clima.

En esta investigación se observó que en ciertos periodos se puede carecer de la capacidad de servicio necesario, ya que solo se contaba con un servidor, lo que causa, en ciertos momentos, colas excesivamente largas. Esto puede producir pérdida de prestigio para la empresa y pérdida de clientes ya que estos están pagando un costo, que es el tiempo más alto del que esperaban. Ahora solo queda analizar más propuestas para reducir el tiempo promedio de espera, así como aumentar la calidad del servicio.

### Referencias bibliográficas

- [1] Toro, L. A. D., & Vélez, J. G. L. (2018). "Percepción de los quiteños frente a líneasde espera. estudios de administración". Kairós. Revista de Ciencias Económicas, Jurídicas y Administrativas, 1(1), 82-88.
- [2] Vergara, A. M. (2019). Aplicación de la Teoría de líneas de Espera en el servicio de Biblioteca deuna Organización Educativa en Cartagena– Colombia. Saber, ciencia y libertad, 14(1), 171- 178.
- [3] Guillermo, D., Glas, G., Freire, G., Galli, A. C., Pérez, M. D. C., Rados, M., ... & Rey, P. A. (2017). Modelo matemático mediante líneas de espera para el desarrollo de un simulador. In XVSimposio Argentino de Investigación Operativa (SIO)-JAIIO 46 (Córdoba, 2017).
- [4] López Hung, E., Triay, J., & Gen, L. (2018). Teoría de colas aplicada al estudio del sistema deservicio de una farmacia. Revista Cubana de Informática Médica, 10(1), 3-15.
- [5] Arista, J. (2016). *Aplicación de la teoría de colas al problema de atención al cliente para la optimización del número cajeros en ventanillas en la organización BCP*. 2020, de Sitio web: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5227/Arista\\_aj.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5227/Arista_aj.pdf?sequence=1)
- [6] E. López Hung y L. G. Joa Triay,(2018) «Teoría De Colas Aplicada Al Estudio Del Sistema DeServicio De Una Farmacia,» Revista Cubana de Informática Médica.
- [7] Hillier, F. & Lieberman, G. (2015). *Introducción a la investigación de operaciones (9ª)*. México: McGraw-Hill.
- [8] Verial D. (2018). *Las ventajas y desventajas de la teoría de colas*. Febrero, 2020, de TechlandiaSitio web: [https://techlandia.com/ventajas-desventajas-teoria-colas-info\\_80840/](https://techlandia.com/ventajas-desventajas-teoria-colas-info_80840/)
- [9] Perez, M. (2015). "Aplicacion de la teoria de colas en una fotocopiadora". Abril, 2020, de PREZI Sitio web: <https://prezi.com/grlesiftjzum/aplicacion-de-la-teoria-de-colas-en-una-fotocopiadora/>
- [10] Hamdy,A. (2015). *Sistemas de colas. En Investigación de operaciones* (p.579). México: PEARSON.
- [11] Zorrilla, J. (2020). *Las líneas de espera*. de Online Marketing & Business Sitio web: <https://www.juliozorrilla.com/las-lineas-de-espera/>

# Control de Actitud de Gradiente Limitado de un Cuadricóptero

<sup>1</sup>J. K. Gomez-Gomez, J. Díaz-Téllez,  
J. Estévez-Carreón, M. A. Rosales-Carreón

**Abstract.** Este trabajo aborda el problema del control de actitud de un VTOL Quadrotor UAV. El modelo matemático del UAV ha añadido perturbaciones endógenas y exógenas. Además, se ha añadido la modelización de la pérdida de eficiencia en los actuadores, el ruido y el sesgo a través de un multiplicativo variable en el tiempo, y los fallos aditivos de los actuadores. Se diseña una metodología de control basada en el gradiente de energía potencial de la aeronave mediante una función de Lyapunov. A través de esta metodología de control, se pueden diseñar diferentes algoritmos de control. Las acciones de control están acotadas y se demuestra la estabilidad asintótica global. Las simulaciones numéricas demuestran la eficacia de la ley de control propuesta.

**Keywords:** Cuadricóptero, Bounded, Gradiente, Actitud, Control.

## Introducción

Hoy en día los cuadricópteros han cobrado importancia cuando se habla de investigación en robótica aérea. Los cuadricópteros se han introducido en el mercado con gran popularidad en la comunidad civil y científica debido al coste, la facilidad de uso, la maniobrabilidad, el vuelo estacionario, el tamaño, el piloto automático de código abierto, la sencillez de constitución y las aplicaciones. Sin embargo, la capacidad de carga útil y el tiempo de resistencia se ven comprometidos. Podemos encontrar una gran variedad de aplicaciones, como servicios de entrega, inspección, vigilancia, fotografía aérea, ayuda en caso de catástrofe, control de la contaminación, rescate y búsqueda, por nombrar algunas. Un gran número de estas aplicaciones requiere un enfoque particular para los objetivos y el entorno de la investigación. El control para este tipo de robots representa un gran desafío, ya que son sistemas autónomos, multivariados, no lineales, variables en el tiempo y están sujetos a incertidumbres. Los cuadricópteros pueden ser controlados de forma autónoma por un piloto automático, por ordenadores de acompañamiento o por una estación de tierra. Dependiendo del modo de vuelo (automático, manual), se desarrollan algoritmos como la navegación, los comandos, el control de posición, el control de actitud y el control de asignación. Se han presentado muchas estrategias de control de modos diferentes, las primeras investigaciones desarrolladas en este tema se centran en el control de actitud. El control de actitud se encarga de encontrar el torque deseado  $\tau_d$  para que la aeronave converja a los ángulos de actitud deseados  $\phi_d, \theta_d, \psi_d$ . Este control es extremadamente importante para que los modos automáticos funcionen, ya que evita que la aeronave se estrelle, vuelque o gire. Se han utilizado diferentes tipos de controladores, como el proporcional-derivativo en [1],[2],[3], retroalimentación lineal en [5], proporcional más diferenciador de segundo orden  $PD^2$  en [4] o incluso la función de saturación anidada en [6]. Los trabajos que citamos anteriormente suelen tener algunas de estas suposiciones: ángulos pequeños, ausencia de perturbaciones externas, conocimiento de la inercia/masa del sistema, desprecio de los efectos giroscópicos o de los pares de fricción aerodinámicos generados por la aeronave y los rotores. Este tipo de control lineal invariante en el tiempo (LTI) se limita a una pequeña región del espacio de estados; las condiciones alejadas de la posición de equilibrio o las perturbaciones externas y las incertidumbres paramétricas pueden deteriorar el rendimiento del sistema. Se han diseñado controladores robustos basados en observadores o compensadores para eliminar o atenuar las perturbaciones externas. En [14] se ha propuesto un controlador robusto de actitud LQR de tres grados de libertad en tres partes: un controlador nominal feed-forward, un controlador nominal de regulación lineal cuadrática (LQR) y un compensador robusto, los mismos autores diseñaron un control robusto de actitud no lineal basado en un modelo no lineal con la representación de cuaterniones, sujeto a incertidumbres, no linealidades y perturbaciones externas para cuadricópteros [8]. Más recientemente, en [13] se diseñó un novedoso sistema basado en cuaterniones con un observador de perturbaciones (DOB) para realizar maniobras de actitud agresivas en presencia de altas perturbaciones. En [9] Se propone un control de seguimiento de trayectoria en actitud parametrizado en cuaterniones y un control de asignación para maniobras de vuelo agresivas. La dinámica del sistema se puede dividir en dos subsistemas, la dinámica rotacional, y la dinámica traslacional. El subsistema de rotación no depende del subsistema de traslación, sin embargo, el subsistema de traslación depende del subsistema de rotación. El control de vuelo de bajo nivel se llama control de orientación, es el que estabiliza el subsistema de rotación y permite mantener el vehículo en la posición deseada, además de evitar el volteo o choque[7]. Este artículo presenta una metodología para abordar el problema de la orientación en un cuadricóptero, el algoritmo de control se basa en la energía potencial de la aeronave, la demostración de la estabilidad asintótica del punto de equilibrio a través de Lyapunov se realiza a través de una función de energía, que se compone de la energía cinética y

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Faculty of Electrical-Electronics Engineering, Puebla, Puebla, México [juan.diaz@puebla.tecnm.mx](mailto:juan.diaz@puebla.tecnm.mx)

potencial de la aeronave. Utilizando el principio de invariancia de Lasalle, se demuestra la estabilidad asintótica del punto de equilibrio de forma global. A partir de la metodología propuesta, se diseña una ley de control con acciones acotadas, que tiene en cuenta los límites físicos de los actuadores. Este trabajo está estructurado de la siguiente manera. En la sección II se presenta el modelo matemático del cuadricóptero, sujeto a una perturbación externa modelada como una perturbación de tiempo variable.

Además, se modelan la pérdida de eficiencia en los actuadores, el ruido y el sesgo a través de un multiplicativo variable en el tiempo, y los fallos aditivos de los actuadores se han añadido. Sección III Se diseña una metodología de control basada en el gradiente de energía potencial de la aeronave mediante una función de Lyapunov. Se demuestra la estabilidad del punto de equilibrio mediante Lyapunov. La sección IV presenta las simulaciones numéricas realizadas para validar el algoritmo propuesto. Finalmente, la sección V presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

### Modelo Dinámico del Quadrotor

Esta sección desarrolla el modelo basado en las leyes físicas que describen la posición y la orientación del cuadricóptero. El modelo dinámico se presenta bajo el modelo matemático de Newton Euler. Para obtenerlo suponemos que el vehículo es un cuerpo rígido en el espacio, y se adjunta un principio se hacen algunas suposiciones para simplificar el modelo de cuerpo rígido.

- El multicóptero es un cuerpo rígido.
- La estructura se supone simétrica.
- El CdG y el  $\sigma_b$  se supone que coinciden.

fuerza llamada empuje y tres trascendentales o pares.

El cuadricóptero es un vehículo aéreo cuya fuente de sustentación y propulsión son los cuatro rotores situados en el mismo plano espacial. La disposición de los rotores es en forma simétrica y equidistante al centro del vehículo, la disposición de los rotores son en forma simétrica y equidistante al centro del vehículo, teniendo comúnmente una forma de cruz, como se muestra en la Fig. 1

Los motores 1 y 3 giran en sentido contrario a las agujas del reloj, y los motores 2 y 4 giran en sentido de las agujas del reloj, esto hace que el momento lineal aportado por la rotación de las hélices se compense, evitando una rotación constante e indeseada sobre su centro de masa. Si variamos la velocidad de los motores en la misma medida se producirá una fuerza vertical, llamada empuje, que permite el despegue y aterrizaje vertical. El par para generar un movimiento de balanceo (ángulo de balanceo) se realiza aumentando la velocidad del motor 2 y disminuyendo la velocidad del motor 4, este movimiento también genera un desplazamiento en el eje Y. El par para generar un movimiento de cabeceo (ángulo de cabeceo) se realiza aumentando la velocidad del motor 1 y disminuyendo la velocidad del motor 3, este movimiento también genera un desplazamiento en el eje x. El movimiento de guiñada (ángulo de guiñada) se realiza por la diferencia de par entre cada par de motores es decir, los dos motores se incrementan en el sentido de las agujas del reloj mientras que los motores se frenan en sentido contrario a las agujas del reloj. Se han definido dos sistemas de coordenadas, las coordenadas inerciales fijadas a la tierra denotadas por  $\mathbf{E} = \{O_E, X_E, Y_E, Z_E\}$ , y sistema de coordenadas fijas del cuerpo, en este

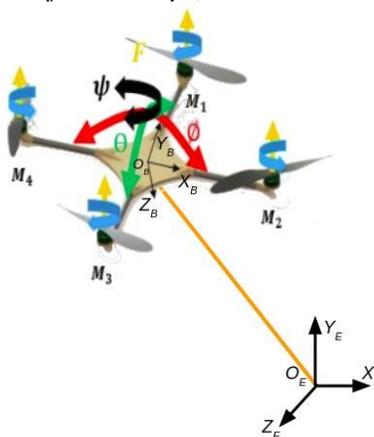


Fig.1: Configuración del cuadricóptero y sistema de coordenadas inerciales y coordenadas fijas del cuerpo. caso al cuadricóptero, detonado por  $\mathbf{B} = \{O_E, X_E, Y_E, Z_E\}$ , ver Fig.1.

La posición del centro de la masa en el UAV viene dada por el vector  $\zeta = [X \ Y \ Z]^T$  y se define en el sistema de coordenadas inerciales. La rotación de un cuerpo rígido en el espacio se realiza mediante tres rotaciones sucesivas alrededor de los ejes del sistema móvil en el que están definidos. La matriz de rotación completa viene dada por 1,

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} c_\psi c_\theta & c_\phi s_\theta s_\phi - s_\psi c_\phi & c_\psi s_\theta c_\phi + s_\psi s_\phi \\ c_\theta c_\psi & s_\phi s_\theta s_\phi + c_\psi c_\phi & s_\psi s_\theta c_\phi - c_\psi s_\phi \\ -s_\theta & s_\phi c_\theta & c_\psi c_\theta \end{bmatrix} \quad (1)$$

En este artículo se ha utilizado la siguiente nomenclatura:  $c_K = \cos K$ ,  $s_K = \sin K$ ,  $t_K = \tan K$ . La velocidad lineal del cuadricóptero definida en el sistema de coordenadas fijadas al cuerpo dado por  $V = [u_o \ v_o \ w_o]$ , puede relacionarse con la derivada con respecto al tiempo de la posición  $\zeta$ , como se muestra en 2

$$\dot{\zeta} = \mathbf{R} \cdot V. \quad (2)$$

La ecuación (3) relaciona la velocidad angular definida en el sistema de coordenadas fijas del cuerpo, denotada por  $\omega = [p_o \ q_o \ r_o]$ , con la derivada con respecto al tiempo de la posición angular, donde  $\eta = [\Phi \ \Theta \ \Psi]$  representa la posición angular definida en el marco inercial.

$$\dot{\eta} = \mathbf{L}(\eta) \cdot \omega. \quad (3)$$

Donde  $\mathbf{L}(\eta)$  es una matriz que se obtiene relacionando la derivada de la matriz ortonormal con alguna matriz simétrica sesgada [10], ver ecuación (4)

$$\mathbf{L}(\eta) = \begin{bmatrix} 1 & s_\phi t_\theta & c_\phi t_\theta \\ 0 & c_\theta & -s_\psi \\ 0 & s_\phi/c_\theta & c_\phi/c_\theta \end{bmatrix} \quad (4)$$

La cinemática del cuadricóptero está representada por ecuaciones (2) y (3), que describen el movimiento de traslación y rotación respectivamente, estas ecuaciones pueden escribirse en una matriz, como se muestra en (5).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & \mathbf{L}(\eta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\zeta} \\ \dot{\eta} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Donde  $\mathbf{0}_{3 \times 3}$ , es una matriz neutra de 3 X 3. La dinámica de un cuerpo rígido bajo fuerzas externas aplicadas en su centro de masa y expresadas en el sistema de referencia fijo del cuerpo está dada por la ecuación (6), como muestra en [10].

$$\begin{bmatrix} mI_{3 \times 3} & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & J(\eta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega \times mV \\ \omega \times J\omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ \tau \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Donde el símbolo  $\times$  denota el producto cruzado,  $J = \text{diag} \{I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}\}$ , es una matriz diagonal inercial,  $I_{3 \times 3}$  es una matriz identidad de  $3 \times 3$ ,  $F$  y  $\tau$  son la suma de todas fuerzas y pares externos aplicados al cuadricóptero. Podemos reescribir las ecuaciones (5) y (6) en variables de estado como se muestra en (7).

$$\begin{cases} \dot{\zeta} = v \\ m\dot{v} = R \cdot F \\ \dot{\eta} = \mathbf{L}(\eta) \cdot \omega \\ J\dot{\omega} = -\omega \times J\omega + \tau + \zeta(t) \end{cases} \quad (7)$$

donde  $\zeta(t)$  es una perturbación externa, que se describe mediante la siguiente ecuación

$$\zeta(t) = \begin{bmatrix} \sin(100\pi t) \cos(33.6\pi t) \\ -\sin(100\pi t + 0.3) \sin(33.6\pi t) \\ 0.5 \sin(100\pi t) \sin(20\pi t) \end{bmatrix} \quad (8)$$

La suma de todas las fuerzas que consisten principalmente en el peso propio de la aeronave, las fuerzas aerodinámicas y el empuje se expresa en (8). La suma de todos los pares externos desarrollados por los cuatro motores se expresa en (9).

$$R \cdot F = -mg \cdot E_3 + \Gamma + A_T. \quad (9)$$

$$\tau = (1 - \epsilon)\tau_o + \tau_\zeta(t). \quad (10)$$

Donde  $\tau_o$  es el par de salida debido a una pérdida de eficiencia en el rotor, sesgos, fricción, etc.  $\epsilon$  representa el factor de eficiencia,  $\tau_{zeta}(t)$  es el ruido generado en los actuadores. Se ha modelado con la siguiente ecuación,

$$\tau_\zeta(t) = -0.2\cos 2\pi ft + \Delta \quad (11)$$

donde  $f$  es la frecuencia igual a 100Hz y  $\Delta$  es la fase igual a 23°. Estos pares de control se muestran en (11).

$$\Gamma = (\sum_{i=1}^4 b\Omega_i^2), \quad (12)$$

$$\tau_a = \begin{bmatrix} \tau_\phi \\ \tau_\theta \\ \tau_\psi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} lb(\Omega_2^2 - \Omega_4^2) \\ lb(\Omega_3^2 - \Omega_1^2) \\ d(\Omega_1^2 + \Omega_3^2 - \Omega_2^2 - \Omega_4^2) \end{bmatrix} \quad (13)$$

### Acciones de control limitado

Motivado por el problema práctico de mantener la acción de control acotada dentro de ciertos límites determinados por los pares máximos disponibles en los actuadores, se ha considerado el control con acciones acotadas. El control con acciones acotadas está sujeto a la siguiente restricción:

$$\tau_i \leq \tau_{imax} \quad (14)$$

Si estas limitaciones no se tienen en cuenta en el diseño de la ley de control, pueden crear inestabilidad, degradar su rendimiento, crear efectos térmicos y fallos mecánicos. Para la simulación de la ley de control, los parámetros que se muestran en la Tabla 1.

Table 1: Parámetros de la aeronave.

Descripción	Símbolo	Valor	Unidades
Masa del UAV	$m$	1.54	$Kg$
Empuje	$f_i$	8.513	$N$
Velocidad angular	$\Omega_i$	796	$rad \ s^{-1}$
Longitud	$l$	0.28	$m$
Factor de empuje	$b$	$1.38 \times 10^{-5}$	$N \ rad^{-2}$
Factor de arrastre	$d$	$2.56 \times 10^{-6}$	$N \ m \ rad^{-2}$
Inercia X axis	$I_{xx}$	$9.63 \times 10^{-3}$	$Kg \cdot m^2$
Inercia Y axis	$I_{yy}$	$9.63 \times 10^{-3}$	$Kg \cdot m^2$
Inercia Z axis	$I_{zz}$	$12.71 \times 10^{-3}$	$Kg \cdot m^2$

Los pares máximos se dan en (32),

$$\tau_{\phi, \theta} = 2N \cdot m \quad \tau_\psi = 1.5N \cdot m \quad (15)$$

El empuje máximo se da en (34),

$$\Gamma_{max} = (Xb\Omega i^2) = 30N \quad (16)$$

$i=1$

Donde  $\Gamma^{max}$  es el empuje máximo dado por la suma de los pares de cada uno de los 4 motores.

Para abordar esta metodología, se han realizado algunas simplificaciones, ya que el modelo matemático es lo suficientemente preciso para representar todos los movimientos [11], sin embargo, depende de fuerzas y momentos aerodinámicos, que son desconocidos en presencia de vientos y turbulencias imprevisibles, términos como  $A_T$  y  $A_R$  que dependen de la densidad del aire serán despreciados durante la fase de diseño del control, y serán considerados como perturbaciones externas, los efectos giroscópicos como  $J_R$  se consideran desconocidos ya que no se tiene acceso a las velocidades del motor. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se muestran en (12) las ecuaciones que describen el subsistema de rotación.

$$\begin{cases} \dot{\phi} = p_o + q_o s_{\phi} t_{\theta} + r_o c_{\phi} t_{\theta} \\ \dot{\theta} = q_o c_{\phi} - r_o s_{\phi} \\ \dot{\psi} = q_o s_{\phi} s c_{\theta} + r_o c_{\phi} s c_{\theta} \\ \dot{p} = \frac{I_{YY} - I_{XX}}{I_{XX}} q_o r_o + \frac{\tau_{\phi}}{I_{XX}} \\ \dot{q} = \frac{I_{ZZ} - I_{XX}}{I_{YY}} p_o r_o + \frac{\tau_{\theta}}{I_{YY}} \\ \dot{r} = \frac{I_{ZZ} - I_{XX}}{I_{YY}} p_o q_o + \frac{\tau_{\psi}}{I_{YY}} \end{cases} \quad (17)$$

A partir de la ecuación (12), se reescriben las ecuaciones sin tener en cuenta la cinemática, como se muestra en (13).

$$M_B \dot{\omega} + C(\omega)\omega = \tau_a \quad (18)$$

donde  $M_B$  es una matriz inercial diagonal constante dada por (14).

$$M_B = \begin{bmatrix} I_{XX} & 0 & 0 \\ 0 & I_{YY} & 0 \\ 0 & 0 & I_{ZZ} \end{bmatrix} \quad (19)$$

$C(\omega)$  es una matriz antisimétrica, que viene dada por (15).

$$C(\omega) = \begin{bmatrix} 0 & I_{ZZ}r_o & -I_{YY}q_o \\ -I_{ZZ}r_o & 0 & I_{XX}p_o \\ I_{YY}q_o & -I_{XX}p_o & 0 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Definiendo  $\omega = \dot{q}$ , donde  $q$  lo definimos como la posición angular dada en el sistema de referencia fijado al cuerpo, sustituyendo en la ecuación (13) obtenemos

$$M_B \ddot{q} + C(q)\dot{q} = \tau_a \quad (21)$$

Consideremos la siguiente ley de control dada por (34),

$$\tau_a = K_p \text{atan}(A\tilde{q}) - K_v \text{atan}(Y\dot{q}), \quad (22)$$

Donde  $\Delta U_a(K_p, \tilde{q}) = K_p \text{atan}(A\tilde{q})$ ,  $f_v(K_v, \dot{q}) = K_v \text{atan}(Y\dot{q})$ ,  $K_p = \text{diag}\{0,016,0,016,0,016\}$  y  $A = \text{diag}\{5,4,5\}$  Son ganancias diagonales definidas positivas y representan la función pendiente.} La ecuación de lazo cerrado formada por el modelo del sistema de rotación y el control de arco tangente definido en (34), viene dada como se muestra en (35).

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \tilde{q} \\ \dot{\tilde{q}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\dot{q} \\ M_B^{-1} [K_p \text{atan}(\Lambda \tilde{q}) - K_v \text{atan}(\Upsilon \dot{\tilde{q}})] - C(\dot{q}) \dot{\tilde{q}} \end{bmatrix}. \quad (23)$$

Como se muestra en la sección anterior, el punto de equilibrio es único  $[q^* q^*]^T = [0^T 0^T]^T$ . La función de Lyapunov viene dada por la ecuación (36).

$$V(\tilde{q}, \dot{\tilde{q}}) = \frac{1}{2} \dot{\tilde{q}}^T M_B \dot{\tilde{q}} + U_a(K_p, \tilde{q}).$$

Donde  $U_a(K_p, \tilde{q}) = \left[ \sqrt{\tilde{q} \text{atan}(\Lambda \tilde{q}) - \frac{1}{2} \ln[1 + \tilde{q}^2]} \right]^T$ .

$$K_p \Lambda^{-1} \sqrt{\tilde{q} \text{atan}(\Lambda \tilde{q}) - \frac{1}{2} \ln[1 + \tilde{q}^2]} \quad (24)$$

La derivada temporal de la función (36) es:

$$\dot{V}(q, \dot{q}) = \dot{q}^T M_B \ddot{q} - \text{atan}(\Lambda \tilde{q}) K_p \dot{q} \quad (25)$$

$$= -\dot{q}^T K_v \text{atan}(\Upsilon \dot{q}) \leq 0 \quad (26)$$

La estabilidad asintótica global se obtiene aplicando el teorema de Lasalle, como se hizo en el apartado anterior. la posición angular del sistema de coordenadas fijado al cuerpo  $q$ , sin embargo, como se quiere controlar la posición angular  $\eta$  del marco inercial, la ecuación (34) se multiplicada por el jacobiano  $L(\eta)$  transpuesto.

### Simulación

Se han establecido dos escenarios. El primer escenario consiste en probar la capacidad de estabilizar el sistema en el origen con condiciones iniciales alejadas de la posición de equilibrio. La Fig. 2 y la Fig. 3 muestran la evolución de las variables de estado bajo las condiciones iniciales: 60, -20, 15 grados. Se consigue un tiempo de estabilización de 0,7 segundos. Las restricciones en la señal de control  $\tau$  se satisfacen ver la Fig. 4. El segundo escenario es la regulación de la posición angular deseada. De la misma manera, las referencias deseadas  $\phi_d, \theta_d, \psi_d$  se proponen como 60, -20, 15 grados. La Fig. 7 y la Fig. 6 muestran la evolución de las variables de estado, se consigue un tiempo de asentamiento de 0,8 segundos. Las restricciones en la señal de control  $\tau$  se satisfacen ver la Fig. 7. Como se ha verificado en la simulación, el algoritmo de control es robusto frente a perturbaciones exógenas, fallos de par (ruidos, sesgos, fricciones) y dinámicas no modeladas. Presenta una respuesta suave sin sobre alargamiento con un tiempo de asentamiento favorable y no tiene error en estado estacionario a diferencia de otros algoritmos donde presenta una mayor oscilación y produce una alta velocidad angular. Además, el diseño del control tiene en cuenta la posible saturación del error y limita los ángulos permitidos, para esta aplicación los ángulos se restringieron a  $\pm \frac{\pi}{2}$ . También es fácil de implementar en un sistema embebido con baja potencia de cálculo.

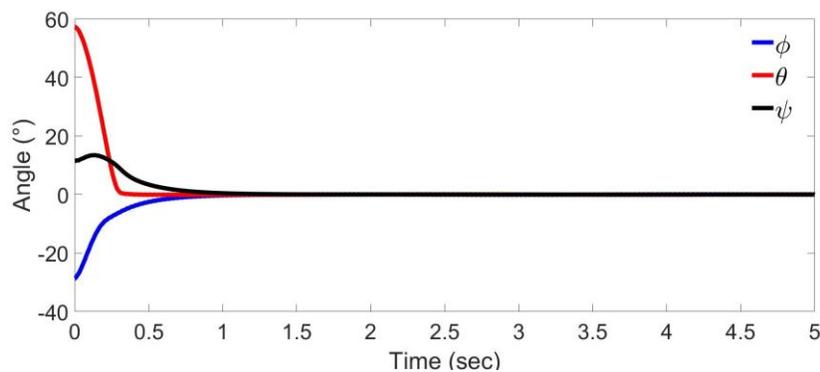


Fig.2: Primer escenario: Convergencia de los ángulos de roll, pitch y yaw al origen, con condiciones iniciales  $\phi = -60^\circ, \theta = -20^\circ, \psi = 15^\circ$ .

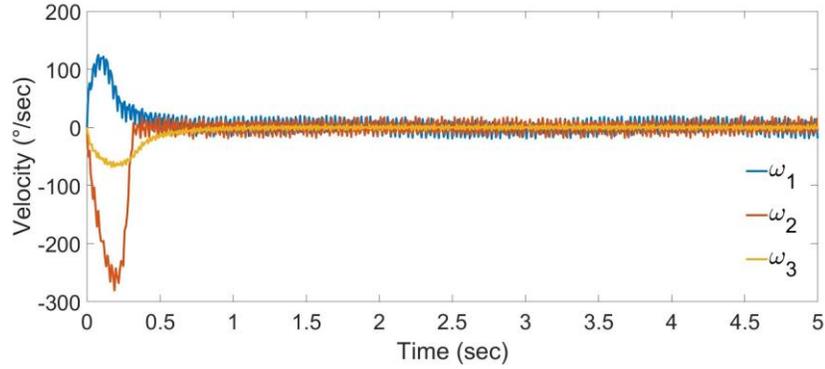


Fig.3: Primer escenario: Evolución de la velocidad angular.

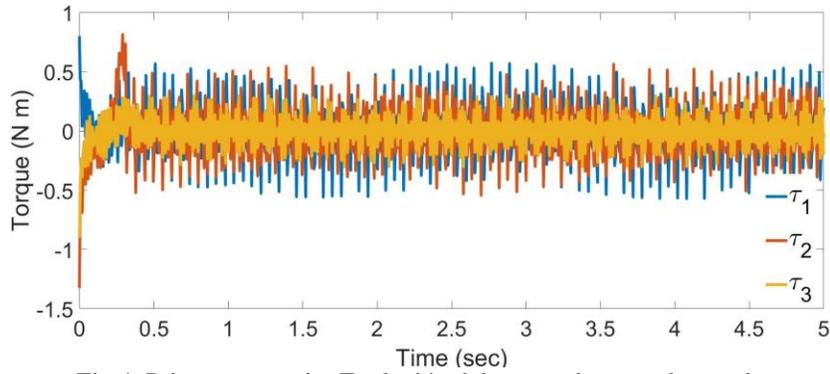


Fig.4: Primer escenario: Evolución del torque de control acotado.

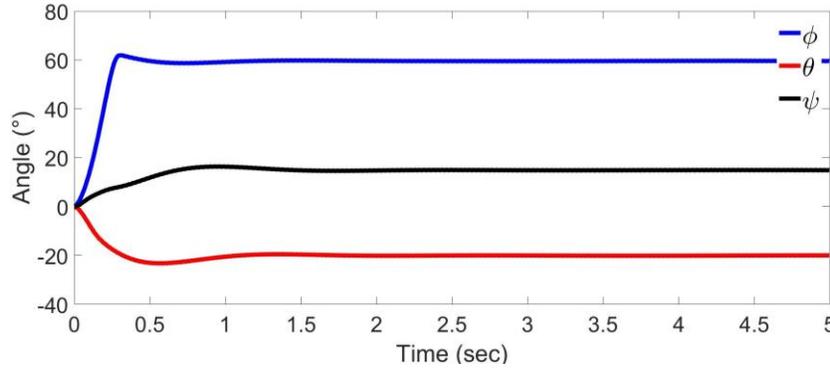


Fig.5: Segundo escenario: Regulación de los ángulos de roll, pitch y yaw.  $\phi_d = -60^\circ$ ,  $\theta_d = -20^\circ$ ,  $\psi_d = 15^\circ$ .

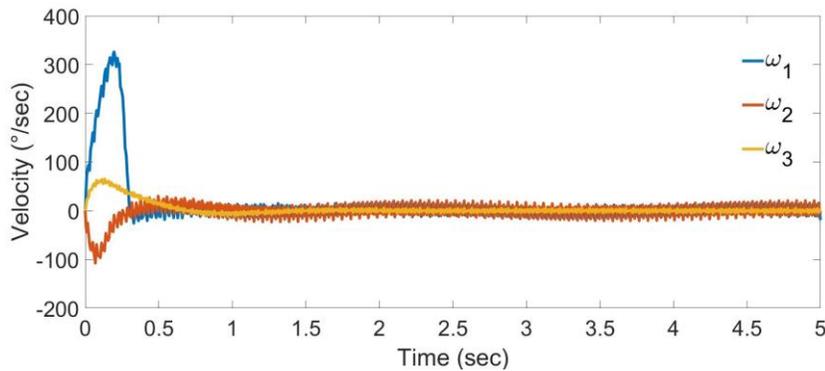


Fig.6: Segundo escenario: Evolución de la velocidad angular.

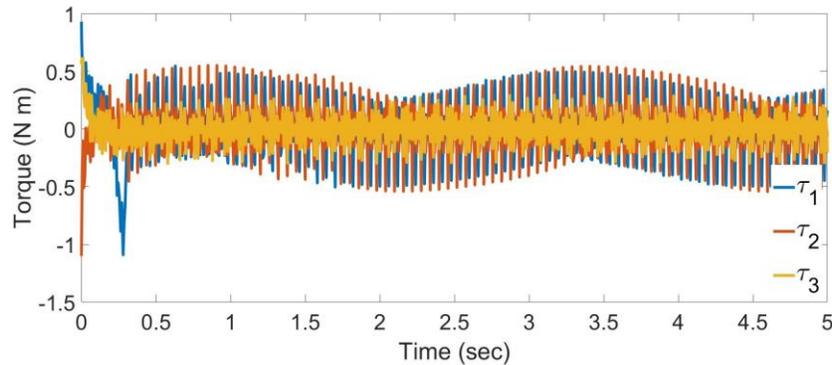


Fig.7: Segundo escenario: Evolución del torque de control acotado.

### Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una metodología basada en el gradiente de energía potencial como función de Lyapunov, que permite crear una familia de algoritmos de control. Es posible demostrar la estabilidad asintótica del sistema en lazo cerrado y las acciones de control son limitadas. La multiplicación jacobiana transpuesta de la orientación se incorpora al algoritmo de control para mejorar la respuesta y el rechazo de las perturbaciones externas. Un análisis de los diferentes algoritmos que surgen de la metodología está fuera del alcance de este trabajo. En futuros trabajos se abordará el problema del control de la trayectoria añadiendo un observador de estado ampliado y se parametrizará la orientación mediante cuaterniones.

### References

1. S. Bouabdallah, A. Noth and R. Siegwart, "PID vs LQ control techniques applied to an indoor micro quadrotor," 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (IEEE Cat. No.04CH37566), 2004, pp. 2451-2456 vol.3, doi: 10.1109/IROS.2004.1389776.
2. Hoffmann, Gabriel and Huang, Haomiao Waslander, Steven Tomlin, Claire. (2007). Quadrotor Helicopter Flight Dynamics and Control: Theory and Experiment. 10.2514/6.2007-6461.
3. B. Erginer and E. Altug, "Modeling and PD Control of a Quadrotor VTOL Vehicle," 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2007, pp. 894-899, doi: 10.1109/IVS.2007.4290230.
4. A. Tayebi and S. McGilvray, "Attitude stabilization of a VTOL quadrotor aircraft," in IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 14, no. 3, pp. 562-571, May 2006, doi: 10.1109/TCST.2006.872519.
5. A. Benallegue, A. Mokhtari and L. Fridman, "Feedback linearization and high order sliding mode observer for a quadrotor UAV," International Workshop on Variable Structure Systems, 2006. VSS'06., 2006, pp. 365-372, doi: 10.1109/VSS.2006.1644545
6. Fermi Guerrero-Castellanos, Nicolas Marchand, Ahmad Hably, Suzanne Lasca, Jérôme Delamare. Bounded attitude control of rigid bodies: Real-time experimentation to a quadrotor mini-helicopter. Control Engineering Practice, Elsevier, 2011, 19 (8), pp.790-797.
7. A. Tayebi and S. McGilvray, "Attitude stabilization of a four-rotor aerial robot," 2004 43rd IEEE Conference on Decision and Control (CDC) (IEEE Cat. No.04CH37601), 2004, pp. 1216-1221 Vol.2, doi: 10.1109/CDC.2004.1430207.
8. H. Liu, X. Wang and Y. Zhong, "Quaternion-Based Robust Attitude Control for Uncertain Robotic Quadrotors," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 11, no. 2, pp. 406-415, April 2015, doi: 10.1109/TII.2015.2397878.
9. D. Brescianini and R. D'Andrea, "Tilt-Prioritized Quadcopter Attitude Control," in IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 28, no. 2, pp. 376-387, March 2020, doi: 10.1109/TCST.2018.2873224.
10. C. G. Mayhew, R. G. Sanfelice and A. R. Teal, "Quaternion-Based Hybrid Control for Robust Global Attitude Tracking," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 56, no. 11, pp. 2555-2566, Nov. 2011, doi: 10.1109/TAC.2011.2108490.
11. L. Wang and J. Su, "Robust Disturbance Rejection Control for Attitude Tracking of an Aircraft," in IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 23, no. 6, pp. 2361-2368, Nov. 2015, doi: 10.1109/TCST.2015.2398811.

# Hacia un Modelo de Cultura de Inocuidad Alimentaria para la Mejora de Procesos

Ing. Kayra Jazmín González Leija<sup>1</sup>, Dra. Elvira Rolón Aguilar<sup>2</sup>,  
Dra. Rocío del Carmen Vargas Castilleja<sup>3</sup> y Dr. Julio César Rolón Aguilar<sup>4</sup>

**Resumen**—Una cultura de seguridad alimentaria se basa en un conjunto de valores compartidos que operarios y personal siguen para producir alimentos de la manera más segura. Mantenerla significa que todos los miembros conocen los riesgos asociados y la importancia de gestionarlos de forma demostrable. Se utilizan las metodologías de diseño educativo para el análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación-ADDIE y el modelo ACC-Antecedentes, comportamientos, consecuencias para el desarrollo de programas de reconocimiento que apoyen en la guía de comportamientos deseados con el personal. Se espera obtener una metodología sistemática para implementar estrategias, aplicando nuevos modelos de cultura en organizaciones de giro alimenticio.

**Palabras clave**—Inocuidad alimentaria, Modelo ADDIE, Modelo ACC.

## Introducción

En una organización con una buena cultura de seguridad alimentaria, se espera que las personas implementen prácticas que representen el sistema de valores compartidos y señalen dónde pueden fallar otros. Mediante el uso de una variedad de herramientas, consecuencias e incentivos, las empresas pueden demostrar a su personal y clientes que conocen los problemas actuales de inocuidad alimentaria, que pueden aprender de los errores de otros y que la inocuidad alimentaria es importante dentro de la organización. (Powell et al., 2011).

Conocer los aspectos que rodean la cultura y sus transformaciones con el paso del tiempo, ayuda a obtener una mayor comprensión de los elementos que condicionan a la cultura en una realidad cambiante y compleja. La investigación sobre la cultura de la inocuidad de los alimentos (cultura FS) se está expandiendo desde una perspectiva organizacional para incluir las características del entorno interno (programa de inocuidad alimentaria, el riesgo del producto y la vulnerabilidad del sistema de producción de alimentos) y externo de la organización (valores nacionales, características de gobernanza de la inocuidad alimentaria) (Nyarugwe, Linnemann, Ren, et al., 2020). En particular, la gobernanza de la inocuidad de los alimentos y los valores nacionales parecen reflejarse en la forma en que se priorizó la inocuidad de los alimentos, se diseñaron e implementaron los programas de inocuidad de los alimentos. (Nyarugwe, Linnemann, & Luning, 2020).

El comportamiento humano está ligado con la toma de decisiones del personal, mismo que puede ser influenciado por el ambiente de seguridad alimentaria en la cual se encuentra la organización. Se busca que la metodología propuesta cambie la perspectiva del personal hacia un ambiente adecuado que sumando al sistema de gestión de inocuidad alimentaria resulte un producto inocuo. Un estudio reciente desarrolló un modelo que describe 4 etapas de madurez como componentes básicos: eficacia organizacional, normas de cultura organizacional, suposiciones aprendidas y compartidas de grupos de trabajo e intenciones y comportamientos individuales. (Jespersen et al., 2019).

Este tipo de clasificaciones consideran la importancia de la seguridad alimentaria y prácticas seguras durante la operación. Sin embargo, es necesario conocer métodos que permitan realizar evaluaciones en operaciones de servicio, de Boeck (2019) considera la triangulación de métodos como la interacción entre una ruta/aspecto tecno-gerencial y una ruta/aspecto humano, como un recurso para determinar evaluaciones. Se requiere la integración de herramientas de mejora continua tal como PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), que permita la gestión de proyectos, busque orientar la calidad en los procesos y la toma de decisiones para la gestión de los recursos (Moyano-Hernández & Villamil Sandoval, 2021).

<sup>1</sup> La Ing. Kayra Jazmín González Leija es Estudiante de la Maestría en Administración Industrial en la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [a2213338006@alumnos.uat.edu.mx](mailto:a2213338006@alumnos.uat.edu.mx)

<sup>2</sup> La Dra. Elvira Rolón Aguilar es Profesor- Investigador en la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [erolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:erolon@docentes.uat.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Rocío del Carmen Vargas Castilleja es Profesor- Investigador en la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [rocvargas@docentes.uat.edu.mx](mailto:rocvargas@docentes.uat.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Julio César Rolón Aguilar Profesor- Investigador en la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [jrolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:jrolon@docentes.uat.edu.mx)

El talento humano es esencial, ya que el mismo efectúa un adecuado manejo de los diferentes recursos que posee la empresa. Los individuos que pertenecen a la organización son los encargados de plantear y producir los bienes y servicios, además de establecer los capitales económicos, implantar las metas y tácticas corporativas. (Ocampo Ulloa et al., 2019)

### **Descripción del Método**

En el presente trabajo se abarcan distintas metodologías para sustentar la ejecución de indicadores en las diferentes etapas de proceso. Se describirán metodologías de diseño educativo como ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación, y evaluación) y el modelo ACC (Antecedentes, comportamientos, consecuencias) para evaluar el comportamiento del empleado de tal manera que se puedan efectuar programas de reconocimiento que sirvan para guiar los comportamientos deseados por la organización.

El nuevo modelo DCIMP (Desarrollo de Cultura de Inocuidad para la Mejora de Procesos) se divide en dos etapas: 1. Evaluación y diagnóstico, 2. Aplicación de estrategias. Dentro de la primera etapa se realiza una encuesta de perspectiva que comprende a un grupo multidisciplinario en la organización, personal operativo, ingenieros de área, gerencias con la finalidad de ubicar un punto de partida de acuerdo con los datos obtenidos, abriendo paso a comenzar con el modelo ACC (Antecedentes, comportamientos, consecuencias) el cual se presenta a continuación:

#### *Antecedente*

Se define como aquel que existe antes del comportamiento y hace que la persona realice un acto. Se considera que el mejor predictor del comportamiento futuro de una persona es su conducta en el pasado. De aquí la importancia de conocer el historial laboral de los trabajadores para poder utilizar la información como antecedente en futuras acciones propias de los mismos. (Jiménez V.P & Flores A, 2008). Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- La disposición de los grupos de trabajo.
- Las normas de cultura en la empresa.
- Presión por el tiempo destinado a cada una de las tareas.
- Condiciones de los equipos y herramientas.
- Condición de las advertencias (señalización, instrucciones, etc.)

#### *Comportamiento*

Entendiendo al comportamiento como el acto observable que alguien realiza, se enfoca a los comportamientos relacionados directamente con factores de riesgo.

#### *Análisis de los comportamientos*

El comportamiento de una persona puede observarse, por tanto, puede registrarse y acumularse registros de estas observaciones. Con estos datos es posible emplear a la estadística y hacerse inferencias de tendencias. Las actitudes y motivaciones no son observables, por lo cual no es viable tratar de cuantificarlos ya que es un valor subjetivo.

#### *Inventario de comportamientos*

Las etapas primarias para seleccionar los comportamientos son:

- Identificación. Consiste en extraer los comportamientos comenzando con informes de accidentes de la compañía no sin dejar de considerar otras fuentes de datos que se consideren pertinentes y que tengan relación con las actividades que se realizan.
- Definición. Determinar con atención cada comportamiento para poder estar en condiciones de dar una norma coherente a los observadores y diseñar una hoja de datos para crear un documento de trabajo de las definiciones.

El inventario de los comportamientos denota tres fines:

1. Muestra parámetros para los observadores, proporciona ideas claras de lo que deben observar.
2. Sirve como norma para saber si los comportamientos son de riesgo o no.
3. Es una herramienta para capacitar a los trabajadores en la organización.

#### *Consecuencias.*

Los comportamientos de las personas pueden ser influenciados por las propias consecuencias que generan. Cada acción se realiza esperando las consecuencias positivas o evitando en su caso aparezca un resultado desfavorable. El principio de la seguridad basada en los comportamientos, se hace uso en la gestión de la seguridad: los entrenamientos en seguridad (antecedentes), las medidas disciplinarias (consecuencias negativas a evitar), los incentivos por buena seguridad (consecuencias positivas), los premios (consecuencias positivas), todos ellos ejemplos del uso, mayoritariamente empírico, consciente o no del modelo.

Se considera que las consecuencias tendrán un efecto mayor sobre los comportamientos en dependencia del valor de sus tres atributos principales:

- Velocidad de aparición
- Probabilidad de aparición
- Significado para el individuo

De esta manera, una consecuencia inmediata, probable y positiva para la persona es la mejor combinación para influenciar que se refuerce el comportamiento buscado.

Una vez concluida la etapa de evaluación y diagnóstico se procede a crear las estrategias mediante el modelo ADDIE, que permitirá obtener un ciclo de mejora continua.

#### *Método ADDIE*

En el diseño de sistemas de instrucción utiliza un enfoque de sistemas. La esencia del enfoque de sistemas es dividir el proceso de planificación del aprendizaje en pasos, organizar los pasos en una secuencia lógica y usar el resultado de cada paso como entrada para el siguiente. (Cahyadi, 2019)

#### *Etapas del Modelo ADDI. Análisis:*

Se verifica la necesidad de elaborar material didáctico en objetivos de aprendizaje, tales como:

Análisis de desempeño: En esta etapa surgen los problemas básicos encontrados en el aprendizaje.

Análisis de personal: Basado en sus conocimientos, habilidades y desarrollo, tiene como objetivo determinar los distintos niveles de habilidades. En esta etapa se obtiene:

- 1) Características del personal con respecto al aprendizaje.
- 2) Conocimientos y habilidades que el personal ya tienen con respecto al aprendizaje.
- 3) Habilidades o competencias de pensamiento que el personal necesitan tener para aprender.
- 4) Formas de desarrollar materiales didácticos que necesita el personal para mejorar sus habilidades y competencias de pensamiento

Análisis de hechos, conceptos, principios y procedimientos de materiales de aprendizaje: Identificación de las partes principales del material que se enseñará y ordenará sistemáticamente. Este análisis puede utilizarse como base para formular objetivos de aprendizaje.

Análisis de los objetivos de aprendizaje: determina las habilidades o competencias que debe poseer el personal de la organización. Se deben obtener: 1) Objetivos de aprendizaje predeterminados, 2) Logro de los objetivos de aprendizaje.

#### *Diseño*

Incluye la planificación para el desarrollo del material didáctico a utilizar:

- 1) Preparación de materiales didácticos en aprendizaje contextual mediante el examen de competencias y competencias básicas, considerando conceptos, principios y procedimientos, distribución del tiempo de aprendizaje, indicadores e instrumentos de evaluación del personal.
- 2) Diseño de escenarios de aprendizaje o actividades de enseñanza.
- 3) Selección de competencias del material de enseñanza.
- 4) Planificación inicial de dispositivos de aprendizaje.
- 5) Diseño de materiales de aprendizaje y herramientas de evaluación.

#### *Desarrollo*

Actividades para crear y modificar materiales didácticos. Se materializa en forma de productos listos para ser implementados de acuerdo con el objetivo de producir, revisar y seleccionar las herramientas que se utilizarán para lograr los objetivos de aprendizaje que se han formulado.

#### *Implementación*

Implementación del diseño de las herramientas que se han desarrollado en situaciones reales. Las herramientas se entregan de acuerdo con el aprendizaje. Luego de su implementación en forma de actividades, se realiza una evaluación inicial para retroalimentar la implementación del desarrollo de herramientas. Los objetivos principales en el paso de implementación incluyen:

- 1) Guiar al personal para lograr los objetivos de aprendizaje
- 2) Garantizar la resolución de problemas que el personal enfrentó previamente en el proceso de aprendizaje.
- 3) Asegurar que al final del aprendizaje, las habilidades del personal aumenten.

#### *Evaluación*

La evaluación se lleva a cabo de dos formas, formativa y sumativa. Las evaluaciones formativas se realizan al final de cada encuentro presencial (semanal) mientras que las evaluaciones sumativas se realizan una vez finalizada la actividad general (semestre). Evaluación sumativa de medir la competencia final o los objetivos de aprendizaje a

alcanzar. Los resultados de la evaluación se utilizan para proporcionar comentarios sobre el desarrollo de las herramientas. Luego se hacen revisiones de acuerdo con los resultados de la evaluación o necesidades que no han sido satisfechas por los objetivos de elaboración de estas.

La evaluación del desarrollo tiene como objetivo determinar:

- 1) Actitudes del personal hacia las actividades de aprendizaje en su conjunto.
- 2) Mejora de las habilidades del personal que son el impacto de la participación en las actividades de aprendizaje.
- 3) Ganancias sentidas por la organización debido al aumento de la competencia del personal a través del desarrollo de herramientas para el aprendizaje.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se evaluó la etapa inicial en la que se encuentra cada departamento involucrado en las actividades que desarrolla día a día y que tienen que ver con el sistema de gestión de seguridad alimentaria, la encuesta se basó en cuanto al conocimiento adquirido a través de los años de la cultura de inocuidad dentro de la organización, se verificó el nivel de compromiso por área comparando el total de personas en cada departamento con el total real de personas que contestaron la encuesta, de este modo se obtuvieron dos departamentos (equipo de MASH y compras) con los cuales se puede comenzar a implementar el nuevo modelo DCIMP, tal como se observa en la figura 1.

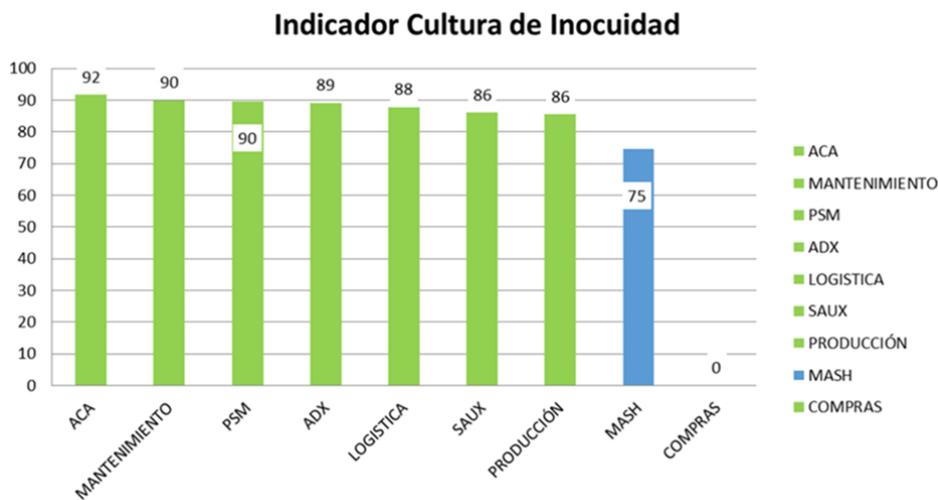


Figura 1. Resultados de etapa de cultura de inocuidad por área.  
Fuente: Elaborado a partir de resultados obtenidos de encuestas aplicadas.

Puntuación	Etapas
0 – 20 %	Incumplimiento
21 – 40 %	No Preparado
41 – 60 %	Se puede mejorar
61 – 80 %	Responsable
81 – 100 %	Líderes en seguridad alimentaria

Cuadro 1. Indicador etapa de cultura de inocuidad  
Fuente: (Ungku Zainal Abidin, 2013)

#### Conclusiones

El modelo DCIMP permitió establecer criterios iniciales a partir del primer análisis donde se define el estado actual. Aporta al desarrollo de planificaciones de aprendizaje de acuerdo con el nivel de desempeño y competencia del personal operario. Se puede aplicar en cualquier tipo de industria, dentro del desarrollo tecnológico sostenible.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar la investigación se podrían enfocar en la adaptación de modelo a las áreas de logística, comercialización de productos grado alimenticio y adquisición de materias primas.

Se sugiere convertir un modelo de relación simple causa – efecto a uno de retroalimentación de un sistema simple y crear comportamientos basados en el riesgo de diferentes ámbitos laborales no sólo en plantas grado alimento.

### Referencias

- De Boeck, E., Jacxsens, L., Vanoverberghe, P., & Vlerick, P. (2019). Method triangulation to assess different aspects of food safety culture in food service operations. *Food Research International*, 116, 1103–1112. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.09.053>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Jespersen, L., Butts, J., Holler, G., Taylor, J., Harlan, D., Griffiths, M., & Wallace, C. A. (2019). The impact of maturing food safety culture and a pathway to economic gain. *Food Control*, 98, 367–379. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2018.11.041>
- Jiménez V.P. & Flores A. (2008). EL ASPECTO CONDUCTUAL COMO ELEMENTO INFLUYENTE EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. 12th
- Moyano-Hernández, F. A., & Villamil Sandoval, D. C. (2021). Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. *Revista Politécnica*, 17(34). <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a4>
- Nyarugwe, S. P., Linnemann, A. R., & Luning, P. A. (2020). Prevailing food safety culture in companies operating in a transition economy – Does product riskiness matter? *Food Control*, 107, 106803. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2019.106803>
- Nyarugwe, S. P., Linnemann, A. R., Ren, Y., Bakker, E. J., Kussaga, J. B., Watson, D., Fogliano, V., & Luning, P. A. (2020). An intercontinental analysis of food safety culture in view of food safety governance and national values. *Food Control*, 111, 107075. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2019.107075>
- Ocampo Ulloa, W. L., Huilcapi Masacon, N. H., & Cifuentes Rodríguez, A. F. (2019). La estructura organizacional en función del comportamiento del capital humano en las organizaciones. *RECIMUNDO*, 3(4). [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(4\).diciembre.2019.114-137](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(4).diciembre.2019.114-137)
- Powell, D. A., Jacob, C. J., & Chapman, B. J. (2011). Enhancing food safety culture to reduce rates of foodborne illness. *Food Control*, 22(6), 817–822. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2010.12.009>
- Ungku Zainal Abidin, U. F. (2013). Measuring food safety culture: Insights from onsite foodservice operations. In *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences* (Vol. 74).

### Notas Biográficas

La **Ing. Kayra Jazmín González Leija** es estudiante de la Maestría en Administración Industrial de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de ingeniería química en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. Ha desarrollado diversos proyectos relacionados con la administración de operaciones, gestión administrativa del cambio y el sistema de gestión de inocuidad alimentaria dentro del sector industrial.

La **Dra. Elvira Rolón Aguilar** es profesor Investigador de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería Tampico (FIT) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Doctora en Arquitectura y Gestión de la Información por la Universidad de Castilla-La Mancha, España. Coordinadora de Planeación de la FIT-UAT e integrante del Cuerpo Académico Consolidado en Medioambiente y Desarrollo Sustentable (UAT-CA-029). Es Profesora con Certificación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la SEP y miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato. El desarrollo de su investigación ha sido bajo las Líneas de Investigación e Incidencia en Desarrollo Sustentable y Vulnerabilidad, así como la informática ambiental, colaborando con Investigadores de la Universidad de Sonora.

La **Dra. Rocío del Carmen Vargas Castilleja** es Doctora en Medioambiente por la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Las líneas de investigación desarrolladas han sido cambio climático en cuencas, manejo de recursos hídricos, vulnerabilidad y desarrollo sustentable. Es profesora de tiempo completo en la FIT, UAT con perfil deseable y miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Integrante del Cuerpo Académico Consolidado en Medioambiente y Desarrollo Sustentable (UAT-CA-29), colaboradora de la ONG Ingenieros Sin Fronteras México, A.C. Ha tenido participación como ponente en diversos congresos nacionales e internacionales y publicado artículos y capítulos de libro que han trascendido para la generación de conocimiento, divulgación y aplicación en la docencia. Ha colaborado activamente en proyectos de la mano del CCA-UNAM, CICATA-IPN, INECC, PNUD México, CONAGUA, entre otros, con temas tales como desarrollo y aplicación de una metodología para la evaluación nacional de disponibilidad hídrica actual en México, corrientes y salud del ecosistema en la Laguna de Champayán, Tamaulipas, Programa de Gestión del Agua en la Cuenca Guayalejo-Tamesí, entre otros.

El **Dr. Julio César Rolón Aguilar**, es profesor Investigador de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ingeniero Civil, Doctor en Medioambiente por la Universidad de Sevilla, España. Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la FIT, UAT y Líder del Cuerpo Académico Consolidado en Medioambiente y Desarrollo Sustentable (UAT-CA-029). Es Profesor con Certificación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la SEP, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. El desarrollo de su investigación ha sido bajo las Líneas de Investigación e Incidencia de Desarrollo Sustentable y Vulnerabilidad, así como la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Construcción. Su colaboración académica ha sido con varios Grupos de Investigación, entre ellos resaltan la Red de Cuerpos Académicos y la Escuela de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla, España.

## Apéndice

### Cuestionario utilizado en la investigación

#### Liderazgo

1. El responsable del área participa activamente en asegurarse de que se practique la manipulación segura del producto
2. El responsable del área sigue todas las reglas de seguridad alimentaria

#### Comunicación

3. Puedo hablar libremente si veo algo que pueda afectar la seguridad alimentaria
4. Recibo comentarios si no cumpla con las prácticas de seguridad alimentaria

#### Autocompromiso

5. Cumplir con los requisitos de seguridad alimentaria es de alta prioridad para mí
6. Sigo las reglas de seguridad alimentaria porque creo que son importantes

#### Administración / Sistema de Gestión Inocuidad

7. Todos los líderes de las áreas brindan información coherente sobre la inocuidad de los alimentos
8. El sitio proporciona información oportuna sobre las reglas y regulaciones actuales de seguridad alimentaria

#### Ambiente / apoyo

9. Suministros adecuados (por ejemplo, EPP, cofias, herramientas de limpieza, etc); están fácilmente disponibles para realizar prácticas seguras de manipulación de productos
10. Las estaciones de limpieza (por ejemplo, estaciones de lavabos para manos, estaciones de herramientas para limpieza) están listas, disponibles y accesibles

#### Trabajo en equipo

11. Mis compañeros de trabajo siempre me apoyan con respecto a la seguridad alimentaria
12. Cuando se necesita hacer mucho trabajo rápidamente, los empleados trabajan juntos como un equipo para completar las tareas de manera Segura

#### Responsabilidades

13. Los empleados son disciplinados o reprendidos cuando no siguen las prácticas de seguridad alimentaria
14. Los empleados son recompensados por seguir prácticas seguras de manipulación de alimentos

#### Riesgos

15. No se comprometen las prácticas de inocuidad al manipular productos
16. Cuando hay presión para terminar la producción de alimentos, los gerentes a veces nos dicen que trabajemos más rápido tomando atajos con la seguridad alimentaria

# Acrilamida en Café: Estimación de su Exposición en Consumidores Mexicanos, con Diferentes Condiciones de Tostado y Preparación de la Bebida

Dr. Oscar González-Ríos<sup>1</sup>, Dra. Mirna Leonor Suárez-Quiroz<sup>2</sup>.

**Resumen**— Se estima que aproximadamente 1,600 millones de tazas de café son consumidas todos los días alrededor del mundo. En el presente trabajo de investigación, se estimó la exposición de la acrilamida de la población mexicana a través del consumo de la bebida de café. Los resultados incluyen datos de consumo, donde se establecieron los niveles de tazas consumidas al día (2.234), los métodos de preparación mayormente empleados de infusión (espresso y americano), los niveles acostumbrados de tostado del grano de café (medio para la bebida “americano” y oscuro para la “espresso”), así como el peso promedio de la población incluida en el estudio (65 Kg). Se mostró que bajo esas condiciones de consumo, los niveles de exposición de acrilamida debida al consumo de café son bajas (0.005 hasta 0.010  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  pc/día). Esta investigación demuestra que el consumo de café en México no representan ningún riesgo a la salud.

**Palabras clave**— acrilamida, exposición, proceso de tostado, café espresso, café americano.

## Introducción

Se estima que las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) afectan a una de cada diez personas y causan la muerte de 420 000 personas en el mundo al año. Las ETA son causadas por diferentes elementos que pueden estar presentes en los alimentos como lo son toxinas, productos químicos, parásitos, virus y bacterias (FAO/OMS, 2006). Dentro de la clasificación de productos químicos relacionados con las ETA, se puede mencionar un compuesto que comenzó a generar interés a partir del 2002, la acrilamida.

La acrilamida es un compuesto empleado en la industria del papel, textiles, cosméticos y como floculante para clarificar. Este compuesto ha sido catalogado como probable carcinógeno para los humanos por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer y se encuentra presente en alimentos que han sido sometidos a tratamientos térmicos a temperaturas por arriba de los 120°C, como frituras, horneados, rostizados, asados o tostados. La acrilamida se forma en los alimentos a través de la reacción de Maillard empleando como precursores a la asparagina y un azúcar reductor (García-López y Alfaro-Macedo, 2007; Borda y Alexe, 2011; Cagliero *et al.*, 2016; Mesías y Morales, 2016). La acrilamida se encuentra presente en una gran cantidad de alimentos, entre los que se puede mencionar papas a la francesa, papas fritas, productos de panadería, cereales, café instantáneo y café tostado (Comisión Europea, 2017).

El café es una de las bebidas más populares y consumidas en el mundo debido a su sabor y olor único; se estima que aproximadamente 1,600 millones de tazas de café son consumidas todos los días alrededor del mundo. Existen múltiples factores que influyen la calidad del café como la variedad. Uno de los factores principales que definen la calidad del café es el proceso de tostado, debido a que en esta etapa, gracias a la reacción de Maillard, la composición química del producto cambia y se forman los compuestos orgánicos volátiles y de sabor que brindan las características requeridas por el cliente para el consumo del café, pero al ser un tratamiento térmico a altas temperaturas también se genera la formación de un compuesto tóxico: la acrilamida. Los valores reportados de acrilamida en café tostado son muy variados, encontrándose concentraciones desde 150 hasta 1093.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Summa *et al.*, 2007; Ku Madihah *et al.*, 2013; Van Cuong *et al.*, 2014; Corrochano *et al.*, 2015; Hamzalıoğlu y Gökmen, 2020). Existe una normativa de la Unión Europea que brinda niveles de referencia para el contenido de acrilamida en diversos alimentos, entre los que se encuentra el café tostado con un valor de 400  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Comisión Europea, 2017).

El método de preparación de la bebida de café ha sido reportado como otro factor que puede modificar la concentración de ciertos compuestos químicos presentes en el café tostado, entre los que se incluye la acrilamida. La concentración de acrilamida reportada en la bebida de café varía entre los 5 y 58.5  $\mu\text{g}/\text{L}$  (Franková *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2010; Mojska *et al.*, 2010). Es por ello que el método de preparación de la bebida debe de ser considerado al momento de cuantificar la ingesta de acrilamida de las personas, debido a que el consumo de café se lleva a través de la bebida, no del café tostado directamente.

<sup>1</sup> El Dr. Oscar González-Ríos es Profesor de Ingeniería Química en el TNM/Campus Instituto Tecnológico de Veracruz, México. [oscar.gr@veracruz.tecnm.mx](mailto:oscar.gr@veracruz.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Dra. Mirna Leonor Suárez-Quiroz es Profesora de Ingeniería Química en el TNM/Campus Instituto Tecnológico, México [mirna.sq@veracruz.tecnm.mx](mailto:mirna.sq@veracruz.tecnm.mx)

Son pocos los estudios en México sobre la exposición de acrilamida a través de la bebida de café y dicho tema no ha sido estudiado a profundidad, encontrándose sólo un artículo que estima la ingesta de acrilamida de la población mexicana a través del consumo de diversos alimentos; es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar la exposición de acrilamida de la población mexicana a través del consumo de la bebida de café, comparando el impacto que diferentes condiciones de tostado y extracción pueden tener sobre la presencia de dicho compuesto tóxico.

## Descripción del Método

### Etapas del Trabajo

El trabajo incluyó tres etapas, primeramente se trabajó en la adquisición de datos de consumo nacional de café a través de una encuesta en línea, después en la determinación de la concentración de acrilamida en taza por la técnica reportada y modificada para este estudio, bajo dos procesos de extracción (espresso y cafetera) preparadas con granos de café tostado a diferentes perfiles de temperatura de proceso y finalmente se la determinó la ingesta diaria de acrilamida expresada en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal (pc) por día.

### Encuesta

La encuesta buscó recopilar información personal, como estado donde radica, sexo, edad, peso, frecuencia de consumo de café diarias (medido en tazas) y el método de preparación preferido. Una vez verificada la efectividad del instrumento, se realizó una distribución digital del formato a través de redes sociales y en grupos de consumidores de café. El análisis de resultados se realizó por la prueba *t* de Student.

### Tratamientos Aplicados

Para este estudio, se seleccionó café de la especie *C. arabica* L., únicamente grano verde retenido en las cribas 16/64 in (6.3 mm) a 18/64 in (7.10 mm) para homogenizar. Cada muestra de café verde fue procesado a través de cuatro tratamientos variando las condiciones de proceso de tostado y preparación de las infusiones. (**Cuadro 1**). Para el proceso de tostado se utilizó un tostador automático de tambor rotatorio (Solocafé®), con capacidad de 5 Kg. Cada grado de tostado y perfil de temperatura quedó estandarizado y grabado en la memoria del tostador. Como guía para el desarrollo de color durante el proceso, se utilizó una escala visual de acuerdo al color del tostado “The Agrtron Classification System” (SCAA) N° 55 y 35 correspondiente a un tostado medio y oscuro. Las determinaciones de color final en el grano tostado y molido, se llevaron a cabo utilizando un medidor de color Konica Minolta Modelo CR410.

Tatamiento *	Descripción
T1	Tostado medio con T inicial de 230°C y bebida preparada en cafetera (5 g/L); L* =60.1
T2	Tostado medio con T inicial de 240°C y bebida preparada en cafetera (5 g/L); L* =56
T3	Tostado oscuro con T inicial de 230°C y bebida preparada en cafetera espresso (7.0 g/30 mL); L* =40.3
T4	Tostado oscuro con T inicial de 240°C y bebida preparada en cafetera espresso (7.0 g/30 mL); L* =40.1

**Cuadro 1.** Tratamientos térmicos aplicados durante el tostado de granos y preparación de la infusión de café  
(\*Tostador de tambor rotatorio de 5 Kg)

### Preparación de las infusiones

El café espresso se preparó en una cafetera Breville® con  $7 \pm 1$  g de café tostado de cada tratamiento, empleando una presión de agua de  $9 \pm 1$  bar, una temperatura de extracción de  $92.5 \pm 2.5$  °C, un tiempo de extracción de  $27.5 \pm 2.5$  s y un volumen en taza de  $27.5 \pm 2.5$  mL. El café americano se preparó con  $5 \pm 1$  g en  $200 \pm 5$  mL con una temperatura de extracción de  $90 \pm 1$  °C y un tiempo de extracción de  $6 \pm 1$  minutos.

### Cuantificación de Acrilamida en las infusiones de café

Se empleó la metodología reportada por Sánchez-Otero *et al.* (2017), en un equipo de HPLC de la marca Shimadzu®, para la separación cromatográfica se utilizó una columna C18 fase reversa ODS Spheri-5 de 220 mm x 4.6 mm, una fase móvil de 0.1% de ácido fórmico, un volumen de inyección de 10  $\mu\text{L}$ , un flujo de 1mL/min y el detector a 195 nm.

### Evaluación de la Exposición de Acrilamida por la bebida de café

La evaluación de la exposición de acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$  pc/día), se realizó siguiendo la información brindada por la OMS (2006) y para este trabajo se determinó el promedio de la concentración de acrilamida en  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  de cada una

de las bebidas de café, el número de tazas empleadas de mayor consumo y el peso promedio (Kg) en nuestra población de estudio.

### Resultados y Discusión

En la etapa de adquisición de datos de consumo de café, se recibieron un total de 866 respuestas de 32 estados, donde Veracruz (21.5%), Ciudad de México (15.7%), Estado de México (8.2%) y Puebla (4.4%) fueron los que mayor participaron en la encuesta. Este instrumento arrojó que los mayores consumidores son del género femenino (64 %) más que el masculino (35.5 %), de edad entre 18 a 29 años (62.5 %), los cuales consumen 2 tazas diarias (35%), seguido de una taza (30%) y tres tazas (23%) de la especie *C. arabica* L. (43%) a un nivel de tostado medio (48.4%), seguido por el tostado obscuro (34.6%). La forma más común de consumo fue la preparación en cafetera (35.4%), seguida de el café espresso (23.3%) y prensa francesa (15.3%), finalmente, el rango de peso de 56 a 65 kg representó el 27.8% (241 personas), de 66 a 75 kg un 22.3% (193 personas), de 76 a 85 kg un 16.7% (145 personas), de 46 a 55 kg un 14.3% (124 personas), de 86 a 95 kg un 11% (96 personas), mayor a 96 kg un 6.3% (55 personas) y de 36 a 45 kg un 1.4% (12 personas).

En el **Cuadro 2** se presentan los valores estimados de consumo diario de café (**F**), las concentraciones de acrilamida en cada tipo de infusión (**C<sub>A</sub>**), el número de tazas y el peso promedio (**P**) y la exposición diaria calculada de la acrilamida por bebida de café (**ED<sub>A</sub>**) de la población de estudio ( $n = 866$  individuos).

Tratamiento	(F) Cantidad de café consumidos (Kg/día)	(C <sub>A</sub> ) Concentración AA en Bebida (µg/Kg)	(P) Peso Promedio de Consumidores (Kg)	Número de Tazas Consumidas por día	Exposición diaria de Acrilamida (ED <sub>A</sub> ) (µg/Kg/pc)
T1	0.011	41.3	65	2.242	0.007
T2	0.011	57.4	65	2.242	0.010
T3	0.016	19.2	65	2.242	0.005
T4	0.016	20.2	65	2.242	0.005
Promedio					0.007

**Cuadro 2.** Evaluación de la exposición de acrilamida a la población mexicana por bebida de café.

Para estimar la exposición de acrilamida a partir del consumo de café, inicialmente se calculó la cantidad de café consumido expresado como Kg/día (F) de acuerdo al método de preparación, tomando 7 g para el café espresso y 5 g para el caso del café de cafetera. La cantidad promedio de tazas consumidas al día fue calculada a partir de los resultados de la encuesta (2.242 tazas). Los resultados muestran que con los T1 y T2 se consumen 0.11 kg/día de café y con los T3 y T4 0.16 Kg/día. Con estos datos se calculó la cantidad de acrilamida presente en el café consumido de acuerdo al tratamiento y método de preparación, los rangos van desde 19.2 µg/Kg hasta 57.4 µg/Kg. Los valores más altos se observan para los tratamientos con un tostado medio (T1: 41.3 µg/Kg y T2: 57.4 µg/Kg) (Mesias y Molrales, 2016), estos resultados coinciden con los trabajos publicados por Mojsk y Gielecinska, (2013) en donde se mostró que el grado de tostado tiene un efecto sobre el contenido de acrilamida siendo los tostados más claros los que más la contienen y conforme avanza el grado de tostado disminuye su contenido. El peso promedio de la población consumidora de café fue de 65 Kg (P) tomado de la encuesta realizada. Asumiendo los valores anteriormente mostrados se determinó que la exposición de acrilamida a partir del consumo de café tomando en cuenta el tratamiento y método de preparación van de 0.005 µg/Kg pc/día hasta 0.010 µg/Kg pc/día con un promedio de 0.007 µg/Kg pc/día. Estos valores son más bajos que los reportados por la población adulta de los Países Bajos quienes estimaron un consumo de 0.048 µg/Kg pc/día y similares de los reportados por la población consumidora de café de Irlanda (0.004 µg/Kg pc/día) y del Reino Unido (0.005 µg/Kg pc/día), los países con más alta exposición reportada fue para Dinamarca (0.106 µg/Kg pc/día); Francia (0.168 µg/Kg pc/día) y Suecia (0.171 µg/Kg pc/día). Los resultados de la exposición de una sustancia tóxica por una población a partir de un alimento dependen de los niveles de consumo, método de preparación y niveles de concentración encontrada, es por ello que cada población debe de calcular el riesgo que la población tiene por el consumo de un alimento. En el caso del consumo de café existen variables diferentes entre los países.

Finalmente para poder estimar el riesgo potencial que existe a través del consumo del café el Comité Mixto de Expertos en Contaminantes y Aditivos Alimentarios (JECFA) perteneciente a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO), establecieron que la

concentración máxima de acrilamida proveniente de todas las fuentes de alimentos y expresada como Ingesta Diaria Tolerable (IDT) no deberá rebasar 2.6  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  pc/día (FAO/WHO, 2006). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que el riesgo de adquirir algún efecto adverso por el consumo de café por la población mexicana esta muy por debajo de este valor aún con las diferencias en el nivel de tostado y tipo de preparación de las infusiones, por lo que el presente trabajo puede concluir que el consumo de café en México no representa ningún riesgo a la salud de los consumidores en relación a los efectos adversos producidos por el consumo de acrilamida.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

En el presente trabajo de investigación, se estimó la exposición de la acrilamida de la población mexicana a través del consumo de la bebida de café. Los resultados de la investigación incluyen datos de consumo, donde se establecieron los niveles de tazas consumidas al día (2.234), los métodos de preparación mayormente empleados de infusión (espresso y americano, los niveles acostumbrados de tostado del grano de café (medio para la bebida “americano” y oscuro para la “espresso”), así como el peso promedio de la población incluida en el estudio (65 Kg). Se mostró que bajo esas condiciones de consumo, los niveles de exposición de acrilamida debida al consumo de café son bajas (0.005 hasta 0.010  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  pc/día).

### Conclusiones

Los resultados demuestran que el consumo de café en México no representan ningún riesgo a la salud por ingesta de acrilamida producida durante el proceso de tostado y preparación de bebidas de café.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en determinar la exposición de la acrilamida por la bebida tipo soluble o instantánea de café, ya que se observó un alto consumo en la encuesta aplicada (60%).

## Referencias

- Alves, R. C., Soares, C., Casal, S., Fernandes, J. O., & Oliveira, M. B. P. P. (2010). Acrylamide in espresso coffee: Influence of species, roast degree and brew length. *Food Chemistry*, 119(3), 929–934. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.051>
- Arisseto, A.P., Toledo, M.C.F., 2008. Preliminary estimate of acrylamide intake in Brazil. *Braz. J. Toxicol.* 21, 9–14.
- Borda, D., & Alexe, P. (2011). Acrylamide levels in food. *Romanian Journal of Food Science*, 1(1), 3–15. <http://www.ea.ro>
- Cagliero, C., Nan, H., Bicchi, C., & Anderson, J. L. (2016). Matrix-compatible sorbent coatings based on structurally-tuned polymeric ionic liquids for the determination of acrylamide in brewed coffee and coffee powder using solid-phase microextraction. *Journal of Chromatography A*, 1459, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.06.075>
- Corrochano, B. R., Melrose, J. R., Bentley, A. C., Fryer, P. J., & Bakalis, S. (2015). A new methodology to estimate the steady-state permeability of roast and ground coffee in packed beds. *JOURNAL OF FOOD ENGINEERING*, 150, 106–116. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.11.006>
- European Commission. "Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food." *Official Journal of the European Union* 304 (2017): 24-44.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). Acrylamide. In: *Safety evaluation of certain contaminants in foods/prepared by the sixty-fourth meeting of the joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA)*. WHO food additives series: 55. FAO food and nutrition Paper 82; 2006.
- Franková, A., Drábek, O., Havlík, J., Száková, J., & Vanek, A. (2009). The effect of beverage preparation method on aluminium content in coffee infusions. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 103, 1480–1485. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2009.06.012>
- García-López, A., & Alfaro-Macedo, M. P. (2007). Acrilamida en alimentos para consumo humano. *Revista de Sanidad Militar*, 61(6), 384–388.
- Hamzaloğlu, A., & Gökmen, V. (2020). 5-Hydroxymethylfurfural accumulation plays a critical role on acrylamide formation in coffee during roasting as confirmed by multiresponse kinetic modelling. *Food Chemistry*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126467>
- Ku Madihah, K. Y., Zaibunnisa, A. H., Norashikin, S., Rozita, O., & Misnawi, J. (2013). Optimization of roasting conditions for high-quality Arabica coffee. *International Food Research Journal*, 20(4), 1623–1627.
- Mesías, M., & Morales, F. J. (2016). Acrylamide in coffee : Estimation of exposure from vending machines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48, 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.02.005>
- Mojska, H., & Gielecinska, I. (2013). Studies of acrylamide level in coffee and coffee substitutes: influence of raw material and manufacturing conditions. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 64(3), 173–181.
- Mojska, H., Gielecinska, I., Szponar, L., & Oltarzewski, M. (2010). Estimation of the dietary acrylamide exposure of the Polish population. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2090–2096. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.009>
- Sánchez-Otero, M. G., Méndez-Santiago, C. N., Luna-Vázquez, F., Soto-Rodríguez, I., García, H. S., & Serrano-Niño, J. C. (2017). Assessment of the Dietary Intake of Acrylamide by Young Adults in Mexico. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(12), 894–899. <https://doi.org/10.12691/JFNR-5-12-3>
- Summa, C., De la Calle, B., Brohee, M., Stadler, R., & Anklam, E. (2007). Impact of the roasting degree of coffee on the in vitro radical scavenging capacity and content of acrylamide. *Journal of Food Science and Technology*, 40(10), 1849–1854. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.11.016>
- Van Cuong, T., Hong Ling, L., Kang Quan, G., Duc Tiep, T., Nan, X., Xian Qing, C., & Le Linh, T. (2014). Effect of roasting conditions on several chemical constituents of vietnam robusta coffee. *Food Technology*, 38(2), 43–56.

### **Notas Biográficas**

El **Dr. Oscar González Ríos** es profesor investigador SNI I y labora en el TNM/Campus Instituto Tecnológico de Veracruz. Además el Dr. González Ríos pertenece al Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos donde ha desarrollado la línea de investigación de café y cacao desde 2004. Imparte clases a nivel ingeniería, maestría y doctorado. Es jefe del laboratorio de tecnología del café.

La **Dra. Mirna L. Suárez Quiroz** es profesora investigadora SNI I del TNM/Campus Instituto Tecnológico de Veracruz. Es líder del cuerpo académico de Tecnología de Alimentos desde el 2004 donde ha desarrollado la línea de Control de la Calidad e Inocuidad en las cadenas productivas del café, cacao y pimienta. Imparte clases a nivel ingeniería, maestría y doctorado y es jefa del laboratorio de bromatología.

# Política Salarial Mexicana: Alcances de la Reforma Laboral de 2019

Lic. Verónica González Solís<sup>1</sup>

**Resumen.-** El presente estudio analiza el efecto de la reforma laboral de 2019 en la política salarial mexicana, se identifica como problema fundamental de la política salarial el bajo poder adquisitivo de los salarios, se abordan los resultados del análisis del contexto social mexicano previo a la reforma, se describen los antecedentes de la obligación del Estado Mexicano a cumplir los tratados internacionales de libre comercio y en materia salarial; Se analizan los atributos del salario mínimo y su fijación a través de la CONASAMI y de las negociaciones sindicato-empleador, se identifican las estrategias de solución implementadas; finalmente se analizan si estos son la respuesta directa al incremento al poder adquisitivo del salario, llegando a la conclusión de que las acciones implementadas no impactan de manera directa el poder adquisitivo del salario.

**Palabras clave.** - Política salarial mexicana, TMEC, poder adquisitivo, democratización sindical, regulación de fuga de capitales.

## Introducción

La problemática laboral ha sido plenamente identificada por la Organización Internacional del Trabajo, plasma en su Constitución “considerando que existen condiciones de trabajo que entrañan tal grado de injusticia, miseria y privaciones para gran número de seres humanos”.

Los obstáculos a los que se enfrentaban los ciudadanos para acceder a su derecho humano al salario digno entre otros son el desempleo, la subcontratación, la informalidad, desigualdad salarial, trabajo infantil, la corrupción en la impartición de justicia, en la administración sindical.

El Estado Mexicano tiene compromisos adquiridos bajo el principio pacta sunt servanda, en materia de derechos económicos, sociales y culturales, para poder dar cumplimiento a estos implementa políticas públicas, desarrolladas en el Plan Nacional de Desarrollo, previstas en el Presupuesto de Egresos de la Federación, reguladas en el marco jurídico internacional, nacional y estatal; en específico, en esta descripción puntualizaremos la política salarial implementada en la República Mexicana del año 2017 al año 2023.

El principal atributo del salario es que debe ser suficiente para cubrir las necesidades de una familia.

La reforma plantea tres ejes estructurales para imponer el nuevo paradigma con menor margen de vulneración de derechos laborales, lo señala Luisa María Alcalde Luján, Secretaria del Trabajo, que lo son: el sistema de impartición de justicia, la democratización de la sindicalización, la creación del Centro Federal de Conciliación y Registro Laboral y Centros de Conciliación de las entidades Federativas, otras acciones de trascendencia son la división en zonas salariales, la exenciones tributarias a las empresas de la zona libre de la frontera norte, la legislación de la subcontratación y la creación del Registro de Prestadoras de Servicios Especializados u Obras Especializadas (RIPSE).

La diversidad de las acciones trasversales que el Estado Mexicano implementó sin duda constituyeron un esfuerzo colosal, una inversión económica importante, sin embargo la evidencia muestra que ese nuevo paradigma no está directamente relacionado con el incremento del poder adquisitivo de los mexicanos ya que en diciembre de 2017 la inflación era de 6.8% y en diciembre de 2022 el índice nacional de precios al consumidor aumento 0.39% , la inflación se ubicó en 7.77%, el costo de la canasta básica aumentó de tal manera que con un salario mínimo es suficiente para cubrir las necesidades de una persona y no de una familia.

## Política salarial mexicana

La política salarial se ha gestado desde hace tiempo, es una concatenación de reformas derivadas de las negociaciones entre Canadá, Estados Unidos y México que iniciaron el 5 de febrero de 1991 con el tratado de libre comercio de América del Norte (TLCAN), firmado por el presidente Carlos Salinas de Gortari el 17 de diciembre de 1992, la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión lo aprobó el día 22 de noviembre de 1993, el decreto por el que se aprueba el Tratado de Libre Comercio de América del Norte y los Acuerdos de Cooperación en materia ambiental y Laboral suscrito por los gobiernos de México, Canadá y los Estados Unidos de América se publicó en 8 de diciembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), finalmente entró en vigor el 1 de enero de 1994. (México C. E., 1992).

Carlos Salinas de Gortari Presidente en turno de México, en el Plan Nacional de Desarrollo publicado en el DOF el miércoles 31 de mayo de 1989 como acciones para modernizar a México: la restructuración de la deuda, apertura a la inversión privada interna y externa en obras de infraestructura, privatización, reducción del gasto público,

---

<sup>1</sup> Lic. Verónica González Solís, alumna de la Maestría en Derecho Laboral de la Universidad Autónoma de Fresnillo, [vero.0476@hotmail.com](mailto:vero.0476@hotmail.com)

desregulación que permite la volatilidad de los precios de mercancías que integran la canasta alimentaria y no alimentaria.

El Acuerdo de Cooperación Laboral para América del Norte (ACLAN) entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno de Canadá y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el martes 21 de diciembre de 1993, que entró en vigor en 1994, en el anexo 1, intitulado “Principios laborales”, señala una serie de principios encaminados a fortalecer al sector obrero mediante la negociación colectiva, la libertad de asociación y protección del derecho a organizarse, derecho a la huelga, prohibición del trabajo forzado, restricciones sobre el trabajo de menores, condiciones mínimas de trabajo, eliminación de la discriminación en el empleo, salario igual para hombres y mujeres, prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales, indemnización en los casos de lesiones de trabajo o enfermedades ocupacionales y protección de los trabajadores migratorios.

El compromiso firmado por el Estado Mexicano en este tratado internacional fue incumplido en perjuicio de la clase trabajadora, pero se cumplió en beneficio de la inversión extranjera, éstas se expandieron encontrando en México ventajas fiscales (exenciones de diversos gravámenes, como el Impuesto al valor agregado (IVA) y el impuesto sobre la renta (ISR) a importaciones temporales y una mano de obra baratísima.

La Conferencia Internacional del Trabajo, 108ª reunión, 2019, titulada “Aplicación de las normas internacionales del trabajo, 2019, analiza las malas prácticas de los sindicatos y contratos de protección que generan la reduciendo los salarios e impiden la constitución de sindicatos independientes, el Estado Mexicano plantea como solución: la reforma a la Ley Federal del Trabajo (LFT) en 2012, incorporar obligaciones a la STPS de publicar los estatutos, las toma de nota y los contratos colectivos, reforma la Constitución en 2017, es decir, las circunstancias sociales y laborales en México no mejoraron era necesario un cambio de paradigma instaurado en el decreto por el que se sustituye el Tratado de Libre Comercio de América del Norte por el Tratado entre los Estados Unidos Mexicanos, los estados Unidos de América y Canadá (TMEC), el día lunes 29 de junio de 2020 en el DOF, en el anexo 23 señala que México a través de la leyes labores acorde a su Constitución verificará las elecciones de los líderes sindicales sean a través del voto personal, libre y secreto de los agremiados, que los conflictos laborales sean dirimidos por los Tribunales, verificación parte de la entidad independiente que los contratos colectivos cumplan con los requisitos legales a fin de que puedan registrarse, que los contratos colectivos se revisen al menos una vez durante los cuatro años siguientes a la entrada en vigor de la legislación, además condiciona a México a adoptar estas medidas legislativas antes del 1º de enero de 2019, sino la entrada en vigor del Tratado podrá retrasarse hasta que dicha legislación entre en vigor.

#### *Resultados del análisis del contexto social mexicano previo a la reforma.*

El año 2014 el Ejecutivo Federal solicitó al Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE) realizar un foro de consulta ciudadana para determinar un modelo para mejorar la impartición de justicia laboral, el proyecto se denominó Diálogos por la Justicia Cotidiana, participó también el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autónoma de México (UNAM), el Senado de la República, demás Autoridades, representantes de sindicatos y de la sociedad civil.

El Informe de resultados de los Foros de Justicia Cotidiana del CIDE señala que los impartidores de justicia laboral enfrentan a un gran número de asuntos, además de tener a su cargo la función conciliatoria y registral, así como dirimir los conflictos de seguridad social. En relación a los sindicatos señala que algunos carecen de representatividad emplazan a huelga, respecto del salario expresa la necesidad de que debe dejar de usarse como referente para fijación de multas o acciones no relacionadas con la productividad.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) en el año 2015, realizó estudios del funcionamiento de la Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Estado de Jalisco, la evidencia muestra la existencia de corrupción y servicios deficientes.

Como resultado de las mesas de soluciones se plantea: Establecer los requisitos de representatividad para contar con sindicatos en las empresas, incorporar la posibilidad de conciliar, eliminar las áreas de discrecionalidad, revisar la estructura tripartita de las juntas y su incorporación a los Poderes Judiciales, la reforma laboral era necesaria.

Estas alternativas de solución se materializan en el Decreto por el que se declaran reformadas y adicionadas diversas disposiciones de los artículos 107 y 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Justicia Laboral publicada en el DOF el 24/02/2017, es una reforma al derecho procesal del trabajo a partir de tres premisas fundamentales: La Justicia Laboral es facultad del Poder Judicial Federal y Local, la función conciliatoria a cargo de Centro de Conciliación, implementa un sistema de distribución de competencia entre autoridades federales y locales.

En la minuta del debate del día martes 7 de febrero la Diputada Blanca Margarita Cuata Domínguez manifestó: “para el Grupo Parlamentario de Morena resulta por demás importante buscar que hay por lo menos una paridad entre

los sueldos y salarios que ganan los mexicanos contra el costo de los bienes y servicios básicos que consumimos, para aspirar a una verdadera justicia laboral; el diputado Rodrigo Abdala Dartigues expresa que “en Morena nos gusta hablar claro y no nos gusta estar engañando ni que se proponga seguir engañando a la gente, sabemos que la justicia laboral empieza por salarios dignos y bien remunerados para los trabajadores”

La exposición de motivos de la reforma laboral publicada en la gaceta parlamentaria número 5188-II del día jueves 3 de enero de 2019 se expresa que una verdadera transformación productiva que asegure el acceso al trabajo digno implica la revitalización de los sindicatos y la contratación colectiva como instrumentos de construcción de consenso entre trabajo y capital, en aras de mejorar los salarios y las condiciones laborales.

En conferencia matutina del 17 de diciembre del año 2018 Luis María Alcalde Luján, Secretaria del Trabajo hace la presentación de la Nueva Política de Salarios Mínimos reconoce que el salario mínimo no alcanza los mínimos constitucionales, plantea nuevos paradigmas para dignificar el trabajo y fortalecimiento del mercado interno que permitirá reducir la pobreza, mejor la distribución del ingreso, a través del consenso entre las empresas y los representantes de los trabajadores, anuncia las acciones del Programa de la Zona libre de la Frontera Norte.

Es importante establecer el nexo que liga a la impartición de justicia laboral, la distribución de las competencias de las Autoridades del Trabajo y a el derecho a la libertad sindicación y a la negociación sindical, para la lograr el incremento del poder adquisitivo del salario, las dos primeras constituyen un medio para garantizar el acceso al salario devengado por los Trabajadores, pero no para incrementar el poder adquisitivo del salario que constituya una condición que le permita acceder a una existencia digna para ellos y para sus familias conforme a lo establecido en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, así como los compromisos adquiridos por el Estado Mexicano con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adoptada por la Asamblea General de la ONU, cuyo plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, en la que reconocen que el mayor desafío del mundo actual es la erradicación de la pobreza y afirman que sin lograrla no puede haber desarrollo sostenible; en tanto que las dos últimas son fundamentales para la mejora de las condiciones del trabajo, lamentablemente en nuestro País las estadísticas muestran un porcentaje bajo de trabajadores agremiados a sindicatos legitimados.

#### *El poder adquisitivo del salario en México.*

La problemática del poder adquisitivo del salario en México está plenamente identificada en la comunidad internacional, la Organización Internacional del trabajo (OIT), lo establece en el preámbulo de su Constitución, además lo menciona en el informe anual 2018-19 “en México, el crecimiento del salario real todavía está muy por debajo del nivel de 2008 y ha continuado declive en los años previos a 201, indica en su Informe Anual 2020-21, en México los salarios cayeron en mayo y abril de 2020 aproximadamente 1.5% y aumentó la tasa de desempleo, señala en su informe anual de 2022 que México se encuentra en los cuatro Países que tuvieron los salarios reales más bajos continúan con una tendencia del 7% por debajo de su valor real en 2008.

P. Nikitin en su libro Economía Política narra que el capital durante su desarrollo establecía tiendas para vender los insumos a los trabajadores, calculaba el salario, luego le fija el precio a las mercancías; explica que el salario pagado en dinero se denomina salario nominal, en tanto que el salario real indica qué artículos y servicios se pueden adquirir con ese dinero, a gran escala el capitalismo aumenta el descenso del salario real a través de la alza de precios, de la explotación del trabajo infantil, de la mano de obra migrante, de la desigualdad salarial entre hombres y mujeres e incluso la discriminación racial y el Estado a través de los impuestos.

En México es la Comisión de Salarios Mínimos (CONASAMI) la facultada para emitir la resolución que fija los salarios mínimos generales y profesionales, este año 2023 el monto para el área geográfica de la Zona Libre de la Frontera Norte (ZLFN) se fijó en 312.41, y en el resto del País es de \$ 207.44 pesos diarios, por jornada diaria.

En cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo el Ejecutivo ordenó la publicación en el DOF de fecha 31 de diciembre de 2018 el Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte, que favorece a las personas morales y físicas con actividad empresarial, en tanto que la retención de Impuesto sobre la Renta (ISR) aumentó al incrementarse el salario nominal de tal manera que los trabajadores que ganaban dos salarios mínimos en la frontera norte en 2022 percibían mensualmente \$15,620.04, de acuerdo a la tarifa aplicable se le retenían \$1,417.12; para el resto del País dos por dos cuotas de salario mínimo mensual se pagaba \$10,372.22 y se le retenía \$772.10, entre más ganas, más impuestos pagas.

En la segunda fila de la siguiente tabla, observamos el incremento al salario nominal del año 2017 al 2023, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) fijado por la CONASAMI; en la tercera, el aumento porcentual; en la tercera, el resultado mensual; en la cuarta el costo de la canasta básica alimentaria más no alimentaria, urbana y rural, que es calculada para cubrir el consumo de una persona al mes, publicadas en la página digital del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL); en la quinta columna, la inflación anual

publicada en la página digital del Banco de México (BANXICO), finalmente en la séptima columna, los incrementos que ha observado el salario real publicado por la CONASAMI en su informe anual 2022.

Año	Salario mínimo diario promedio	Aumento porcentual	Salario	Costo canasta básica		Inflación anual	SALARIO MINIMO REAL
			Mensual \$	Urbana \$	Rural \$		
2023	312.41 207.44	20%	9,372.30 6,223.20				
2022	260.34; 172.87	22%	7,930.20 5,186.10	4,233.41	3,337.42	8.41%	147.32
2021	213.39; 141.70	15%	6,401.70 4,251.00	3,542.14	2,343.50	7.36%	130.57
2020	185.56; 123.22	20%	5,566.80 3,696.60	3,195.43	2,071.90	3.15%	119.54
2019	176.72; 102.68	100%	5,301.60 3,080.40	3,325.40	2,316.57	2.83%	104.64
2018	88.36	16.2%	2,650.80	3,089.37	2,008.71	4.83%	88.15
2017	80.04			2,974.80	1,930.80	6.77%	84.47

El Estado Mexicano a través de la CONASAMI informa que existe un crecimiento del poder adquisitivo, que resulta inverosímil por ser contradictorio al incremento de la inflación que informa el Banco de México, así como El Informe Mundial sobre Salarios 2022-2023: El impacto de la inflación y de la COVI-19 en los salarios y el poder adquisitivo de la OIT. Este informe atribuye la disminución del salario real a las secuelas de la pandemia, a la guerra en Ucrania y a la crisis global de la energía, sin embargo, estos fenómenos sociales son eventuales y la inflación en México ha sido una situación permanente las últimas décadas.

Otra modalidad para fijar los salarios es a través de la negociación entre los trabajadores agremiados a los sindicatos y las empresas, en México la tasa de sindicalización es baja, se plantea la estadística más adelante.

### Nuevo paradigma salarial.

#### Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Estado Mexicano a través del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12/07/2109, hace énfasis en la mala administración que se realizaron los pasados gobiernos neoliberales, menciona “*Así lo señalan los indicadores de crecimiento, la multiplicación de la deuda externa, la pérdida del poder adquisitivo de la moneda y del salario y el crecimiento de la desigualdad, la pobreza y la marginación*”. Su proyecto es implementar el estado de bienestar consistente en realizar acciones que garanticen servicios universales gratuitos como la educación y la salud, vacaciones pagadas, jornadas máximas de trabajo y regular los salarios mínimos, su visión del 2024 en materia de salarios es una recuperación de cuando menos el 20% de su poder adquisitivo, el mercado interno se fortalecerá y habrá mejor distribución de riqueza y del ingreso.

Para lograr sus objetivos en materia salarial se implementó el Programa Zona Libre de la Frontera Norte con lo cual se benefició a las empresas con la disminución del IVA del 16 al 8 e ISR al 10 por ciento, el incremento mínimo regional al doble y la homologación de precios de los combustibles con los Estados Unidos, sin embargo, su visión aún no se materializa el salario real ha disminuido.

Como parte de la capacitación que imparte la Secretaría del Trabajo y Previsión Social Luisa María Alcalde Lujan, Secretaria del Trabajo expone los ejes del nuevo modelo laboral, explica que la reforma plantea tres ejes estructurales para imponer un nuevo paradigma con menor margen de vulneración de derechos laborales, lo señala Luis María Alcalde Luján, Secretaria del Trabajo

Primero. - Sistema de impartición de justicia:

- Los procedimientos iniciarán a través de un proceso de conciliación obligatoria, salvo las excepciones previstas en el artículo
- El Poder Ejecutivo deja de conocer de los asuntos previstos en el artículo 123 apartado “A”, serán conocidos por el Poder Judicial.

Segundo. - Democratización de la sindicalización.

- La selección de los representantes sindicales deberá ser mediante voto personal, libre, directo y secreto
- La posibilidad de que existan uno, dos o más sindicatos en una misma empresa.

Tercero. - La creación del Centro Federal de Conciliación y Registro Laboral y Centros de Conciliación de las entidades federativas.

- a) Las funciones del primero es llevar el control de un registro nacional de los contratos colectivos y el proceso de conciliación
- b) Obligatoriedad de someterse a la conciliación, exceptuados aquellos casos previstos en el artículo 685 ter de la Ley Federal del Trabajo.

Estos ejes representan acciones transversales que brindan un el soporte a los trabajadores que sean objeto de vulneración de Derechos para ser restituidos en el goce de los mismos, de ninguna manera impactan el poder adquisitivo del salario ya que éste es un tópico de la política económica y no del ámbito jurídico laboral, la política neoliberal al igual que en el sexenio de Salinas de Gortari exige la desregulación de los precios de los productos de la canasta alimentaria y no alimentaria.

*Eficacia de la política salarial para incremental el poder adquisitivo del salario mínimo.*

Coincido con los Investigadores César M. Fuentes y Noé Arón Fuentes el primero del Colegio de la Frontera Norte en Ciudad Juárez y el segundo del Departamento de Estudios económicos del mismo Colegio, que expresan que “Con el TLCAN, EE.UU. no buscaba hacer crecer el comercio entre ambos países, sino poner fin a las leyes de inversión”, de igual manera, las acciones transversales implementadas derivadas de la reforma laboral de 2019, a cuatro años de su entrada en vigor hacen evidencia de que la reforma dista de ser la solución para incrementar el poder adquisitivo de los Trabajadores, es una acción exigida por USA plasmada en el anexo 23-A del TMEC, inserta en la CPEUM y en la LFT, que tiene como objeto evitar la fuga de capitales de USA a México, exenciones fiscales en la ZLFN, franja del territorio nacional en la que residen la mayoría de las empresas de inversión extranjera.

Estas disposiciones jurídicas ofrecen como solución al problema la negociación sindical, esta figura aún se encuentra lejos de ser una realidad, primero porque se encuentra en proceso de legitimación, el artículo 11° transitorio del decreto de primero de mayo de 2019 de la LFT, un plazo de 4 años para que todos los sindicatos revisen sus contratos colectivos, plazo que se cumple el 1° de mayo de 2023, México tiene una tasa de sindicalidad del 10.3% de la Población económicamente activa (PEA), en el foro perspectivas de la reforma laboral, celebrado el 13 y 14 de julio de 2022, Luis Monsalvo Abogado representante de Sector Privado señala que “la gran mayoría de las empresas no van a tener relación sindical... la junta de expertos observancia laboral sobre México reportan son julio del año pasado 559 mil contratos colectivos ... de seiscientos mil llevamos legitimados 5 mil”, en la página del Centro de Conciliación y Registro Laboral se encuentran legitimados 4265 contratos; segundo porque están arraigadas las malas prácticas de los sindicatos como lo documentó Francisco Cruz Jiménez y lo comparte en entrevista para Proyecto Grado Cero AEJ, como lo son la corrupción, muerte de líderes sindicales, desaparición de fondos mutualistas de los agremiados, liderazgos trascendidos a descendientes, complicidad gubernamental, financiamiento de campañas presidenciales con recursos del fondo mutualista, contratos de protección a las empresas.

INEGI informa que derivado del censo de 2020 en México había 126 014 024 habitantes, de las cuales 37 891 261 personas de 12 años y más no son económicamente activas, restan 88,122,763 personas de las cuales 31.8 millones son infantes, quedan 56,322,763 personas que integran la población económicamente activa (PEA)

De acuerdo con el informe de la OIT de octubre 2020, en mayo de 2020 la población económicamente activa era del 47.5% y la no activa era 52.55%.

En la siguiente tabla se registran los datos publicados por INEGI en el año 2022

AÑO	Población total	PEA	P no E A	desocupadas	subocupada	Ocupación informal	Ocupación Formal	Sindicalizados
2022	130'262,220	60.6 millones	39 millones	1.7 millones	4.5 millones <sup>2</sup>	32 471 909 <sup>3</sup>	26 390 081	4'869,045

La tasa de sindicalización cubre un grupo reducido de la PEA que se beneficia de los salarios contractuales.

La aplicación lema liberalista “dejar pasad”, entrega al capital desafortunadamente para México entrega al capital extranjero el poder político y económico sobre la población, la opacidad del Poder Administrativo con su intentona de Estado de bienestar no pasa del discurso de campaña, las acciones gubernamentales son claramente neoliberales, Arturo Huerta González “La contracción económica está cuestionando el proceso de liberalización financiera y la política económica que le acompaña, por lo que el Estado tiene que intervenir y regular la actividad económica para garantizar condiciones monetarias, crediticias, fiscales y comerciales para el crecimiento sostenido y

<sup>2</sup> 7.6% de la población ocupada

<sup>3</sup> 55.2% de la población ocupada

el pleno empleo, asegurar una asignación de recursos a favor de la esfera productiva, así como disminuir las presiones sobre el sector externo y regular su comportamiento, para evitar prácticas especulativas que desquicien la actividad económica". El Estado debe regular los precios de los productos que integran la canasta alimentaria y no alimentaria, para incrementar poder incrementar el salario real para que se alcancen los pisos consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

*Fuentes:*

- P. Nikitin, "Economía Política", Ediciones Quinto Sol, México 2004 pag77.
- Huerta González, Arturo " Alternativas de política económica para el crecimiento sostenido, disponible en <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econunam/pdfs/07/09ArturoHuerta.pdf> consultado el 10/01/2023
- Francisco Cruz Jiménez "Los amos de la mafia sindical", disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=3cU8zy-pefs> , recuperado el 09/01/2023
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) Presentación de la Nueva Política de Salarios Mínimos, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=B-W0p19ISSE> recuperado el 09/01/2023.
- STPS, comunicado conjunto 042/2022, de fecha 29 de mayo de 2022, "Se registran las tasas de sindicalización más altas en los últimos siete años", <https://www.gob.mx/stps/prensa/se-registran-las-tasas-de-sindicalizacion-mas-altas-en-los-ultimos-siete-anos?idiom=es> , consultado el 10/01/2023
- STPS, Modulo ; "Ejes del Nuevo Modelo Laboral" imparte Luisa María Alcalde Luján, Secretaria del Trabajo, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=X-Om-aB6VC8> recuperado el 09/01/2023.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2014, disponible en [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0) visto el 09/01/2023
- DOF. Decreto por el que se declaran reformadas y adicionadas diversas disposiciones de los artículos 107 y 123 de la CPEUM, EN MATERIA DE Justicia Laboral, disponible en [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/proceso/docleg/63/231\\_DOF\\_24feb17.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/proceso/docleg/63/231_DOF_24feb17.pdf) Visto 09/01/2023
- Senado de la República, et al, Diálogos por la Justicia Cotidiana, disponible para su consulta en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/79028/Di\\_logos\\_Justicia\\_Cotidiana.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/79028/Di_logos_Justicia_Cotidiana.pdf) , visto el 09/01/2023
- BANXICO, Índice de inflación disponible en <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=inf&idioma=sp> visto 12/11/2022.
- CONASAMI Índice del Salario Mínimo Real, disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/775337/ndice\\_de\\_Salario\\_Minimo\\_Real\\_Octubre\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/775337/ndice_de_Salario_Minimo_Real_Octubre_2022.pdf) visto 12/11/2022
- CONEVAL, evolución mensual del valor monetario de la línea de pobreza extrema por ingresos, disponible en <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-Pobreza-por-Ingresos.aspx> visto el 06/01/2023
- INEGI, Índice De precios al consumidor de la canasta de consumo mínimo, disponible en [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825196929.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825196929.pdf) , visto 12/11/2022
- INEGI, comunicado de prensa número 795/22, disponible en [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/inpc\\_1q/inpc\\_1q2022\\_12.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/inpc_1q/inpc_1q2022_12.pdf), Visto 02/01/2023
- OIT Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, entrada en vigor: 02 de enero de 1976, disponible en [https://www.ohchr.org/sites/default/files/ceschr\\_SP.pdf](https://www.ohchr.org/sites/default/files/ceschr_SP.pdf) visto el 09/01/2023
- (OIT) International Labour Organization, Global Wage Report 2018/19, what lies behind gender pay gaps, disponible en [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_650553.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_650553.pdf) Visto el 07/01/2023
- (OIT) International Labour Organization, Global Wage Report 2020-21, Wages end minimum wages in the time of COVID-19, disponible en [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms\\_762534.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_762534.pdf) visto el 07/01/2023
- (OIT) International Labour Organization, Global Wage report 2022-23, The impact of inflation and COVID-19 on wages end purchasing power, disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_862569.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_862569.pdf) Vito 02/01/2023
- (OIT) Aplicación de las normas internacionales del trabajo, 2019, disponible en: [www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms\\_670148.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_670148.pdf) visto el
- OIT , México y la crisis de la COVID-19 en el mundo del trabajo: respuestas y desafíos, octubre 2020, disponible en [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-mexico/documents/publication/wcms\\_757364.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-mexico/documents/publication/wcms_757364.pdf) recuperado el 10/01/2023
- ONU, Asamblea General adopta la agenda 2030 para el desarrollo Sostenible, disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#:~:text=View%20Larger%20Image-La%20Asamblea%20General%20adopta%20la%20Agenda%202030%20para%20el%20Desarrollo,el%20acceso%20a%20la%20justicia>. Visto el 09/01/2023

# Diseño de un Dispositivo de Medición Empleando Instrumentación de Bajo Costo Acoplado a un Dron para el Monitoreo de PM2.5 Y Ozono

Ing. Oscar Abel González Vergara<sup>1</sup>, Dr. Luis Armando De La Peña Arellano<sup>2</sup>, Dra. Yolocuauhtli Salazar Muñoz<sup>3</sup>,  
Dr. Sergio Valle Cervantes<sup>4</sup>, M.C. Rafael Lucho Chigo<sup>5</sup>, Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte<sup>6</sup>.

**Resumen**— El presente trabajo desarrolla un dispositivo de medición de contaminantes de material particulado 2.5, ozono (O<sub>3</sub>), además, variables de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, de manera móvil e inalámbrica, utilizando un dron o Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT) DJI Mavic Air 2 e implementando instrumentación de bajo costo y la plataforma de desarrollo electrónico Arduino nano. Además, se puede utilizar este sistema de medición de contaminantes como una estación de monitoreo móvil o para situaciones de contingencia, zonas de alto flujo vehicular y alta concentración industrial, así proporcionar datos de diferentes puntos de la ciudad, de igual manera posibilita conocer otros parámetros como el comportamiento de la inversión térmica o la relación entre las concentraciones y otros factores meteorológicos. Para esto se lleva a cabo muestreos con el dispositivo acoplado al dron a diferentes altitudes, el dispositivo cumple con características como bajo costo, bajo peso y fácil utilización.

**Palabras clave**— Arduino, contaminación, dron, ozono, monitoreo.

## Introducción

La descarga de los contaminantes atmosféricos al medio ambiente, se ha venido incrementando considerablemente en todo el mundo, y ha generado un grave impacto ambiental, no solo por sus efectos indirectos causados por el cambio climático y sus fenómenos meteorológicos, sino, de manera inmediata, por los efectos directos que causan estos contaminantes en la salud de la población. Desde hace muchos años, por normatividad se han venido implementando sistemas de monitoreo de calidad del aire (SMCA), sobre todo en zonas urbanas de mayor crecimiento, para medir las concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos (llamados contaminantes criterio) y establecer un Índice de Calidad del Aire (ICA), que sirve como referencia para comunicar a la población la calidad del aire que están respirando. Sin embargo, estos SMCA, que están formados por redes de casetas fijas de monitoreo, presentan algunas limitaciones, como son, la representatividad espacial del alcance de sus datos, que resulta muy limitada por estar ubicadas en puntos fijos, y además de sus altos costos de inversión inicial y de mantenimiento. Actualmente, en diversas partes del mundo se ha empezado a utilizar sistemas de monitoreo móviles (SMV), para emplearse de manera complementaria a las casetas fijas y monitorear en zonas que estén fuera del alcance de éstas o para usarse en lugares de difícil acceso e incluso para contingencias ambientales. Por lo antes mencionado el objetivo principal de esta investigación fue diseñar y desarrollar un prototipo modular de monitoreo atmosférico (PMMA) acoplado a un Vehículo Aéreo No Tripulado, tipo Dron (DJI Mavic Air 2), para monitorear en tiempo real los contaminantes criterio en el aire ambiental. Este prototipo, en una primera etapa, se desarrolló para medir dos de los principales contaminantes criterio; el Material Particulado PM2.5 y el Ozono (O<sub>3</sub>), además, de algunas variables meteorológicas, como la temperatura, humedad y presión atmosférica. Para la construcción del PMMA se utilizó instrumentación de bajo costo basado en la plataforma Arduino Nano, cuyo lenguaje de programación es sencillo y de fácil interacción con el usuario, y se validaron los datos obtenidos mediante un procedimiento de calibración con estándares certificados y con ello poder ofrecer una herramienta de SMV con gran potencial para recopilar datos sobre la calidad del aire con altas tasas de confiabilidad.

## Descripción del Método

<sup>1</sup> El Ing. Oscar Abel González Vergara es estudiante del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [15041005@itdurango.edu.mx](mailto:15041005@itdurango.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Luis Armando De La Peña Arellano es Profesor investigador del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [aparellano@itdurango.edu.mx](mailto:aparellano@itdurango.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Yolocuauhtli Salazar Muñoz es Profesora investigadora del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [ysalazar@itdurango.edu.mx](mailto:ysalazar@itdurango.edu.mx)

<sup>4</sup> Dr. Sergio Valle Cervantes es Profesor investigador del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [svalle@itdurango.edu.mx](mailto:svalle@itdurango.edu.mx)

<sup>5</sup> M.C. Rafael Lucho Chigo es Profesor investigador del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [rlucho@itdurango.edu.mx](mailto:rlucho@itdurango.edu.mx)

<sup>6</sup> El Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte es Profesor investigador del posgrado en Sistemas Ambientales en el Tecnológico Nacional de México/I.T.Durango. [shernandez@itdurango.edu.mx](mailto:shernandez@itdurango.edu.mx)

### Diseño del PMMA

Para el cumplimiento del objetivo planteado en esta investigación se desarrollaron diversas etapas. Primeramente, para el diseño y construcción del PMMA, se consideró la metodología propuesta por Martínez (2019), donde se sugirió utilizar la plataforma electrónica Arduino Nano para realizar la simulación del circuito electrónico, ya que cuenta con gran compatibilidad y una amplia gama de instrumentación de sensores y/o transmisores, contando también con un software y lenguaje de programación práctico y flexible. Los sensores recomendados fueron: MQ131 (ozono), Sharp GP2Y1010AU0F (PM2.5), BMP280 (presión barométrica/temperatura) y DHT11 (humedad), debido a su compatibilidad con la plataforma electrónica, bajo peso (en conjunto menos de 40 gramos) y bajo consumo eléctrico, puesto que se utilizó una batería modelo MOV-100 con capacidad de 2000mAh. El PMMA puede transmitir los datos de manera inalámbrica hasta una distancia máxima de 300 metros o guardar los datos en una memoria SD, para esto se incluyó un transmisor modelo hc-12. El diagrama de conexión de los componentes y la tarjeta electrónica se muestra en la figura 1.

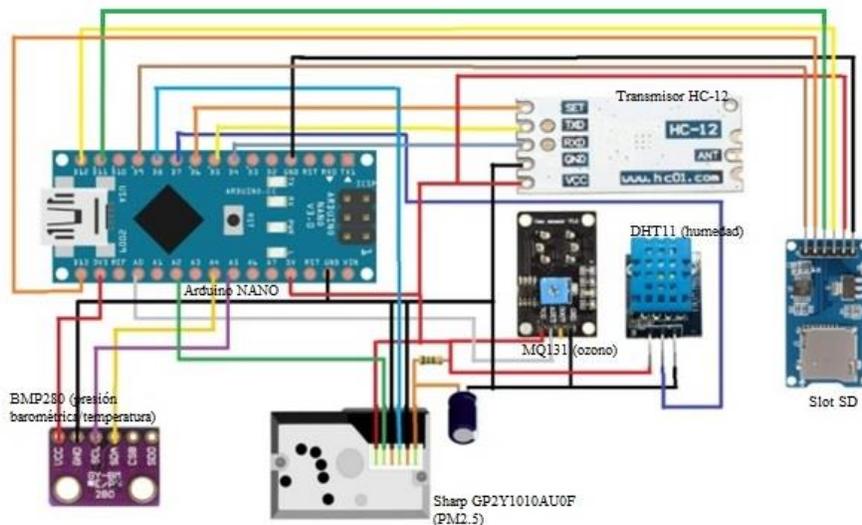


Figura 1. Diagrama prototipo de conexión de componentes del dispositivo.

### Diseño del PCB

Una vez que se obtuvo la instrumentación adecuada y se realizó la conexión de los circuitos en prototipo se procede a realizar el diseño del dispositivo, en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 2 se explica el desarrollo del diseño del dispositivo partiendo de la elaboración de los diagramas electrónicos para cada componente.



Figura 2. Diagrama de flujo metodología para el diseño del dispositivo.

El diseño del PCB se llevó a cabo en la plataforma EasyEDA y posteriormente se mandó a fabricar con la empresa JLCPCB. Para el montaje y acoplamiento del PMMA al dron se diseñó un soporte con la ayuda del software Solidworks, y se imprimió con filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) en una impresora 3D, la figura 3 muestra sus componentes. También se realizaron estudios con una cámara infrarroja para determinar la posición correcta a la cual se colocaría el PMMA en el dron DJI y evitar que los vórtices generados por las hélices del Dron influyan en la medición. DJI. Se encontró que la mejor posición para la colocación del PMMA fue la parte superior del Dron, ya que las imágenes obtenidas mostraron una nula variación de la temperatura en este lugar.



Figura 3. Soportes para acoplar el dispositivo al dron impresos en 3D.

### Calibración del PMMA

Para realizar la calibración de los sensores utilizados y la validación de los datos obtenidos por el PMMA se utilizaron las estaciones de monitoreo atmosféricas ya existentes en la red de monitoreo de la ciudad de Durango. La metodología empleada consistió en establecer con la ayuda del Software de control del Dron Mavic 2 un plan de vuelo cercano al puerto de muestreo de la caseta de monitoreo fija y para obtener así la correlación de los datos medidos con el Dron y los datos medidos simultáneamente en la caseta fija. Para el caso de sensor de medición de PM<sub>2.5</sub> se realizó también una validación por medio del método de correlación lineal, donde se midió simultáneamente con un sensor certificado modelo sds011 y el PMMA.

### Resumen de resultados

Como resultado de esta investigación se obtuvo un PMMA capaz de realizar monitoreos de PM<sub>2.5</sub> y ozono de manera móvil e inalámbrica en zonas de difícil acceso y que se encuentran fuera del alcance de medición de las estaciones fijas. El PMMA cuenta con un módulo de transmisión de datos vía radiofrecuencia a una estación remota fija en tierra, lo que aumenta la capacidad de adquisición de datos. En la figura 4 se observa en funcionamiento el PMMA acoplado al dron. Se realizaron diversos sobrevuelos con el PMMA acoplado al dron en zonas del centro de la ciudad de Durango.



Figura 4. Dispositivo en funcionamiento acoplado al dron Mavic air 2.

El resultado de las calibraciones se muestra en la figura 5 y 6, la validación de datos para el caso del ozono se obtuvo un error promedio de 2.48% respecto a los datos obtenidos en la estación de monitoreo de la SRNyMA, la humedad relativa tuvo un error promedio del 1.30% y el material particulado PM 2.5 se obtuvo un error promedio de 1.82% respecto al sensor certificado sds011.



Figura 5. Validación de datos del dispositivo con la estación de monitoreo atmosférico para ozono.

Para la validación de las mediciones se consideraron un total de 72 datos, tomando un valor promedio por minuto, esta validación se realizó colocando el PMMA lo más cercano posible a la toma de muestra de los equipos de la estación de monitoreo, como se muestra en la Figura 5, para recopilar los valores simultáneamente y determinar el error promedio total.

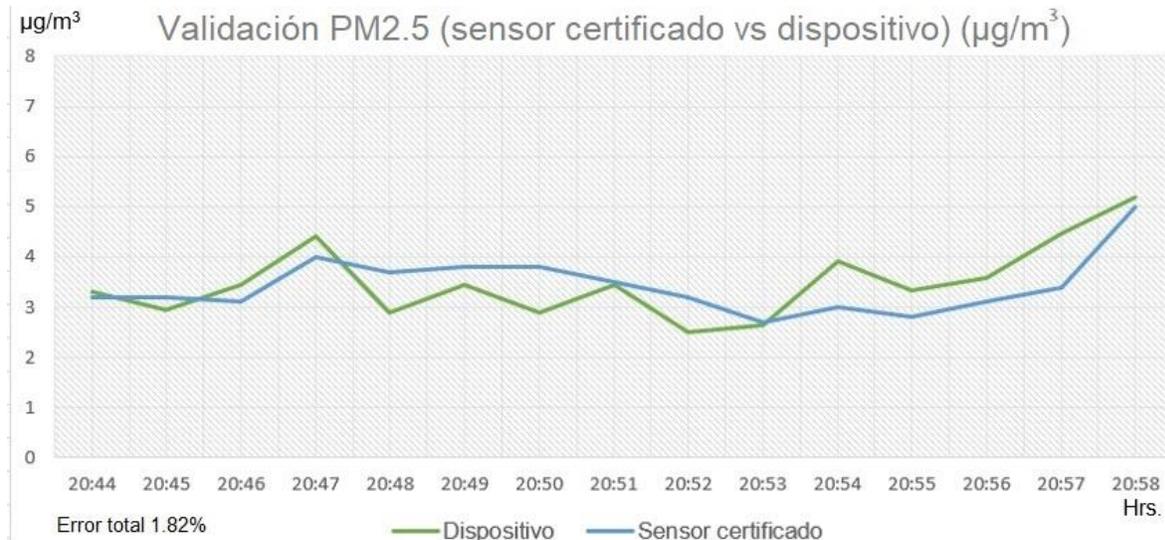


Figura 6. Validación de datos del dispositivo con la estación de monitoreo atmosférico para PM2.5.

### Monitoreo en vuelo

Se realizó un monitoreo preliminar en la zona centro, plaza IV centenario de la ciudad de Durango, a las 15:00 horas de un día soleado caluroso mayormente despejado del mes de septiembre, donde la arquitectura del lugar son edificios relativamente bajos. Los resultados de este estudio mostraron un incremento exponencial en la concentración de ozono al irse incrementando la altura, hasta una distancia de 50 m del nivel del suelo, como se muestra en la gráfica (a) de la Figura 7. En cambio, las concentraciones de PM2.5 mostraron una variación muy considerable durante todo el trayecto (Gráfica (d) de la Figura 7). La presión barométrica presentó un comportamiento

inverso al Ozono, esto debido a la retención del calor generado por el pavimento existente en la zona centro de la ciudad, como se muestra en las gráficas (b) y (c) de la Figura 7.

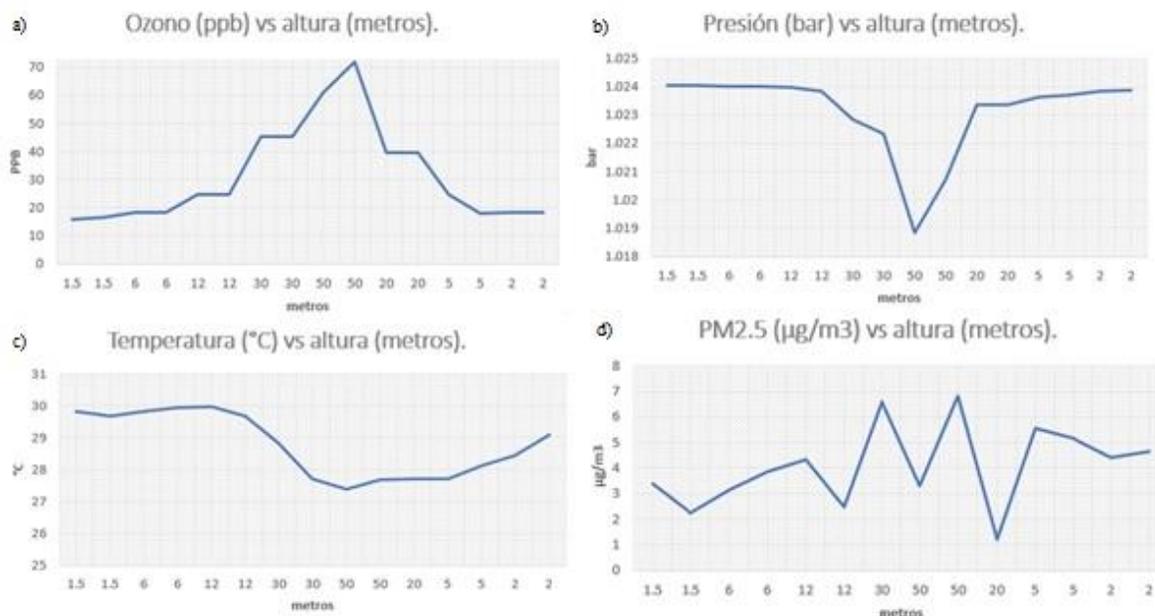


Figura 7. Resultados generales de un vuelo preliminar en zona de alto flujo vehicular en la ciudad de Durango.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

De las actividades desarrolladas en esta investigación se obtiene un dispositivo (PMMA) de medición de contaminantes atmosféricos (PM2.5 y ozono) y de parámetros meteorológicos (temperatura, presión barométrica y humedad) validado y confiable para poder realizar monitoreos en zonas de difícil acceso y áreas pobladas donde se descargan contaminantes atmosféricos que pongan en peligro la salud de la población, así como poder realizar diversos estudios de dispersión de los contaminantes en función de la capa de mezclado y en las inversiones térmicas que se presentan en épocas de invierno.

Además, los resultados obtenidos de los monitoreos realizados con el PMMA acoplado al dron, permitieron observar claramente que la acumulación de los contaminantes atmosféricos está muy relacionada con la altura del nivel del suelo, lo que representa un mayor impacto en la población, sobre todo en áreas de mayor índice de flujo vehicular.

#### Recomendaciones

El estudio de la calidad del aire y el comportamiento de los contaminantes atmosféricos han tenido un amplio campo de desarrollo en los últimos años en México, sobre todo con el uso de nuevas tecnologías, como las plataformas electrónicas e incluso con el uso de IoT. Para futuras investigaciones se recomienda el uso de Drones de mayor capacidad de carga y mayor tiempo de vuelo, para que de esta manera se pueda construir dispositivos con mayor capacidad de medición, como sería la incorporación de PMMA para monitorear los 6 contaminantes criterio que establece la normatividad vigente en México.

### Referencias

1. Abarca, M. Design and development of an hexacopter for air quality monitoring at high altitudes. IEEE. In Automation Science and Engineering, 13th IEEE Conference on (pp. 1457-1462). (2017).
2. Abou-Elnour Ali A., Odeh M., Abdelrhman M., Balkis A., & Amira A. Measurement of Greenhouse Gases in UAE by Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV). College of engineering, ajman university. (2017).
3. Borja, J. Desarrollo e implementación de un sistema en un DRONE para evaluar la calidad del aire. Academia Journals, 10, 6. (2018)
4. García R., Agudelo G., & Jiménez J. Metodología para la localización de estaciones de Monitoreo de material particulado a escala local (0.5 a 4.0 Km) en la ciudad de Santa Martha. Gestión y Ambiente, vol. 9, núm. 2, pp. 121-135. (2006).
5. Gordon, J., Guerra J., Zúñiga W., Barba R. & Montenegro F. Navegación pre-programada de trayectorias de un Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV) aplicado a la supervisión y transmisión en línea de la calidad del aire. Revista Publicando, 3(9), 61-80. (2016).

6. Hernández A. & Gálvan L. "Diseño de un sistema de monitoreo de características ambientales para determinar la calidad del aire". Reporte técnico de residencia profesional. Instituto tecnológico de Durango. (2022).
7. Guzmán F. En una acera típica, exposición aguda al material particulado. Gaceta UNAM. (2020).
8. INECC. Informe Nacional de Calidad del Aire, México. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental. Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. (2017).
9. Marinov M., Topalov I., Ganev B., Gieva E. & Galabov V. UAVs Based Particulate Matter Pollution Monitoring. Proc. XXVIII International Scientific Conference Electronics - ET2019, September 12 - 14, 2019, Sozopol, Bulgaria. (2019).
10. Martínez, M. Monitoreo de material particulado y ozono utilizando un sistema de medición basado en Arduino. Tesis para el grado de maestría en sistemas ambientales. Instituto Tecnológico de Durango. (2019).
11. Navarrete G. & Rico K. Sensores de bajo costo para el monitoreo de calidad del aire. UNISON EPISTEMUS 27 / 13 / pág. 31-37. (2019).
12. OMS. Contaminación del aire ambiente (exterior). who.int calidad del aire y salud. (2021).
13. Romero M., Olite F., Álvarez M. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Rev. Cubana Higiene y Epidemiología, 44, 2. (2006).
14. SCT. NOM-107-SCT3-2019. Requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano. Diario Oficial, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Diario oficial de la federación. (2019).
15. SEMARNAT. Calidad del aire, el desafío de las grandes urbes. Blog Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018).
16. Shin Y., Chang T. & Chih M. Simulation and measurement of air quality in the traffic congestion area. Sustainable Environment Research. 31:26. (2021).
17. Shukla, D. & Komerath, N. Multicopter Drone Aerodynamic Interaction Investigation. MDPI Drones, 2(4), 43. (2018).
18. Slawomir P., Gardecki A., Lewandowski P., Somogyi V. & Anweiler S. Developing of Low-Cost Air Pollution Sensor - Measurements with the Unmanned Aerial Vehicles in Poland. MDPI Sensors, 1-14. (2020)
19. SSA. Secretaria de salud. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014 y NOM-025-SSA1-2014. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) de la calidad del aire ambiente, y criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado, respectivamente. Diario oficial de la federación. (2014).
20. Villa T., Salimi F., Morton K., Morawska L., & Gonzalez F. Development and Validation of a UAV Based System for Air Pollution Measurements. MDPI Sensors 16-12. (2016).

## Apéndice

### Cuestionario utilizado en la investigación

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se plantearon los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Cuál es la mejor plataforma electrónica para llevar a cabo el desarrollo del PMMA?
2. ¿Qué características se buscan en el dispositivo para que pueda realizar un monitoreo en vuelo sin inconvenientes como inestabilidad?
3. ¿Cuáles son las zonas de interés de una ciudad para llevar a cabo un monitoreo de contaminantes por ozono y PM2.5?
4. ¿Qué afectaciones tiene el ozono y PM2.5 a la salud humana?
5. ¿Qué beneficios hay en realizar monitoreos de calidad del aire?
6. ¿Haciendo uso de que herramienta o tecnología se puede diseñar un soporte para acoplar un dispositivo electrónico al dron?
7. ¿Cómo se forma el contaminante ozono?
8. ¿Qué aplicaciones tiene el dispositivo desarrollado y qué ventajas tiene contra otros dispositivos o equipos que miden los mismos parámetros?

# Promoción del Turismo con Herramientas Tecnológicas 3D Mediante el Enfoque STEAM en Monguí- Boyacá

Dr. Eugenia Grosso Molano<sup>1</sup>, Lic. Angie Jimena Siabato Castillo<sup>2</sup> y Lic. José David López Parra<sup>3</sup>

**Resumen**— En la actualidad la gran variedad de herramientas tecnológicas de libre distribución permite la creación de artefactos digitales en 3D, para promocionar los atractivos turísticos catalogados patrimonio material e inmaterial del municipio de Monguí, ubicado en Boyacá Colombia, mediante la incorporación de los contenidos transdisciplinares que conforman las cinco áreas del enfoque STEAM, poniendo a los estudiantes de los grados octavo y noveno como centro de su proceso de aprendizaje en la solución de problemas del contexto relacionados con el sector del turismo siendo la principal fuente de economía y sustento de la población. El diseño de la estrategia didáctica se implementó siguiendo las fases del diseño instruccional de cuatro puertas; la investigación se realizó con un enfoque mixto que permitió conocer el impacto positivo del proyecto al lograr que los estudiantes apropiaran los conocimientos de forma autónoma y divertida, con la socialización de los proyectos deo ver los nuevos emprendimientos.

**Palabras clave**— Enfoque STEAM, Modelo de 4 puertas, Tinkercad 3D, Turismo.

## Introducción

En el país Colombia al oriente del departamento Boyacá se encuentra el municipio de Monguí declarado “el pueblo más lindo de Boyacá” en 1980, por su arquitectura colonial de la época de la colonización española en el año 1603, se inició la construcción de varios atractivos turísticos, entre ellos la Basílica Menor y el Puente Real Calicanto, su riqueza cultural y natural del páramo de Siscunsi Ocetá catalogado como uno de los más bellos del mundo, hacia el año de 1934, Froilán Ladino Agudelo introdujo el proceso artesanal del balón, tradición que se ha venido realizando de generación en generación labor desarrollada en su mayoría por mujeres cabezas de familia.

Los jóvenes vienen formados con un modelo tradicional y desarticulado, de igual manera, no hacen uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), lo que ocasiona desmotivación y deserción estudiantil, a pesar que la institución tiene como área de profundización el turismo los estudiantes no apropian sus conocimientos que den a conocer los atractivos turísticos ya que hacen parte de su economía.

Para la promoción de los sitios turísticos se implemento el uso de aplicativos de diseño 3D de libre distribución que transforman las imágenes panorámicas en imágenes, videos 360°, junto con el enfoque STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas), mediante guías interactivas siguiendo las fases del diseño instruccional de cuatro puertas, los estudiantes dieron solución a problemas del contexto social, obtuvieron mejores resultados académicos e interactuaron de forma bidireccional entre estudiantes y profesores, así Góngora Parra, Y., & Martínez Leyet, O. L. (2012), siendo protagonistas de su aprendizaje, participaron de su conocimiento de forma central, Espinosa, J. B. (2018), a la vez desarrollaron habilidades indispensables para afrontar el siglo XXI.

Al implementar el enfoque STEM con ayuda de las herramientas tecnológicas 3D, los estudiantes apropiaron los conocimientos y dieron significado a los contenidos temáticos de forma transversal alrededor del turismo organizaron los contenidos al iniciar por la activación, seguido con la demostración, posteriormente la aplicación y finalizan con la integración, las cuales van a lo largo del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Descripción del método

El municipio Monguí al tener una altitud de 2900 m.s.m.n, con una temperatura que oscila entre los 8°C y 16°C, muchos turistas provenientes de todo el mundo visitan los atractivos turísticos por sus majestuosas estructuras y hermosos paisajes llenos de historias y experiencias inolvidables de la Basílica Menor de Monguí, Puente Real Calicanto, Proceso Artesanal del Balón y Paramo Oceata como se aprecia en la figura 1.

<sup>1</sup> La Dr., Eugenia Grosso Molano Profesora de Licenciatura en tecnología Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Duitama, Boyacá. [Eugenia.grosso@uptc.edu.co](mailto:Eugenia.grosso@uptc.edu.co)

<sup>2</sup> Angie Jimena Siabato Castillo Estudiante de Licenciatura tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Boyacá. [angiejimena0503@gmail.com](mailto:angiejimena0503@gmail.com)

<sup>3</sup> José David López Parra. Estudiante de Licenciatura tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Boyacá. [davidlopez00999@gmail.com](mailto:davidlopez00999@gmail.com)

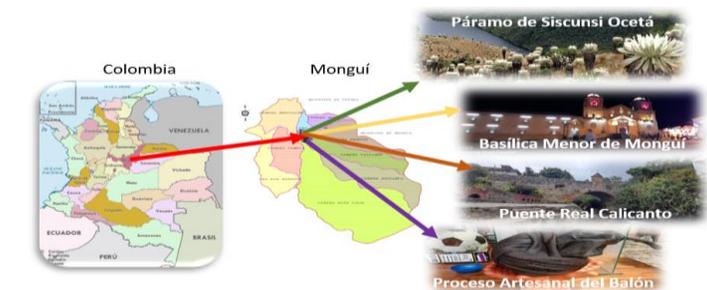


Figura 1. Ubicación del municipio de Monguí.

Al implementar el enfoque STEAM que hace parte de las metodologías activas fortalece la creatividad, y propicia el pensamiento científico, ingenieril e investigativo, motivando la participación y el trabajo colaborativo, para la solución de problemas de la vida real, Espinosa, J. B. (2018), el proyecto se desarrolló siguiendo el enfoque de investigación mixto que permite tener una mirada más amplia de la investigación, Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020), mediante la recolección de información cualitativa y cuantitativa como entrevistas semiestructurada, el cuestionario de conocimientos previos.

Con el uso de tecnología en las aulas aumenta la motivación y el interés por aprender, con este fin se realizaron guías interactivas en línea, con herramientas de libre distribución, que lograran apropiar a los estudiantes al estudio de los atractivos turísticos con imágenes panorámicas tomadas de diferentes ángulos, videos realizados con un dron que permitió lograr una mejor perspectiva de los atractivos turísticos y aplicaciones que transforman las imágenes panorámicas a imágenes 360° de forma envolvente por medio de un visor, el cual divide la imagen para cada ojo, logrando una mejor sensación de inmersión a la realidad, además de la incorporación de diferentes ángulos que permiten que el estudiante al girar logre observar la ubicación de cada parte que compone la imagen 360°, es decir en una panorámica de la plaza del pueblo se pueden identificar los puntos cardinales, donde el estudiante logra analizar la dirección de cada atractivo turístico como si se encontrara físicamente allí, ver figura 2.



Teniendo en cuenta que el enfoque STEAM pretende fomentar el estudio de problemas relacionados con el entorno y las sociedades, se decidió conformar contenidos de las cinco áreas STEAM, relacionados con los atractivos turísticos: Puente Real Calicanto, la Basílica Menor de Monguí y el Proceso Artesanal del Balón, que hacen parte del patrimonio cultural del pueblo, con el objetivo de promocionar el municipio, siendo los estudiantes de los grados octavo y noveno quienes por medio de diseños en 3D demostraron la apropiación del conocimiento adquirido.

Las guías fueron desarrolladas siguiendo el constructivismo por Vygotsky como lo describe García, J. G. (2020), la teoría sociocultural demuestra que las personas interactúan con la sociedad empleando las herramientas cognitivas y lingüísticas para adaptarse y mejorar su entorno. En la actualidad las relaciones socioculturales se apoyan en las herramientas tecnológicas permitiendo una nueva forma de ver el lenguaje y de adquirir conocimiento según Adell, J., & Castañeda Quintero, L. J. (2010), se puede aprender con ayuda de textos, videos, imágenes y diversas plataformas. De acuerdo con lo anterior se hace necesario crear guías mediante un modelo diseño instruccional de cuatro puertas que pretende ayudar al estudiante a la comprensión de los conceptos a través de las cuatro etapas descritas por David Merrill (2001), en la figura 2.

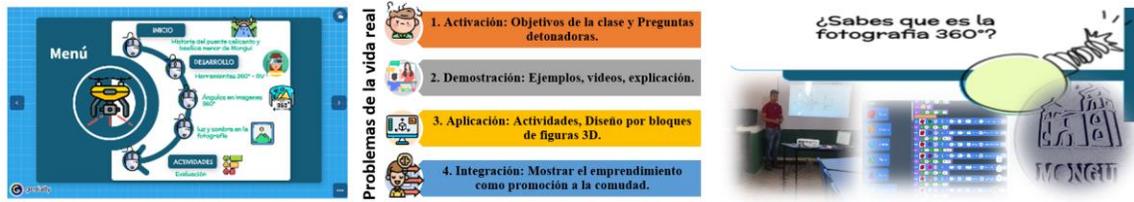


Figura 2. Unificación de las guías con el diseño instruccional.

1. **Activación:** Se inicia con la definición de los objetivos general y específicos según Branda, L. (1994), deben ser claros, factibles y de fácil cumplimiento, seguidamente se procede a la formulación de preguntas detonadoras, con el fin de despertar la curiosidad del estudiante, así Martínez Silva, R., & Vásquez González, L. (2021) para fomentar la reflexión, pensamiento crítico, abstracción de conocimiento, relacionado con experiencias de la vida cotidiana y conceptos aprendidos, ver figura 3.



Figura 3. Activación y definición de objetivos.

2. **Demostración:** Consistió en el desarrollo de tutoriales del manejo del software Tinkercad 3D, Genially, app, juegos educativos, videos, imágenes 360°, visores, programación por bloques y actividades complementarias al proceso de enseñanza – aprendizaje basado en los estándares que brinda la guía 30 del Ministerio de Educación Nacional de Colombia(MEN) y los Estándares para la Alfabetización en Tecnología (ITEEA), para la promoción de los atractivos turísticos, también, se integró diferentes conceptos de las áreas transversales que conforma el enfoque STEAM y conceptos fundamentales de luz, sombra en las fotos y los ángulos, ya que están presentes en la temática seleccionada, como lo representa la figura 4.



Figura 4. Desarrollo de la demostración.

3. **Aplicación:** Se trabajo de forma colaborativa conformando grupos de 2 a 3 integrantes de libre elección, cada equipo elaboro su modelo en tercera dimensión de objetos funcionales entre los cuales se destacó pocillos tinteros, llaveros, joyeros y réplicas alusivos a los atractivos turísticos del municipio de Monguí, aplicaron conceptos de las diferentes asignaturas que conforman el enfoque STEAM, programación por bloques Tinkercad y aspectos como la creatividad, la funcionalidad y la estética, con relación al color, coordenadas en grados, distancias en milímetros como se aprecia en la figura 5.

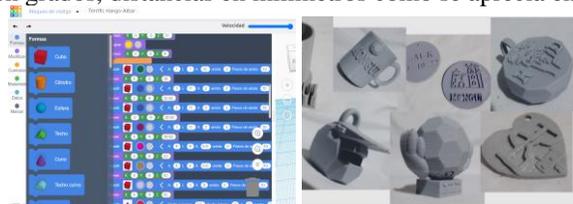


Figura 5. Diseños de objetos funcionales en programación por bloques.

En esta etapa se verifica el aprendizaje de los estudiantes, a través de una evaluación que permite conocer el avance del aprendizaje y que tan positivo a resultado, así lo explican Battaglia, N., Neil, C., De Vincenzi, M., Maldonado, C., Oliva, F., Lomoro, J., & Maffei, F. (2022), hacerle seguimiento a los proyectos desarrollados mediante rubricas proporcionadas por los profesores de las áreas STEAM, cada aspecto se valoro de forma cuantitativa con valores entre 1 y 5 donde uno es menor y 5 mayor.

4. *Integración:* Los estudiantes demostraron su nuevo conocimiento al socializar los diferentes proyectos para la promoción de los atractivos turísticos al dar a conocer sus ideas diseñadas e impresas en 3D como se observa en la figura 6.



Figura 6. Socialización de proyectos para la promoción de los atractivos turísticos de Monguí.

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

Al analizar la información obtenida del cuestionario previo que mide el nivel de conocimiento de los estudiantes de los grados octavo y noveno con relación al manejo y utilización de las herramientas tecnológicas Tinkercad, Moodle, GeoGebra, como también de conocimientos que debían tomarse para la construcción de objetos 3D, se observa que en el grado octavo el 52% de los estudiantes no conocen ni han utilizado las herramientas tecnológicas, mientras que el 38% ha manejado poco las herramientas tecnológicas y el 10% tienen algún conocimiento. En el grado noveno el 53% de la población objeto de estudio tampoco han utilizado las herramientas, el 24% tienen poco manejo y un 23% tienen un nivel de conocimiento. como se observa en la figura 7.



Figura 7. Resultados de cuestionario previo para grado Octavo y Noveno.

De igual manera, para conocer la opinión de los estudiantes se aplicó una entrevista semiestructurada que recogió las opiniones de los estudiantes con respecto a la experiencia vivida a lo largo del desarrollo del proyecto, quienes expresaron que les pareció una actividad muy creativa, divertida, diferente y sintieron motivados en aprender al darle solución a problemas del contexto.

Al desarrollar las guías los estudiantes incorporaron conceptos relacionados con la asignatura del enfoque STEAM de las asignaturas: ciencias sociales con temas de historia de cada uno de los atractivos turísticos, tecnología manejo y uso de las herramientas tecnológicas, en ingeniería el manejo del pensamiento lógico a través del diseño por bloques, matemáticas el manejo de ángulos e imágenes panorámicas que dan a conocer la realidad del sitio turístico y por último el arte de la fotografía con relación a los efectos de la luz, sombra.

En cuanto a la evaluación de los proyectos finales se evaluaron aspectos como ítems de tipo cuantitativo como fueron: Diseño todos los estudiantes obtuvieron un puntaje de 5, los profesores argumentaron que todos los proyectos cumplieron con los parámetros de funcionalidad, contenido la puntuación de 4.8, expresión oral una puntuación de 4 dado que los estudiantes no tienen experiencia en socialización de proyectos, uso de herramientas tecnológicas puntuación de 4.8 y la pertinencia con un

puntaje 4.8, lo que deja ver que los proyectos cumplieron en alto grado los criterios de evaluación establecidos ver figura 8.

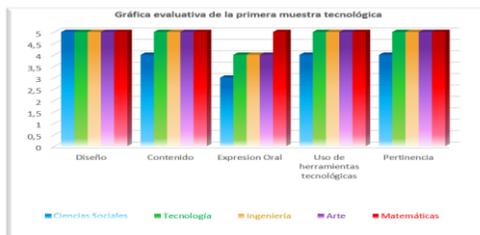


figura 8, Resultados del formato de evaluación de profesores de las áreas STEAM

### Conclusiones

Al incorporar el enfoque STEAM ayudo a la distribución de los contenidos que se abordaron en las guías de forma transversal siguiendo las fases de la metodología del diseño instruccional de 4 puertas, además, los estudiantes mejoraron la experiencia dentro de las clases, despertaron interés hacia las nuevas tecnologías por medio de creación de material audio visual de 360°, se sintieron motivados al desarrollar actividades de forma autónoma y divertida para la promoción del turismo y potenciar el emprendimiento, Vital-Rumebe, G., Ontiveros-Moreno, I. L., Guerra-Rojas, C. G., & Gutiérrez-Rocha, A. (2021).

### Recomendaciones

El proyecto tuvo una excelente y las directivas de la institución resaltaron la necesidad de extender la estrategia en los diferentes cursos, modificar el plan de área de tecnología e informática y capacitar a los docentes frente a la implementación del enfoque STEAM para la promoción del turismo y en el diseño de material educativo interactivo, que permita motivar a los estudiantes a seguir con su proceso de aprendizaje.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar Feijoo, R. M. (2004). La guía didáctica, un material educativo para promover el aprendizaje autónomo. Evaluación y mejoramiento de su calidad en la modalidad abierta ya distancia de la UTPL.
- Battaglia, N., Neil, C., De Vincenzi, M., Maldonado, C., Oliva, F., Lomoro, J., & Maffei, F. (2022). Desarrollo y evaluación de competencias en la ingeniería de software en un entorno virtual de aprendizaje colaborativo. In *XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2022, Mendoza)*.
- Branda, L. (1994). Preparación de objetivos de aprendizaje. *McMaster University. Canda*.
- Espinosa, J. B. (2018). *Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Educación Colombia
- Fortoul Zea, M. C. (2014). Estudio para la conservación y protección del patrimonio cultural del centro histórico de Monguí.
- García, J. G. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*.
- Góngora Parra, Y., & Martínez Leyet, O. L. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-hill.
- Landa-Durán, P., Vargas Flores, J. D. J., & García-Pacheco, Á. F. (2011). APORTACIONES DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL A LA FORMACIÓN DE PSICÓLOGOS CLÍNICOS. *Revista Electrónica de Psicología Izacala*, 14(4).
- Martínez Silva, R., & Vásquez González, L. (2021). Uso de preguntas detonadoras como eje conductor del proceso de aprendizaje. *Revista Mexicana De Bachillerato a Distancia*, 13(26).
- Merrill, MD (2001). Componentes de la instrucción hacia una herramienta teórica para el diseño instruccional. *Ciencias de la instrucción*, 29 (4), 291-310.
- Organización Colparques (2022). <http://www.colparques.net/OCETA>

Rodríguez Villamil, C. E., Gutiérrez González, S. M., & Rodríguez, A. L. (2019). Memorias de oficio: Trabajo en cuero Monguí Boyacá.

Vital-Rumebe, G., Ontiveros-Moreno, I. L., Guerra-Rojas, C. G., & Gutiérrez-Rocha, A. (2021). Video learning: aprendizaje y educación a través de medios audiovisuales, desde una perspectiva histórica y contemporánea. *OPENAIRE*.

Yakman, G. (2010). ¿Cuál es el objetivo de STE@ M? –Una breve descripción general. *Steam: un marco para la enseñanza en todas las disciplinas. Educación VAPOR*, 7.

Zapata, M. (2013). El diseño instruccional de los MOOCs y el de los nuevos cursos online abiertos personalizados (POOCs).

# Formación Científica en Estudiantes de Medicina a partir de un Caso Clínico Teórico de Encefalitis por Virus del Herpes Simple Tipo 1 (HSV-1) por la Función Deficiente de los Receptores TLR3

e. MCP. Diana Itzel Guerra Jiménez<sup>1</sup>, e. MCP. Edson Fabrizzio Castro Velázquez<sup>2</sup>, e. MCP. Efrén Arfaxad Gómez Galindo<sup>3</sup>, e. MCP. Hilda Paola Ledezma Verdeja<sup>4</sup> y Dr. en C. Alvaro Jovanny Tovar Cuevas<sup>5</sup>

**Resumen**—La formación médica de estos tiempos demanda médicos que tengan un juicio riguroso basado en la formación científica. Con el presente trabajo de investigación a partir de un caso clínico teórico de encefalitis por el virus del herpes simple tipo 1 (HSV-1) se desarrolló una investigación para determinar un diagnóstico definitivo. Se realizó un estudio de tipo descriptivo observacional por una revisión sistemática de artículos indexados en bases de datos para determinar un diagnóstico final. El TLR3 detecta al HSV-1, no obstante mutaciones en los genes de regulación de la señalización como *UNC93B1* resultan en la pérdida casi completa de la función del mismo receptor. Algunos reportes científicos evidencian que la mutación se asocia con la encefalitis por herpes simple. La investigación de trabajos científicos reportados permitió determinar el correcto diagnóstico y poder discernir entre diversas patologías que podrían estar relacionadas con la encefalitis infantil por HSV-1.

**Palabras clave**—HSV-1, encefalitis, UNC93B1, TLR3.

## Introducción

La encefalitis se puede definir como la inflamación del parénquima cerebral con una consecuente alteración neurológica, y puede darse por causas infecciosas, postinfecciosas y no infecciosas (Bradshaw & Venkatesan, 2016). La encefalitis por herpes simple es la causa más frecuente de encefalopatía viral y se calcula una incidencia mundial de uno a tres casos por cada millón de individuos (Roberts, et al. 2020).

Según Roberts, et al. (2020), el herpes simple tipo 1 es un virus de DNA bicatenario neurotrópico común, su naturaleza para generar, mediante la replicación viral, subproductos de RNA de doble cadena, permite que los receptores TLR3 lo reconozcan. La encefalitis por el virus del herpes simple tipo 1 clásicamente se presenta con una combinación de estado mental alterado, fiebre y déficits neurológicos focales. Las convulsiones ocurren frecuentemente y los estudios de rutina a menudo revelan pleocitosis en el LCR junto con anomalías focales en la resonancia magnética nuclear (RMN) y la EEG en el cerebro.

Cada vez hay más evidencia que indica que los efectos acumulativos de las infecciones cerebrales ‘leves’ repetidas por el HSV-1 pueden provocar daños neuronales similares a los que se encuentran en los trastornos neurodegenerativos como la enfermedad de Alzheimer (Marcocci, et al. 2020). A pesar de ser una complicación rara y potencialmente mortal, la encefalopatía por herpes simple es la consecuencia clínica más común relacionada con una deficiencia en la expresión de TLR3, producto de una infección primaria (Lim, et al., 2014).

El sistema inmune innato es la primera línea de defensa contra patógenos infecciosos al detectar estructuras moleculares bien conservadas o ligandos endógenos. Al detectar el patógeno se inducen una variedad de señales de cascadas corriente abajo, entre las que se encuentran las vías del factor  $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B), interferón tipo I (IFN) y señalización del inflammasoma, que llevan a la producción de citocinas y quimiocinas antivirales o proinflamatorias correspondientes (Duan, Du, Xing, Wang & Wang, 2022).

Los receptores tipo Toll (TLRs) son una familia de PRR, los cuales llevan a cabo funciones importantes en la respuesta inmune contra infecciones y daño celular. Son glicoproteínas intramembrana tipo I, que se caracterizan por contar con dominios extracelulares con el número variable de motivos repetidos ricos en leucina (LRR), un dominio transmembrana y un Toll/dominio de homología del receptor de interleucina 1 (TIR). Se han identificado 10 miembros de la familia de TLR en humanos (TLR1-TLR10). Los TLRs podemos localizarlos en la membrana plasmática, como por ejemplo TLR1, TLR2, TLR4, TLR5, TLR6 y TLR11; o bien, se pueden situar en endosomas,

<sup>1</sup> La e. MCP. Diana Itzel Guerra Jiménez es estudiante de la carrera Médico Cirujano y Partero de la Universidad de Guadalajara, Tonalá, Jalisco, México.

<sup>2</sup> El e. MCP. Edson Fabrizzio Castro Velázquez es estudiante de la carrera Médico Cirujano y Partero de la Universidad de Guadalajara, Tonalá, Jalisco, México.

<sup>3</sup> El e. MCP. Efrén Arfaxad Gómez Galindo es estudiante de la carrera Médico Cirujano y Partero de la Universidad de Guadalajara, Tonalá, Jalisco, México.

<sup>4</sup> La e. MCP. Hilda Paola Ledezma Verdeja es estudiante de la carrera Médico Cirujano y Partero de la Universidad de Guadalajara, Tonalá, Jalisco, México.

<sup>5</sup> El Dr. en C. Alvaro Jovanny Tovar Cuevas es Profesor de Inmunología de la Carrera de Médico Cirujano y Partero de la Universidad de Guadalajara, Tonalá, Jalisco, México.

retículo endoplasmático, lisosomas o endolisosomas, tales como TLR3, TLR7, TLR8 y TLR9 (Aluri, Cooper & Schuettpelez, 2021).

Los TLR de superficie de membrana se encargan del reconocimiento de componentes de membrana microbianos para inducir una respuesta inflamatoria. En cambio, los TLR intracelulares reconocen principalmente ácidos nucleicos derivados de virus o bacterias e inducen respuestas inflamatorias y de INF-I (Duan et al., 2022).

Al reconocer las macromoléculas microbianas o los antígenos propios del huésped, los receptores Toll (TLR), y sus ligandos corrientes abajo, tienen una notable función en la activación de la respuesta del sistema inmune; esto es especialmente observable en los pacientes que tienen inmunodeficiencias primarias que afectan la señalización TLR (Maglione, Simchoni & Cunningham-Rundles, 2015). Según Mortaz *et al.* (2017), existen patologías en las que los defectos de IRAK-4 y MyD88, que afectan la señalización a través de IL-1, TLR1, TLR2, TLR5, TLR6, TLR7, TLR8, TLR9, TLR10 y de la proteína adaptadora de dominio TIR (TIRAP), conducen a la susceptibilidad ante infecciones bacterianas, mientras que hay mutaciones de NF- $\kappa$ B y otros mediadores de la señalización corriente abajo que inducen a una susceptibilidad más amplia a bacterias, virus y hongos. Maglione, Simchoni & Cunningham-Rundles (2015), indican que se han reportado defectos en la señalización de TLR3, que no utiliza MyD88, los cuales incluyen los defectos genéticos de TLR3, UNC9B1, y que son específicos para la susceptibilidad a la encefalitis por el virus del herpes simple tipo 1. Las vías de señalización de los TLR se muestran en la figura 1.

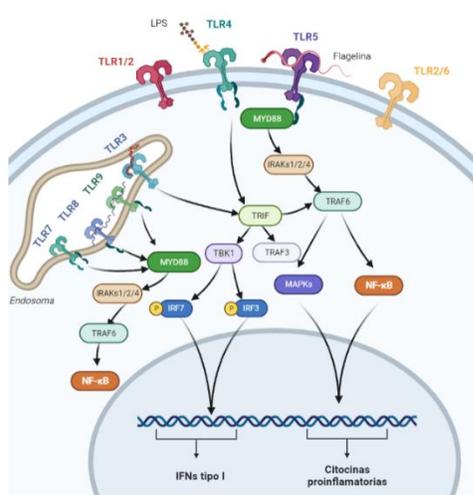


Figura 1. Representación esquemática de las vías de señalización de TLR. Creado en BioRender.com

Es fundamental conocer el proceso fisiopatológico que efectúa el HSV-1 dentro del organismo. Marcocci, et al. (2020) describen que el HSV-1 establece latencia preferentemente en las neuronas sensoriales de los ganglios periféricos, una vez que el virus fue inducido a la reactivación, este se propaga y luego se replica activamente en el sitio de infección primaria. Las partículas virales reactivadas pueden llegar al cerebro y causar una forma rara pero grave de infección aguda, encefalitis por herpes simple.

### Descripción del Método

El objetivo de este trabajo fue el fortalecer la formación de estudiantes de medicina en el campo científico mediante el análisis e investigación de un caso clínico teórico de encefalitis por herpes simple tipo 1 de función deficiente de receptores TLR3 para la determinación de los diagnósticos diferenciales y definitivos con argumento científico. Siendo la pregunta de investigación; ¿De qué manera están implicados los TLR3 en el desarrollo de encefalitis por HSV-1?

Se investiga un caso clínico teórico (Geha & Notarangelo, 2016) de encefalitis por herpes virus simple tipo 1 en un paciente femenino de 5 años, cuyos datos más importantes de su historia clínica son los siguientes:

Nació a término sin complicaciones, ambos padres son provenientes de la Guayana Francesa. A los 6 meses de edad presenta fiebre alta de 39.7 C, vómitos y convulsiones mioclónicas derechas. En emergencias es tratada con diazepam. El día 3, el electroencefalograma mostró pico-ondas en el lóbulo temporal izquierdo. La resonancia magnética nuclear (RMN) mostró hiperintensidad de la señal en el lóbulo temporal izquierdo. En los análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR) sugirió meningoencefalitis viral. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) del LCR dio positivo para el ácido desoxirribonucleico (DNA) de HSV-1. Se le administró como tratamiento aciclovir intravenoso durante 3 semanas. A los tres años y cuatro meses, vuelve a presentar fiebre alta de 39.4°C, convulsiones

tónico-clónicas del lado derecho, parálisis braquifacial y fotofobia. En el análisis de LCR se mostró recurrencia de meningoencefalitis viral. La PCR del LCR dio positivo para el DNA de HSV-1. La RMN mostró lesión en el lóbulo parietal izquierdo y en el tálamo izquierdo. Como tratamiento se le administró aciclovir intravenoso durante 3 semanas. Además, las pruebas genéticas mostraron una delección homocigota de un solo nucleótido en el exón 1 del gen UNC93B. A los 5 años, la paciente mantiene la parálisis de la cara y el brazo derecho. Sin embargo, no ha sufrido otros episodios de infección viral grave.

### *Diagnósticos diferenciales*

#### Encefalopatía séptica.

La encefalopatía asociada a sepsis (EAS) se define como la disfunción cerebral que no es causada por una infección específica del sistema nervioso central (SNC), esta se manifiesta clínicamente como un trastorno de la conciencia, con cambios en la percepción y delirio, y más raramente como convulsiones, temblores, asterixis o mioclonías (De Araújo et al., 2022). Por otro lado, Mazeraud et al., (2020) han reportado que el SNC es uno de los primeros órganos afectados por la sepsis, y su manifestación clínica es la EAS. La sepsis puede ser provocada por diversos agentes y resulta difícil de tratar ya que las respuestas inmunitarias innatas alteradas y la insuficiencia orgánica se consideran la principal causa de malos resultados (Ren et al., 2020).

El mecanismo de fisiopatología de la EAS es similar al que presenta la encefalitis por HSV-1. A nivel celular, debido al control homeostático del SNC que realiza la neuroglía, la inflamación sistémica viola las funciones del cerebro y afecta tanto a las neuronas como a la propia neuroglía, que proporciona una contribución crítica a la reactividad inmunitaria del tejido nervioso ante el daño inflamatorio y en EAS (Shulyatnikova & Verkhatsky, 2020). El determinante principal para no contemplar EAS como diagnóstico en el caso clínico fue la causa que la desencadena. Este síndrome clínico de disfunción cerebral se desarrolla en una sepsis sin lesión infecciosa directa al tejido. En cambio, la encefalitis por HSV-1 se presenta como una infección latente en las neuronas del sistema nervioso (Marcocci, et al. 2020).

#### Meningoencefalitis por dengue.

En Jamaica, Brasil y Vietnam se reportaron encefalitis virales cuyo origen era la afección del sistema nervioso por el virus dengue transmitido por la picadura de un mosquito (Araújo et al., 2012). Por el origen geográfico del paciente se sospecha de enfermedad transmitida por vector propia de las zonas con bosques tropicales de Sudamérica. Arishi et al. (2020), reportan un caso de un paciente femenino en Arabia Saudita con meningoencefalitis pediátrica por dengue virus serotipo 2 confirmada por el análisis de líquido cefalorraquídeo, describiendo, con notable similitud respecto a la paciente francoguayanesa, un cuadro febril, convulsiones focales y dolor en la zona temporal. Aun encontrando manifestaciones comunes, como la fotofobia y la presentación de cuadros convulsivos acompañados de vómitos, hubo signos como la rigidez de nuca o el signo de kernig positivo que no coincidieron con el presente caso. Es importante añadir que no se reportó daño neurológico tras la infección por dengue en la niña saudí, contrario a la parálisis braquifacial derecha propia de los ataques virales en de la paciente del presente caso.

#### Virus de la varicela zóster.

El virus de la varicela zóster (VZV) es uno de los tipos considerados neurotrópicos de la familia Herpesviridae. Es morfológicamente igual al virus del herpes simple y es transmitido de persona a persona. Tiene la capacidad de expresar infecciones que no logran una curación biológica durante la vida del hospedero y tienen la capacidad de expresarse de manera latente con reactivación (Lancheros Pineda & Bernal-Pacheco, 2021).

Se puede manifestar clínicamente con cuadros de vasculopatías, encefalitis, meningitis, cerebelitis, parálisis de los nervios faciales, mielitis, incluso el síndrome de Ramsay Hunt. En ausencia de zóster, HSV y VZV pueden ser clínicamente indistinguibles. La causa y el mecanismo de reactivación de este último no son claros, pero el herpes zóster es asociado con una baja anterior de la inmunidad celular al VZV. El zóster suele presentarse con una erupción vesicular en la cara, cabeza o tronco, incluso en extremidades. Debido a que no se observó presencia de zóster en el caso clínico presentado, se eliminó al VZV del diagnóstico final. Además, basándonos en el caso clínico de Nassar Tobón et al. (2020), donde la paciente sufre de síndrome de Ramsay Hunt, dicho síndrome es frecuente cuando se presenta el VZV. La paciente de nuestro caso no presentaba ningún signo relacionado, situación que consideramos como parámetro para descartar el VZV.

#### Encefalitis por enterovirus A 71.

Los enterovirus (EV) son virus RNA monocatenarios pertenecientes al género Picornaviridae (Macaya & Felipe-Rucián, 2017) y son la causa más frecuente de encefalitis en el recién nacido (Fierro, Nájera, Cáceres, Acebo & Espinosa, 2018). Entre los diversos enterovirus no poliovirus asociados frecuentemente con compromiso del SNC están los enterovirus 71 (Banfi, 2003). La infección sintomática por EV71 comprende 4 estadios: EBMP/herpangina, afectación del sistema nervioso central, fallo cardiopulmonar y convalecencia. Las presentaciones típicas son rombencefalitis con/sin mielitis u, ocasionalmente, mielitis pura (parálisis flácida aguda) (Macaya & Felipe-Rucián, 2017).

La encefalitis causada por enterovirus es usualmente un cuadro bien definido y cuando se presenta con signos precisos de focalización neurológica, no difiere mayormente en sus manifestaciones de la encefalitis herpética; sin embargo, hay manifestaciones como las cutáneas o la miocarditis que pueden orientar el diagnóstico etiológico inicialmente. El diagnóstico específico es complejo ya que el cultivo de LCR es positivo en un bajo porcentaje debido a una escasa carga viral (Banfi, 2003). Al compararlo con el caso, pudimos descartar la encefalitis por EV A71 como diagnóstico ya que, a pesar de las manifestaciones típicas de la encefalitis y las mioclonías, no se presentan manifestaciones cutáneas ni cardíacas, sumado a esto, la carga viral del LCR fue alta.

### *Diagnóstico final*

#### Encefalitis por Virus del Herpes Simple 1 (HSV-1).

El HSV-1 es uno de los ocho virus del herpes humano que se compone de ADN de doble cadena que se adaptan bien a la infección humana, ya que establecen una infección de por vida, rara vez causan la muerte del huésped y se propaga fácilmente entre individuos (Bradshaw & Venkatesan, 2016). Las glucoproteínas que rodean el material genético son responsables de la unión y la penetración en las células, además de provocar la respuesta inmunitaria en el huésped (Pinninti & Kimberlin, 2018).

El HSV-1 se suele transmitir mediante mecanismos ampliamente identificados, Bradshaw & Venkatesan, (2016) describen que se transmite principalmente por contacto íntimo entre individuos infectados y susceptibles, a través de las membranas mucosas o la piel dañada. La infección primaria generalmente ocurre en la infancia. Después de la infección primaria de las células epiteliales, el virus se vuelve latente en las neuronas del sistema nervioso periférico (SNP) y puede reactivarse periódicamente dando como resultado episodios clínicos o subclínicos recurrentes durante toda la vida (Marcocci, et al. 2020). Se muestra una representación de la infección y latencia por HSV-1 en la figura 2.

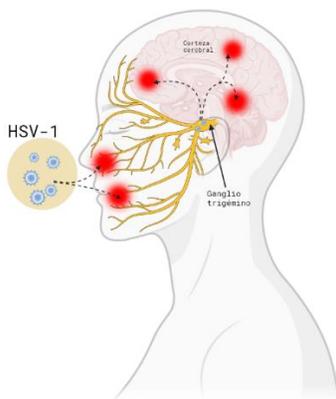


Figura 2. Representación de la infección y latencia por HSV-1. Creado en BioRnder.com

Se reconoce al TLR3 por su papel esencial en el reconocimiento de ARN de doble cadena, un subproducto producido durante la replicación viral de la mayoría de virus, entre los que se incluye el HSV-1. Una alteración de este receptor, que dificulte el reconocimiento del ARN viral, provoca diversas dificultades en la respuesta inmune, la consecuencia clínica más común de la deficiencia de TLR3 en humanos es la encefalitis por herpes simple infantil (HSE). La HSE infantil es una complicación rara y potencialmente mortal de la infección primaria por HSV-1. HSE es la forma más común de encefalitis viral esporádica en los países occidentales (Lim et al., 2014).

Cuando existe infección por HSV-1, la célula huésped monta una primera línea de defensa eficaz. TLR3 activado provoca una cascada de señalización que conduce a la producción de IFN, esencial para iniciar la respuesta inmune adaptativa. La respuesta antiviral protectora en el cerebro depende de la producción, mediada por TLR3, de IFN- $\alpha$ , - $\beta$ , - $\lambda$ , - $\gamma$ , que provoca la síntesis de citocinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), la interleucina 1 beta (IL-1 $\beta$ ), la interleucina 6 (IL-6), la interleucina 8 (IL-8), las quimiocinas (quimiocina

(motivo CC) ligando 5 (CCL-5); quimiocina (motivo CXC) ligando 10 (CXCL10)) y otras moléculas, como la 2'-5'-oligoadenilato sintetasa (2',5'OAS). Estas juegan un papel crucial en la limitación de la propagación del virus. El deterioro de la producción de IFN en las células infectadas da como resultado una mayor replicación del virus y muerte celular, lo que probablemente sea responsable de los signos clínicos de HSE (Mielcarska, Bossowska-Nowicka, Toka, 2018).

Lim et al. (2014), describen que la patogenia de la HSE no había sido del todo clara, sin embargo, recientemente se ha demostrado que HSE puede resultar de errores congénitos de un solo gen de la inmunidad mediada por TLR3 en algunos niños, con mutaciones homocigotas o heterocigotas de un gen de la vía TLR3 (TLR3, UNC93B1, TRIF, TRAF3 y TBK1). Las pruebas genéticas realizadas a la paciente que se presenta en el caso clínico revelaron una delección homocigota de un solo nucleótido en el exón 1 del gen UNC93B1, un indicativo claro para descartar otros diagnósticos diferenciales.

Para concluir podemos confirmar el diagnóstico ya que la paciente presenta, el criterio mayor y todos los criterios menores para el diagnóstico de encefalitis de etiología infecciosa presentados en el cuadro 1.

Criterios diagnósticos de encefalitis infecciosa	
Encefalopatía (Alteración del nivel de conciencia >24 h, incluye somnolencia, y/o cambios conductuales).	Dos o más de los siguientes:
	Fiebre o historia de fiebre
	Crisis epilépticas o signos neurológicos focales.
	Pleocitosis del líquido cefalorraquídeo (LCR) (>4 cel/ $\mu$ L)
	EEG sugerente de encefalitis (enlentecimientos inespecíficos, ondas periódicas, actividad epileptiforme) que no se atribuya a otra causa.
Alteraciones de las neuroimágenes sugerentes de encefalitis (anormalidades del parénquima cerebral de inicio reciente).	

Cuadro 1. Criterios diagnósticos de encefalitis infecciosa. Modificado de Collao-Parra et al., (2018).

### Comentarios finales

En este trabajo de investigación se buscó determinar la causa específica y comprender la fisiopatología de la encefalitis por HSV-1 a partir de un caso clínico reportado previamente en la literatura. La revisión de diversos artículos indexados permitió realizar un análisis entre distintas patologías con signos y síntomas similares, y con ello orientar las causas clínicas reportadas en el paciente hacia el agente principal. Los resultados de la investigación demuestran la importancia de saber identificar los principales criterios diagnósticos, así como aplicar estos hacia causas más específicas como la delección de un solo nucleótido del gen UNC93B1, el cual interfiere con la vía de señalización de TLR3. Las futuras investigaciones y alternativas de tratamiento respecto a esta patología se necesitan enfocar en este y otros genes que interfieran con la respuesta inmune ante virus como HSV-1.

### Referencias

- Aluri, J., Cooper, M. A. & Schuettpelz, L. G. (2021). Toll-Like Receptor Signaling in the Establishment and Function of the Immune System. *Cells*, 10(6), 1374. <https://doi.org/10.3390/cells10061374>
- Araújo, F., Nogueira, R., Araújo, M. de S., Perdigão, A., Cavalcanti, L., Brilhante, R., Rocha, M., Vilar, D. F., Holanda, S. S., Braga, D. de M. & Sidrim, J. (2012). Dengue in patients with central nervous system manifestations, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, 18(4), 677-9. doi: 10.3201/eid1804.111552.
- Arishi, H. M., Aqeel, A. A., Al najmi Muneerah I., Khawaji, T. K., Al guridi Hassan I., Mashhour, A. H. & Eisa, Z. M. (2020). Dengue Meningoencephalitis in a Child presenting with Focal seizures. *International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine*. doi:10.1016/j.ijpam.2020.01.007
- Banfi, P. A. (2003). Encefalitis: ¿cuáles y cómo tratar?. *Revista chilena de infectología*, 20(Supl. 1), 28-33. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182003020100004>
- Bradshaw, M. J. & Venkatesan, A. (2016). Herpes Simplex Virus-1 Encephalitis in Adults: Pathophysiology, Diagnosis, and Management. *Neurotherapeutics*. 13(3), 493-508. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4965403/pdf/13311\\_2016\\_Article\\_433.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4965403/pdf/13311_2016_Article_433.pdf)
- Collao-Parra, J. P., Romero-Urra, C. & Delgado-Derío, C. (2018). Autoimmune encephalitis. A review. *Revista médica de Chile*, 146(3), 351-361. <https://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000300351>

- De Araújo, B. E. S., da Silva Fontana, R., de Magalhães-Barbosa, M. C., Lima-Setta, F., Paravidino, V. B., Riveiro, P. M., Pulcheri, L. B., Dos Santos Salú, M., Genuíno-Oliveira, M. B., Robaina, J. R., Da Cunha, A. J. L. A., Cruz, F. F., Rocco, P. R. M., Bozza, F. A., De Castro-Faria-Neto, H. C., & Prata-Barbosa, A. (2022). Clinical features, electroencephalogram, and biomarkers in pediatric sepsis-associated encephalopathy. *Scientific Reports*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14853-z>
- Duan, T., Du, Y., Xing, C., Wang, H. Y. & Wang, R. F. (2022). Toll-Like Receptor Signaling and Its Role in Cell-Mediated Immunity. *Frontiers in Immunology*, 13, 812774. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.812774>
- Fierro, M. J., Nájera, A., Cáceres, F., Acebo, J. & Espinosa, N. (2018). Encefalitis por enterovirus: análisis clínico y paraclínico en pacientes pediátricos de un hospital de tercer nivel en Quito-Ecuador. *Metro Ciencia*, 26(1), 12-15. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/981557/encefalitis.pdf>
- Geha, R. & Notarangelo, L. (2016). Recurrent herpes simplex encephalitis . In C. Simpson, K. Laurentiev, & N. Wolfe (Eds.), *Case studies in immunology. A clinical companion* (7th ed., pp. 163–166). Garland Science, Taylor & Francis Group, LLC.
- Lancheros Pineda, L. & Bernal-Pacheco, O. (2021). Manifestaciones neurológicas del herpes virus simple y varicela zóster. *Acta Neurológica Colombiana*, 37(1). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-87482021000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87482021000200001)
- Lim, H. K., Seppanen, M., Hautala, T., Ciancanelli, M. J., Itan, Y., Lafaille, F. G. & Zhang, S. Y. (2014). TLR3 deficiency in herpes simplex encephalitis: High allelic heterogeneity and recurrence risk. *Neurology*, 83(21), 1888–1897. doi:10.1212/wnl.0000000000000999
- Macaya, A. & Felipe-Rucián, A. (2017). Enterovirus y complicaciones neurológicas. *Anales de pediatría*, 86(3), 107-109. [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://medes.com/publication/118812&ved=2ahUKEwir\\_OSQx8r7AhX2M0QIHRoS DhgQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw0jPzRIZxersu4i1adL1CoW](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://medes.com/publication/118812&ved=2ahUKEwir_OSQx8r7AhX2M0QIHRoS DhgQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw0jPzRIZxersu4i1adL1CoW)
- Maglione, P. J., Simchoni, N. & Cunningham-Rundles, C. (2015). Toll-like receptor signaling in primary immune deficiencies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1356(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/nyas.12763>
- Marcocci, M. A., Napoletani, G., Protto, V., Kolesova, O., Piacentini, R., Donatella, D., Lomonte, P., Grassi, C., Palamara, A. T. & De Chiara, G. (2020). Herpes Simplex Virus-1 in the Brain: The Dark Side of a Sneaky Infection. *Trends in Microbiology: Cell Press Review*, 28(10). <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.03.003>
- Mazeraud, A., Righy, C., Bouchereau, E., Benghanem, S., Bozza, F. A. & Sharshar, T. (2020). Septic-Associated Encephalopathy: a Comprehensive Review. *Neurotherapeutics*, 17(2), 392–403. <https://doi.org/10.1007/s13311-020-00862-1>
- Mielcarska, M. B., Bossowska-Nowicka, M. & Toka, F. N. (2018). Functional failure of TLR3 and its signaling components contribute to herpes simplex encephalitis. *Journal of Neuroimmunology*, (316), 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2017.12.011>
- Mortaz, E., Adcock, A., Tabarsi, P., Darazam, I., Movassaghi, M., Garssen, J., Jamaatih & Velayati, A. (2017). Pattern recognitions receptors in immunodeficiency disorders. *European Journal of Pharmacology*, 808, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2017.01.014>
- Nassar Tobón, A. C., León Rivera, L. A., Rivera Rojas, N. J. & Pulido Correa, M. A. (2020). Virus de Varicela zóster y sus múltiples espectros clínicos. A propósito de un reporte de caso. *Revista Cuarzo*, 26(1), 28-35. <https://revistas.juancorpas.edu.co/index.php/cuarzo/article/view/492/440>
- Pinninti, S. G., & Kimberlin, D. W. (2018). Neonatal herpes simplex virus infections. *Seminars in perinatology*, 42(3), 168–175. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2018.02.004>
- Ren, C., Yao, R. Q., Zhang, H., Feng, Y. W. & Yao, Y. M. (2020). Sepsis-associated encephalopathy: A vicious cycle of immunosuppression. *Journal of Neuroinflammation*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-1701-3>
- Roberts, J. I., Jewett, A. E., Tellier, R., Couillard, P. & Peters, S. (2020). Twice Negative PCR in a Patient With Herpes Simplex Virus Type 1 (HSV-1) Encephalitis. *The Neurohospitalist*, 11(1), 66-70. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1941874420943031>
- Shulyatnikova, T. & Verkhratsky, A. (2020). Astroglia in Sepsis Associated Encephalopathy. *Neurochemical Research*, 45(1), 83–99. <https://doi.org/10.1007/s11064-019-02743-2>

# El Desarrollo de Competencias Profesionales de los Ingenieros Agrónomos en Producción a partir del Desarrollo de Estancias Académicas

Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán<sup>1\*</sup>; Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona<sup>2</sup>; M. en Ed. Alfredo Medina García<sup>3</sup>; Dr. en C. y A.D. Jorge Eduardo Zarur Cortés<sup>4</sup>.

**Resumen:** La Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción es una carrera que solamente se ofrece en el Centro Universitario UAEM Zumpango que es un organismo académico de la Universidad Autónoma del Estado de México y desde 1987 se ha preocupado en ofrecer una educación de calidad y ofrecer al mercado laboral, profesionistas del área de las Ciencias Agropecuarias, con conocimientos, habilidades y destrezas que solicita la profesión, para lograr estos objetivos los alumnos de esta licenciatura en el decimo periodo que es el último de su trayectoria ideal de cinco años, se insertan al campo laboral a partir de la Estancia Académica que es una unidad de aprendizaje, que evalúa el desempeño de los estudiantes desde organizar, ejecutar, dirigir, controlar y evaluar los procesos tecnológicos que se realizan en las unidades de producción y de esta manera tener una formación integral en las instituciones de orden Federal, Estatal, Municipal y de Iniciativa Privada y sea una oportunidad de quedarse a laborar en dichas dependencias.

**Palabras clave:** Desarrollo, Competencias, Ingenieros, Agrónomos, Estancias.

## Introducción

El desarrollo de las competencias y habilidades requeridas en el campo laboral para el Ingeniero Agrónomo en Producción es uno de los grandes retos que tienen las Universidades que ofrecen carreras del área de las Ciencias Agropecuarias, y que es uno de tantos a tratar en los perfiles de egreso, que deben llevar a todo profesionista de la agronomía una formación integral, por lo que hace necesario que toda Institución de Educación Superior realiza modificaciones, reestructuraciones de sus programas de estudio con la finalidad de cumplir con el perfil de egreso, así como actividades extracurriculares que le permitan realizar actividades donde puedan desarrollar sus habilidades y destrezas y más aún la generación de conocimiento de manera integral para la resolución de problemáticas reales que viven los agricultores y que les permita de una mejor manera su integración al campo laboral.

Las Universidades de Educación Superior Agrícola presentan una gran dinámica en sus funciones sustantivas con la misión de responder a las necesidades de una sociedad en constante crecimiento y desarrollo de demandas por las innovaciones tecnológicas y ambientales, hacia una nueva cultura que va hacia cuidar el medio y realizar consumos necesarios, por lo que la formación de recursos humanos que deben respuesta a estas exigencias hace necesario que el Ingeniero Agrónomo en Producción debe ser el profesionista que posea la sensibilidad necesaria para integrar la problemática del campo (Limitaciones y potencialidades), ya que debe contar con conocimientos técnicos y científicos necesarios para transformar positivamente los sistemas de producción actuales, porque debe de aplicar el método científico y la capacidad de difundir los cambios tecnológicos y asesorar a los productores en los problemas que afrontan y debe constituir el promotor de cambio, por lo que debe identificar, acceder y manejar fuentes de información, así formular proyectos, desarrollarlos y presentar propuestas de solución a partir del desarrollo de Estancias Académicas por un tiempo de 6 meses en dependencias del sector publico o privado antes de insertarse al campo laboral.

Este trabajo, consiste en realizar un análisis de la Estancia en la formación integradora del conocimiento con la práctica del Ingeniero Agrónomo en Producción antes del Campo laboral, misma que presenta el Programa de Estudios de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, en su versión Flexible 2004 aprobada por el Consejo Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de México, con sede en el Centro Universitario

---

<sup>1</sup> Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán. Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario UAEM Zumpango, [jlgutierrezl@uaemex.mx](mailto:jlgutierrezl@uaemex.mx).

<sup>2</sup> Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona. Profesora de Tiempo Completo. Centro Universitario UAEM Zumpango, [carminaniembro33@hotmail.com](mailto:carminaniembro33@hotmail.com).

<sup>3</sup> M. en Ed. Alfredo Medina García. Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrícolas UAEMex, [amedinag@uaemex.mx](mailto:amedinag@uaemex.mx).

<sup>4</sup> Dr. en C.y A.D. Jorge Eduardo Zarur Cortés. Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango, [jezarurc@uaemex.mx](mailto:jezarurc@uaemex.mx).

UAEM Zumpango desde 1987, como una unidad de aprendizaje con una carga de 21 créditos y un total de 21 horas semana-mes

El programa de estudios en la versión flexible que fue aprobado por el año 2004 tiene las siguientes características maneja tres trayectorias una mínima (de 8 periodos), una ideal (10 periodos) y una máxima de (11 periodos), Está basado en el desarrollo por competencias, lo que el mismo plan contempla tres núcleos: el básico que comprende los tres primeros periodos, donde el alumno recibe la formación básica con las siguientes materias: Matemáticas Aplicadas, Química Orgánica e Inorgánica, Morfología Vegetal, Fotogrametría y Fointerpretación, Microbiología General, Bioquímica General, Cultivos Básicos, Zootecnia General, Hidráulica, Inglés C1 y C2 Introducción a los Sistemas Agropecuarios, Metodología de la Investigación, Agrometeorología, Sociología Rural y Fisiología Vegetal.

El núcleo Sustantivo comprende del cuarto al séptimo periodo: Anatomía y fisiología Animal, Bromatología, genética General, Administración y Contabilidad Agropecuaria, Edafología General, Ecología agropecuaria, Nutrición Animal, suelo y Nutrición vegetal, Probabilidad y Estadística, Patología Vegetal, Legislación Agraria, Experimentación Agropecuaria, Reproducción Animal, Uso y Manejo de Pesticidas, Uso y Manejo integrado del Suelo y Agua, Motores, Tractores e Implementos Agrícolas, Comunicación y Extensión Agropecuaria, Patología Animal, Industrias Agropecuarias, Fisiotécnia Vegetal, Mejoramiento Animal, Fisiología y Tecnología de Postcosecha, comercialización Agropecuaria y organización de productores Agropecuarios.

Para el núcleo Integral está conformado a partir del octavo al décimo, donde se ofertan las siguientes unidades de aprendizaje Sistemas de Producción Hortícola, Sistemas de Producción Florícola, Sistemas de Producción Avícola, Sistemas de Producción Frutícola Caducifolios, Sistemas de Producción Porcina, Taller de Titulación, Evaluación de Sistemas de Producción, Sistemas de Producción Frutícola Perennifolios, Sistemas de producción de Ovinos (Carne y Leche), Sistema de Producción de Bovinos Leche y como optativas para el Área de acentuación: Producción Intensiva en invernaderos, Control de malezas, Diagnóstico nutrimental, Sistemas de Producción de Cultivos Especiales, para el área de Acentuación pecuaria: Introducción a la Farmacología, Producción de Forrajes, Parasitología Animal, Sistemas de Producción de Bovinos de Carne, y la unidad de aprendizaje de Estancia que se oferta en las dos áreas.

Dentro la curricular del Plan de Estudio está definida las áreas de acentuación el área agrícola y el área pecuaria que tiene la intención de integrar los conocimientos adquiridos de los estudiantes con la práctica, la ventaja en este modelo es que el discente elige que área desea cursar de acuerdo a sus interés propios de formación, dentro de lapso de formación aparece una unidad de Aprendizaje cuyo nombre es Estancia que la cursan en el último período de la carrera y su propósito es que ellos busque lugar en alguna dependencia Federal, Estatal, Municipal, Iniciativa Privada, para realizar una estadía por cinco meses que les permita desempeñarse como ingenieros Agrónomos en Producción antes de campo laboral.

### **Objetivos Generales**

- Realizar una Análisis de la unidad de aprendizaje Estancia en la formación integradora del Ingeniero Agrónomo en Producción.
- Impulsar la formación integral de los estudiantes a través de las estancias académicas permitiendo su desarrollo académico, profesional, cultural y personal, lo cual fortalece los conocimientos, habilidades y valor de los próximos profesionales, creando un impacto laboral y social, tomando en cuenta las características de la inclusión, la equidad regional e inclusión social en sus participantes.

### **Objetivos Específicos**

#### **De Docencia**

- Establecer los alcances de la unidad de aprendizaje Estancia del Programa de Estudios de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción. para la integración y generación de conocimientos a partir de una situación real.
- Obtener Información necesaria que sirva las próximas modificaciones a la Curricula del Programa de Estudios de la Licenciatura de Ingeniero agrónomo en Producción.

#### **Metas**

- Realizar la formación integral de los estudiantes a partir de las áreas de acentuación para generar la comprensión del conocimiento a partir de la práctica y realizar su estancia académica.

- Integración de los contenidos temáticos de las unidades de Aprendizaje que conforman las áreas de acentuación del programa educativo de la Licenciatura de Ingeniero agrónomo en Producción, a partir del desarrollo de la Estancia.

### Antecedentes

La universidad como institución social encargada de preservar, desarrollar y difundir la cultura en correspondencia con las exigencias de la contemporaneidad, tiene en su centro la formación de los profesionales, como depositarios y promotores de la cultura y el desarrollo del país.

Lograr una educación de calidad, con cobertura y equidad entre los sectores de la sociedad, así como entre los ámbitos rural y urbano, sigue siendo un anhelo y una promesa de todo país. Evidentemente las instituciones de educación agrícola no son responsables de la crisis ni tampoco es su responsabilidad resolverla en todos sus componentes, ya que tanto la educación como la suerte del campo están sujetas fuertemente a un modelo económico social y a un proyecto de país. Si les corresponde a las instituciones educativas realizar una crítica a ese modelo y proyecto, crítica que se ejerce a través de propuestas y defensa de estas.

Actualmente las Instituciones de educación superior tienen un gran desafío que es fortalecer la vinculación con el campo laboral, el cual marca la pauta hacia el perfil de egreso, donde sus egresados deben tener una visión multidisciplinaria y su formación cuyo perfil se orienta no solo a obtener elementos y herramientas que incidan en la parte productiva de la agricultura, lo cual es básico e importante, sino en la formación integral que comprende conocimientos y habilidades en el ámbito de los Agronegocios, y aptitudes para los procesos de planeación, implementación y administración agroempresarial, actitudes para dar y mantener la competitividad y la vinculación al mercado de manera favorable, dando un Ingeniero agrónomo proactivo, propositivo, creativo y comprometido con lo que hace y con quién lo hace (Niembro y Navarro, 2013).

La naturaleza de las Ciencias Agropecuarias, donde están insertadas las licenciaturas que forman Ingenieros Agrónomos y Médicos Veterinarios Zootecnistas, se requiere llevar actividades fuera del aula, las cuáles son herramienta de gran utilidad a los docentes responsables de las unidades de aprendizaje que soportan la base principal de los conocimientos necesarios para la profesión y más aún en el desarrollo de las habilidades y destrezas que requiere todo profesional de estas ciencias, por lo que hace necesario comprender que son las prácticas de campo y cuáles son sus características y su finalidad para la construcción y aplicación de conocimientos para la resolución de casos reales.

Por lo que en la actualidad la formación del Ingeniero Agrónomo sin importar su especialidad debe estar enfocada a partir de estrategias de aprendizaje, como un recurso que permitirá una resolución de un caso real, donde tendrá la posibilidad de realizar una integración de su conocimiento adquirido previamente, al nuevo y construir un nuevo conocimiento, que le dará las herramientas necesarias para poder dar respuesta al problema que se le presenta. Por lo que deben cursar la unidad de aprendizaje Estancia en el último periodo de su trayectoria ideal y estar preparados para la incertidumbre al campo laboral las áreas de acentuación deberán ser impartidas a partir de resolución de casos.

En el 2004 se llevó a cabo la aprobación de la reestructuración del Programa Educativo de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, que inició sus trabajos en 1987 con sede en la Unidad Académica profesional Zumpango Ahora Centro Universitario UAEM Zumpango en una versión rígida y con esta modificación se logró la modalidad flexible, donde el estudiante en compañía con su Tutor Académico traza la trayectoria ideal de acuerdo con sus intereses particulares.

Esta modificación a la estructura del programa Educativo, que al ser dividido en tres núcleos: Básico, sustantivo e Integral, busca que el estudiante desarrolle sus competencias y habilidades para la resolución de casos y que ellos con su tutor van conformando su formación acorde a las unidades de aprendizaje que están presentes como obligatorias y optativas en el área de Acentuación ya sea agrícola o pecuaria elegida de acuerdo a sus competencias adquiridas durante su formación básica y sustantiva, antes de elegir la unidad de Aprendizaje de Estancia, una vez que han llegado al décimo periodo de la Licenciatura, los discentes eligen la Unidad de Aprendizaje de Estancia la cual tiene finalidad de que realicen una estadía de 5 meses en alguna dependencia del orden Federal, Estatal ó Municipal, hasta en la iniciativa privada, que ha permitido que nuestros estudiantes se estén desempeñando en el campo laboral antes de egresar, es un preámbulo importante entre la escuela y el campo laboral, así mismo ellos tienen asignado un profesor de la licenciatura que le da el seguimiento académico, y valorar su desempeño profesional en dichas dependencias o empresas y recoger recomendaciones que pueden ser consideradas en la conformación de perfiles de egreso, es decir ajustarlo a acuerdo a las exigencias del campo laboral.

Es necesario recordar que las estancias académicas son las actividades relacionadas con su área de estudio, las cuales le permiten laborar de manera temporal en un lugar y cuya finalidad es la de ganar experiencia y aprender de manera práctica todo lo aprendido en la universidad.

La **importancia** reside en que *se trata de una actividad de complementación para la formación académica y profesional de los estudiantes de distintas facultades y carreras, esta brinda la oportunidad de colocar en práctica los conocimientos que se han adquirido.*

Por lo anterior la realización de la estancia es una actividad extra-aula que brinda la oportunidad de ampliar los conocimientos y habilidades adquiridos en el salón de clase. Su objetivo principal es complementar, a través del contacto con la realidad, la formación teórica que reciben los alumnos, se persigue la obtención de aprendizajes significativos y la aplicación de los conocimientos adquiridos en el salón de clases

Dentro de los objetivos de esta la Estancia es que al estudiante inicie su labor con profesionista en el ejercicio **profesional** a través de la vinculación a un organización nacional o internacional que puede ser pública o privada, de igual forma se procura otorgarle al discente la posibilidad de sumar la **experiencia laboral** a su preparación teórica y que así pueda avanzar en su crecimiento y que pueda desarrollar sus **habilidades y actitudes** para un puesto de trabajo en específico, mostrando lo que saber hacer y el valor agregado que puede brindarle a una empresa, además también puede aprender más sobre la profesión de la que se pretende graduar.

### Materiales y Métodos

El Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, se encuentra ubicado en el Municipio de Zumpango de Ocampo, es un espacio descentralizado que se encuentra en la parte Noroeste del Estado de México, desde 1987, ha ofertado la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, y en el 2004 se implementó planes y programas bajo el enfoque de competencias, con la intención de disminuir los índices de reprobación, de deserción, así como la tasa de eficiencia terminal, el trabajo pretende realizar una análisis sobre las Estancias como estrategias integradoras del conocimiento con la práctica, a partir del seguimiento académico de un profesor asignado por la Coordinación Académica del Programa Educativo, que se el enlace entre la Escuela y las Dependencias del orden Federal, Estatal ó Municipal e iniciativa privada.

### Resultados Obtenidos

En este periodo 2019A se tiene un total de 28 alumnos realizando sus estancias en las siguientes Instituciones, Empresas, como se muestra en el siguiente cuadro:

Empresa	Localidad	No.de Alumnos realizando Estancia
TIENDAS CHEDRAUI SA DE CV	CEDIS TEOLOYUCA	2
GRANJAS AVICOLAS ROCER	ZUMPANGO	2
FOMENTO AGROPECUARIO	TEOLOYUCAN	1
PRODUCTORES DE PLANTAS Y VEGETALES	COYOTEPEC	3
CENTRO DE ACOPIO TEONANACTATL S.C DE R.L DE C.V	MELCHOR OCAMPO	3
RANCHO CHELITA	TEQUIXQUIAC	1
FOMENTO AGROPECUARIO	ZUMPANGO	1
COSECHOS DE TECOZAUTLA S. DE P.R. DE R.L.	LOS PINOS PANHE HIDALGO	2
SOLUCIONES CONSTANTES EN DESARROLLO PROTERA S.A DE CV	ECATEPEC	1
INSUMOS AGROPECUARIOS Y CONTROL DE PLAGAS LOS OAXACAS	ZUMPANGO	1
		1

Como se puede apreciar son 10 dependencias, donde están realizando 18 estudiantes su estancia académica los cuales son evaluados con criterios de valores y competencias profesionales

Este tipo de estrategias se centra en el aprendizaje, por lo cual el estudiante es el centro de la acción, y el profesor es tan solo un coordinador estratégico de las actividades. La estrategia no es un fin, sino un medio para que los discentes desarrollen capacidades colectivas para la solución de problemas, siendo innovativos en la búsqueda de alternativas basadas en la observación, la experimentación, el descubrimiento, el análisis y la discusión grupal, la síntesis y toma de decisiones, siempre basados en sus necesidades y condiciones del entorno donde se desarrollen (Pezo et.al.2007).

Esta metodología supone romper paradigmas de enseñanza/aprendizaje en el comportamiento de los estudiantes. Es una oportunidad para compartir los saberes técnicos- científicos y los que constituyen el conocimiento (Pezo et.al.2007), generado a partir de su estancia en semestres anteriores. Además, esta estrategia incentiva el interés de los alumnos en la experimentación, como insumo para el proceso de toma de decisiones.

### Conclusiones

- Las Estancias académicas es un espacio donde el estudiante tiene la oportunidad de realizar un reforzamiento de la teoría y llevarla a la práctica y de esta manera tener un inicio en el campo laboral de su profesión
- Permite trabajo en equipo y aprecia la valoración de la participación en un medio productivo y del desempeño de habilidades donde resulta necesario la integración de los conceptos teóricos y prácticos para la resolución de casos.
- Se destaca la importancia de generar espacios productivos de integración donde los estudiantes puedan realizar prácticas profesionales con el acompañamiento de docentes en el marco de un proyecto integral.

### Bibliografía

Arias S., Martinonia G.I., Piazza A.M., Requesens E., Núrica R.P., Valicenti R. taller de integración: una propuesta para Agronomía. Revista argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Vol. 4, Núm.1 (2006). ISSN 1669-1555.

Pedraza R. D.M.1992. Diagnóstico, planeación y desarrollo de una granja didáctica agropecuaria. Universidad la Salle, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias.

Pezo A. D., Cruz J., Piniero M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos: Una Estrategia para Promover la Rehabilitación y Diversificación de Fincas con Pasturas Degradadas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoamérica. Producción Animal. Vol.15 (Suplemento 1)

Ramírez D. M.; Serrano Z. C. 1989. La práctica de campo, medio de aprendizaje profesional. ESC. Unidad de Trabajo Social. Núm 2. Ed universidad Complutense. Madrid.

PRIAG, 1995. Elementos para una estrategia de transferencia de tecnología, Documento Técnico 20, IICA, Central Coronado, Costa Rica.

Quintana M. R.M., Espinoza P.J.R., Gutiérrez O.A.C. Granja didáctica universitaria, Educación ambiental y producción animal sustentable para toda la vida. Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo. Vol.4, Núm.7 Julio-diciembre 2013. ISSN 2007-7467.

Niembro G. C.A; Navarro S.L. 2013. Tendencias Actuales de la Formación del Ingeniero Agrónomo. Capítulo del Libro. Profesionalización y Campo Laboral de la Educación Agrícola de Gutiérrez L. J.L; Niembro G. C. 2013. Editorial Parentalia ediciones, México.

<https://www.euroinnova.mx/blog/la-importancia-de-las-practicas-profesionales>

### Notas Bibliográficas

**El Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán.** Es profesor de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México. Su licenciatura es Ingeniero agrónomo en Producción, su Maestría en Fitomejoramiento y Doctor en educación. Su línea de Investigación es Educación Agrícola, es Profesor con reconocimiento Deseable ante la SEP, Líder del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable. Ha escrito 9 libros y más de 10 capítulos de libros, ha impartido diferentes ponencias en encuentros académicos a nivel nacional como internacional, asesor de proyectos de titulación.

**La Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona.** Es profesora de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango. Su maestría es en Docencia y administración de la Educación Superior y Doctora en Educación. Su línea de Investigación es Educación, Integrante del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable, instructora de cursos a docentes de educación básica y educación Media Superior. Escritora de 3 Libros y 9 capítulos de libro, escritora de varias ponencias, asesora de proyectos productivos y de emprendedurismo. Es profesora con Reconocimiento Deseable ante la SEP.

El **M. en Edu. Alfredo Medina García**, Es Profesor de tiempo Completo en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del estado de México, es integrante del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable, autor de varios capítulos de libro, ponente en diferentes eventos académicos a Nivel Nacional e Internacional.

El **Dr. en C.y A.D. Jorge Eduardo Zarur Cortés**. Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango, en la Licenciatura de Diseño Industrial, es Profesor con reconocimiento Deseable ante la SEP, autor de varios capítulos de libro, ponente en diferentes eventos académicos a Nivel Nacional e Internacional.

# Propuesta de un Tratamiento Químico en la Sanitización de la Verdolaga para Extender su Vida de Anaquel

Dr. Alfredo Alejandro Guzmán Becerra<sup>1</sup>, MIQ. José Muñoz Flores<sup>2</sup> y Erandi Sánchez García<sup>3</sup>.

**Resumen:** En la actualidad hay alimentos que antes de ser embarcados reciben tratamientos químicos de sanitización para extender su vida de anaquel. Un claro ejemplo es la verdolaga, que, si no se cuidan las variables adecuadamente, como la concentración del sanitizante, la temperatura de preenfriado, el tiempo de reposo, pueden afectar al producto severamente. Es por lo que se propuso diseñar una metodología con diferentes tratamientos considerando las diferentes variables y evitando los flujos de aire externos a bajas temperaturas. Dando como resultado, una variabilidad en la diferencia de pesos que van desde un 10 % hasta 17.5 % (testigo) en un periodo de 12 días en el que se realizó el experimento, esta pérdida de masa se encuentra relacionada con su apariencia, signos de deshidratación, descomposición, baja coloración y cantidad de número de hojas, entre otros factores que afectan la vida de anaquel de la verdolaga.

**Palabras clave:** Sanitización. Verdolaga, Tratamiento, Preenfriado, Anaquel.

## Introducción

El estado de Puebla ocupa el primer lugar en producción de hortalizas por la capacidad de los productores, la eficiencia en sus sistemas de producción, sus variedades y la inocuidad de sus cultivos. Estas hortalizas se comercializan para consumo nacional y algunas son exportadas al extranjero mediante empresas que cuentan con las certificaciones en estándares de calidad e inocuidad.

La mayoría de las hortalizas antes de ser embarcados reciben diferentes procesamientos de sanitización estandarizados para alargar su vida de anaquel, sin embargo, algunas empresas tienen productos que no cuentan con un tratamiento químico de sanitización específico, algún ejemplo de ello es la verdolaga como se muestra en la figura 1.

La verdolaga constituye una alternativa como hortaliza debido a sus potencial nutricional, productivo y económico (Lagunes, 2021), su rendimiento está determinado principalmente por el desarrollo de tallos y hojas, es por ello que se ha incrementado el interés en la siembra como cultivo alimenticio. (Conteras, 2016)

Kaşkar, C. *et al* (2009) menciona que esta planta es una gran fuente de ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3,  $\alpha$ -linolénico, LNA), una excelente fuente de vitaminas antioxidantes ( $\alpha$ -tocoferol, ascórbico ácido y  $\beta$ -caroteno), algunos aminoácidos (isoleucina, lisina, metionina, cistina, fenilalanina, tirosina, treonina y valina) y minerales especialmente potasio.

En México, alrededor de 500 hectáreas se siembran con la especie vegetal, las cuales se localizan en: Morelos, la Ciudad de México, Baja California y el estado de México, con una capacidad para generar más de 6 mil toneladas por año, de las cuales alrededor de una tercera parte se exporta.

En 2018, Estados Unidos adquirió 2 mil 31 toneladas, con un precio medio de compra de un dólar por kilogramo. (SIAP, 2019)



**Figura 1.** Verdolaga (Portulaca Oleracea).

<sup>1</sup> Docente/Investigador, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Centro, correo electrónico: [alfredo.guzmanb@correo.buap.mx](mailto:alfredo.guzmanb@correo.buap.mx).

<sup>2</sup> Docente/Investigador, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Centro, correo electrónico: [munoz.jose@correo.buap.mx](mailto:munoz.jose@correo.buap.mx).

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Centro, correo electrónico: [erandi.sanchez@alumno.buap.mx](mailto:erandi.sanchez@alumno.buap.mx).

El objetivo de la conservación de la verdolaga es evitar el desarrollo de microorganismos (*Aspergillus niger*, *Alternaria sp.* que producen la inhibición de la germinación, cambios de color, calentamiento, amohosado, apelmazado y podredumbre tanto en semillas como tallos y hojas.), manteniendo en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo.

En la industria se usan diferentes métodos de preservación de hortalizas como lo son: métodos de fermentación, secado solar, la irradiación, atmosferas controladas, cambios de temperatura, desinfectantes y la deshidratación por congelación. (Guerrero, 2015).

Como menciona Yañez (2015) que la aplicación de frío o preenfriado (Cuadro 1) en la postcosecha permite limitar el desarrollo de microorganismos, y conserva su calidad durante la transportación o almacenamiento. Aunado a esto también se disminuya la producción de etileno del producto, lo que deriva en mejores productos y menos pérdidas.

En paralelo, el uso de tratamientos con agentes sanitizantes ayuda a mantener controlada la presencia de microorganismos. Los desinfectantes se hacen en solución acuosa por inmersión o aspersión. El alcance del tratamiento depende del compuesto desinfectante y de los microorganismos que se requiera eliminar. Su eficacia varía con la concentración del agente, y en mayor o menor medida con la temperatura, el pH, el tiempo de contacto y el contenido de materia orgánica.

Algunos ejemplos de ellos son los compuestos clorados (Hipoclorito, Dióxido de cloro y Clorito de sodio), los compuestos de oxígeno activo (Peróxido de hidrógeno y Ácido peracético), los compuestos de amoníaco (sales cuaternarias) y los ácidos orgánicos (Citrolac (ácido láctico/ ácido cítrico), Ácido acético y Citrosan (extracto cítrico)). Con ello, se plantea una propuesta de mejora por lo que se realizó un diseño experimental considerando las siguientes variables: temperatura de preenfriado, tipo de sanitizante, concentración de sanitizante, que ayudará a preservar las características físicas y la vida de anaquel de la verdolaga evitando así pérdidas económicas.

Para este proyecto se trabajaron en dos diferentes empresas dedicadas a la exportación de frutas y hortalizas, la empresa A se encuentra ubicada en el municipio de Acatzingo de Hidalgo, Puebla, y la empresa B ubicada en el municipio de Quecholac, Puebla. Debido a cuestiones de confidencialidad con ambas empresas no se mencionarán sus nombres solamente la ubicación.

Técnica de Preenfriado	Descripción
Preenfriamiento con Agua o Hydrocooling	Enfría el producto por el riego con agua fría o la inmersión por hundimiento.
Preenfriamiento con aire	Método que consiste en hacer pasar un flujo continuo de aire frío entre los paquetes colocados en el vehículo para transporte, ya sea en cuartos o en túneles de preenfriamiento.
Preenfriamiento con hielo	Se usa hielo molido o cubos de hielo, método efectivo en aquellos empacados que no pueden ser enfriados con aire forzado.
Preenfriamiento por vacío	Se basa en la evaporación de parte del agua del producto a muy baja presión atmosférica. Los productos que fácilmente liberan agua pueden ser enfriados en 20 o 30 minutos.

**Cuadro 1.** Diferentes métodos de preenfriado usado para empacar hortalizas.

### Descripción del Método

Para realizar una mejora en las metodologías, se tiene que conocer el diagrama de flujo de proceso de la Empresa A y la Empresa B, como se muestra en la figura 2.

*Descripción del diagrama del Proceso en ambas empresas.*

a) Recepción de materia prima. Se recibe la verdolaga, se verifica que cumpla con los requerimientos como es: apariencia fresca, libre de plagas u hongos, cumplir con intervalo de seguridad en cuanto a aplicación de agroquímicos, tamaño, color, altura, grosor del tallo, transporte limpio, con techo, puertas y libre de objetos en cuanto al transportista uso de cofia y cubre bocas.

b) Retiro de hojas inferiores del tallo. Una vez recibido el producto se realizan manojos de acuerdo con los requerimientos establecidos por la empresa, se retiran las hojas laterales de la rama dejando hojas únicamente en la

parte superior aproximadamente de 3 a 5 cm. los cuales deben de retirar las hojas laterales y dejando las hojas superiores.

c) Emparejado de la parte superior e inferior. Emparejar las partes superiores y amarrar el manojó, cortar el exceso de tallo el cual debe medir aproximadamente 12 centímetros, el peso de cada ramo debe ser el solicitado por la empresa.

d) Enjuague. Se sumerge en agua a temperatura ambiente con ligeros movimientos (tipo sacudir dentro del agua) para eliminar el exceso de tierra, el tiempo será según la cantidad de tierra presente en el producto.

e) Preenfriado y/o sanitizado. Se prepara una solución de agua con hielo y el sanitizante según utilizado en la empresa, en la empresa A utiliza una solución de Citrosan (ácido cítrico 888 ppm a 1,110 ppm) a una temperatura de 0°C a 6°C, y en la empresa B no usa temperatura de preenfriado en el agua, solo agrega la solución de Dioxy-san (clorito de sodio a 5 ppm) a temperatura ambiente.

e) Envasado. En la empresa A se empaqueta la verdolaga en bolsas de polipapel y en la empresa B se cubre con papel cera, en ambas empresas se colocó dentro de una caja plástica para su almacenamiento.

f) Almacenamiento en cámara frigorífica. En ambas empresas se almacenan en una cámara frigorífica a temperatura variable debido a que no se cuenta con cuarto frío exclusivo para la verdolaga, pues se almacenan junto con otros productos y esto varía en el cambio de temperaturas.

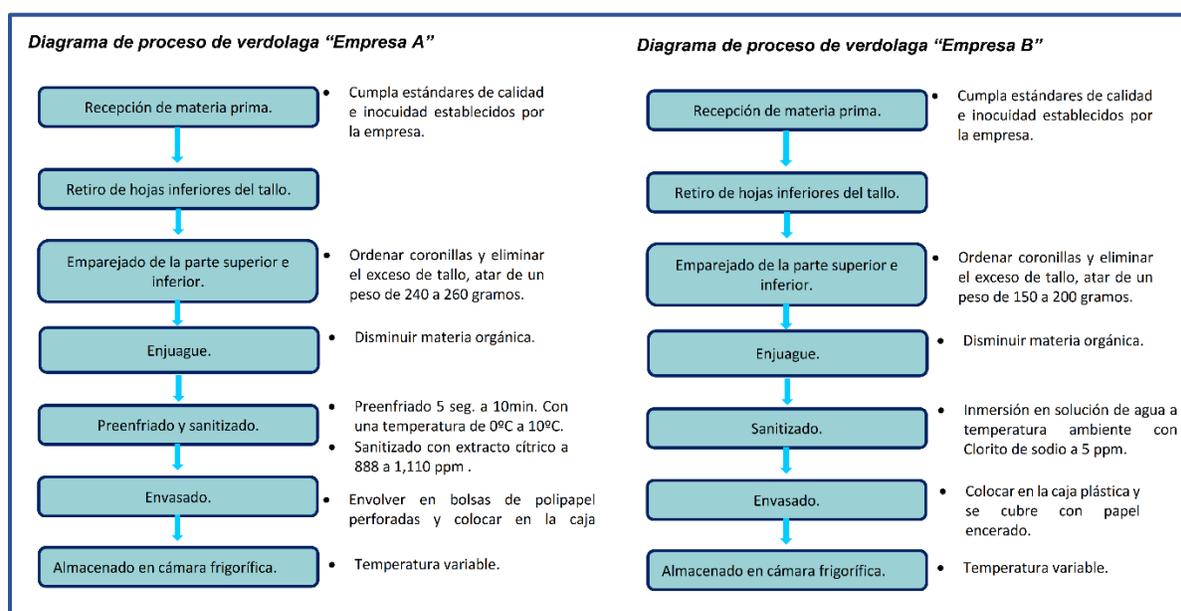


Figura 2. Diagramas de proceso del empaque de la verdolaga en dos empresas diferentes.

### Descripción de la propuesta del Diseño

El diseño experimental se propone de la siguiente manera (véase cuadro 2), dado que en ambas empresas se manejan dos diferentes sanitizantes y temperaturas similares a las que se muestran a continuación, las variables a evaluar en este diseño son tipo de sanitizante y temperatura, esto con la finalidad de obtener una metodología idónea para tener mayor vida de anaquel en el producto evitando deterioro, se consideró realizar un enjuague a todos los tratamientos para eliminar el exceso de materia orgánica presente en el producto, el tiempo se eligió en base a productividad de las empresas con periodos cortos comúnmente usados en las empacadoras, dos tipos de sanitizantes debido a que se utiliza uno diferente en cada empresa ("A" y "B") y las concentraciones se tomaron en base a las recomendadas por su ficha técnica de cada sanitizante.

### Descripción de cada tratamiento aplicado.

El diseño experimental aplicado se hará por triplicado en un lapso de 12 días cada manojó tendrá 200 gramos, a continuación se describirá cada tratamiento aplicado a cada una de las muestras como se ve en el cuadro 2 y figura 3.

Testigo. Realizar un enjuague y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 1 (T1). Realizar un enjuague, sanitizar en una solución de clorito de sodio (Dioxy-san) a 5 ppm a una temperatura ambiente y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 2 (T2). Realizar un enjuague, sanitizar en una solución de ácido orgánico (Citrosan) a 540 ppm a una temperatura ambiente y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 3 (T3). Realizar un enjuague, sanitizar en una solución de ácido orgánico (Citrosan) a 1,110 ppm a una temperatura ambiente y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 4 (T4). Realizar un enjuague, preenfriar y sanitizar en una solución de clorito de sodio (Dioxy-san) a 5 ppm a una temperatura de 4°C a 6°C y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 5 (T5). Realizar un enjuague, preenfriar y sanitizar en una solución de ácido orgánico (Citrosan) a 540 ppm a una temperatura de 4°C a 6°C y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento 6 (T6). Realizar un enjuague, preenfriar y sanitizar en una solución de ácido orgánico (Citrosan) a 1,110 ppm a una temperatura de 4°C a 6°C y colocarse en una caja plástica para su almacenamiento.

Tratamiento	Tiempo	Temperatura	Sanitizante	Concentración
Testigo	-	-	-	-
T1	Rango de 60 a 90 segundos	Temperatura Ambiente	Clorito de sodio (Dioxy-san)	5 ppm
T2			Ácido orgánico (Citrosan)	540 ppm
T3			Ácido orgánico (Citrosan)	1,110 ppm
T4	4° a 6° C	4° a 6° C	Clorito de sodio (Dioxy-san)	5 ppm
T5			Ácido orgánico (Citrosan)	540 ppm
T6			Ácido orgánico (Citrosan)	1,110 ppm

**Cuadro 2.** Propuesta de Diseño experimental.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Analizando los resultados obtenidos (véase cuadro 3 y figura 5) se determinó que el tratamiento 5 es el mejor evaluando porque presento mejor apariencia en cuanto a coloración de las hojas y textura teniendo en cuenta que no se observa significativamente la deshidratación, así mismo se observó menores signos de pudrición (no significativos y con presencia muy escasa) después de 12 días de almacenamiento resultando el más eficaz en 3 de 3 repeticiones, seguido del tratamiento 2 en 3 de 3 repeticiones por la coloración de las hojas y así mismo presento una textura en las hojas considerada buena y un limitado número de hojas con signos de senescencia y una escasa presencia de pudriciones a comparación los demás procedimientos aplicados en las muestras, en cuanto al peso de las muestras estas se encuentran relacionadas con su apariencia, según los datos obtenidos en las muestras que mostraron mejor apariencia se presentaron menores pérdidas de peso, en cuestión de deshidratación se ubica como óptimo el tratamiento 5 exponiendo un 10 % de pérdida en un periodo de 12 días, seguidamente del tratamiento 2 con una pérdida de 12.67 %, posteriormente el tratamiento 3 con una pérdida de 13.83 % y finalmente el testigo con la más alta pérdida de peso con un 17.5 %.

Tratamiento	Perdida en porcentaje
Testigo	17.5%
1	14.335 %
2	12.67 %
3	13.835 %
4	14.5 %
5	10 %
6	17%

**Cuadro 3.** Porcentaje de pérdida de Verdolaga por cada tratamiento.



**Figura 4.** Pérdida de peso en porcentaje de la Verdolaga.

### Conclusión

Con los resultados y ejecuciones realizadas podemos concluir que la solución y la concentración con las que se sanitiza el producto contribuye directamente para la preservación de este, una alta dosis de sanitizante ocasiona una contaminación al producto reduciendo su eficiencia y en algunos caso siendo nula, obteniendo así como resultados favorables el T2 y T5 con una combinación de sanitizante de ácido orgánico (Citrosan) con una concentración baja pero dentro del rango recomendado por el fabricante del producto utilizado (540 ppm) y con un preenfriado a temperatura ambiente y a bajas temperaturas de 4 a 6 °C., mostro un resultado favorable para conservar la vida de anaquel de la verdolaga y de algunos productos frescos.

En cuanto a peso y apariencia se concluyó que el tratamiento idóneo es el T5 seguidamente del T2, sin embargo, cabe mencionar que existen algunas recomendaciones en la forma que son empacados los rollos de verdolaga, debido a que si son pocos rollos y se tiene contacto con una mayor cantidad de flujo de aire frio puede ocasionar una deshidratación más rápida.

### Referencias

- Alzamora, E., *et al* (2004). CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS MEDIANTE TECNOLOGIAS COMBINADAS. FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s.pdf>
- Berdonces JL. (2009). GRAN DICCIONARIO DE LAS PLANTAS MEDICINALES. Barcelona, Spain: Editorial Oceano; pp. 1143-1144.
- Contreras-Ortega *et al.* (2016) CONSERVACIÓN DE VERDOLAGA MÍNIMAMENTE PROCESADA PROVENIENTE DEL SUELO E HIDROPÓNICA, DESINFECTADA CON UN AGENTE A BASE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS. Obtenido de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/80.pdf>
- Cortes, L. ((2019). PREELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. Obtenido de <http://docplayer.es/82958132-Preelaboracion-y-conservacion-de-hortalizas.html>
- FAO. (1989). Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Chile. Serie: Tecnología Postcosecha 7. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5056s/x5056S00.htm#Contents>
- FAO. (1993). Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5062s/x5062S00.htm#Contents>
- FAO. (2003). LA CLAVE ESTÁ EN EL COLOR. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Obtenido de <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg3.htm>
- Fonseca, J., (2011). CLAVE PARA ALARGAR LA VIDA DE ANAQUEL DE PRODUCTOS HORTÍCOLAS. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/poscosecha-y-mercados/clave-para-alargar-la-vida-de-anaquel-de-los-productos-horticolos/>
- Garmendia, G., Silvana, V. (2006), MÉTODOS PARA LA DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. Obtenido de [www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh197/18\\_27.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh197/18_27.pdf)
- Guerrero, M. (2015) TIPOS DE CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS, Obtenido de [https://medium.com/@maria97\\_07/tipos-de-conservación-de-frutas-y-hortalizas-ae098541f466](https://medium.com/@maria97_07/tipos-de-conservación-de-frutas-y-hortalizas-ae098541f466)
- IAUSA (s.f.). LA IMPORTANCIA DE LAS HORTALIZAS EN MÉXICO. AGRICULTURA, FERTILIZANTES. Obtenido de <https://iausa.com.mx/la-importancia-de-las-hortalizas-en-mexico/>
- Kaşkar, C. & Fernandez, Juan & Ochoa, Jesus & Niñirola, D. & Conesa, E. & Tuzel, Y.. (2009). Agronomic behaviour and oxalate and nitrate content of different purslane cultivars (Portulaca oleracea) grown in a hydroponic floating system. Acta Horticulturae. 807. 521-526. 10.17660/ActaHortic.2009.807.76.
- Lagunes, E., *et al.*; (2021). LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO DE LA VERDOLAGA. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12 (2).
- Mera, L., Bye, R., Castro, D. y Villanueva, C. (2011). DOCUMENTO DE DIAGNOSTICO DE PORTULACA OLERACEA, Universidad autónoma De Chapingo. Obtenido de [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231822/Documento\\_de\\_diagnostico\\_de\\_portulaca\\_oleracea.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231822/Documento_de_diagnostico_de_portulaca_oleracea.pdf)
- Montoya-García César O. *et al.*; (2017) IRESPUESTA DE LA VERDOLAGA (PORTULACA OLERACEA L.) A LA FERTILIZACIÓN CON NPK, Revista Fitotecnia Mexicana. 40 (3), pp. 325-332, Obtenido de: <https://www.redalyc.org/journal/610/61050549008/html/>
- Noticias UCC. (2018). INOCUIDAD EN FRUTAS Y VERDURAS. Obtenido de <https://www.ucc.edu.ar/noticiasucc/inocuidad-en-frutas-y-verduras/>
- SIAP. (2019). BOLETÍN DE EXPORTACIONES VERDOLAGA. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475409/Exportaciones\\_verdolaga\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475409/Exportaciones_verdolaga_2019.pdf)
- Yáñez, M. L. (2015). PREENFRIAMIENTO, TIPOS Y APLICACIONES. Revista Mundo HVACR. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2015/06/preenfriamiento-tipos-y-aplicaciones/>

### Notas biográficas

El Dr. Alfredo Alejandro Guzmán Becerra es Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Veracruzana, y tiene el Doctorado en Gestión Ambiental para el Desarrollo por la Universidad Popular Autónoma de Veracruz.

El MIQ. José Muñoz Flores es Ingeniero en Alimentos egresado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y tiene la Maestría en Ingeniería Química por la Facultad de Ingeniería Química, BUAP.

Anexos

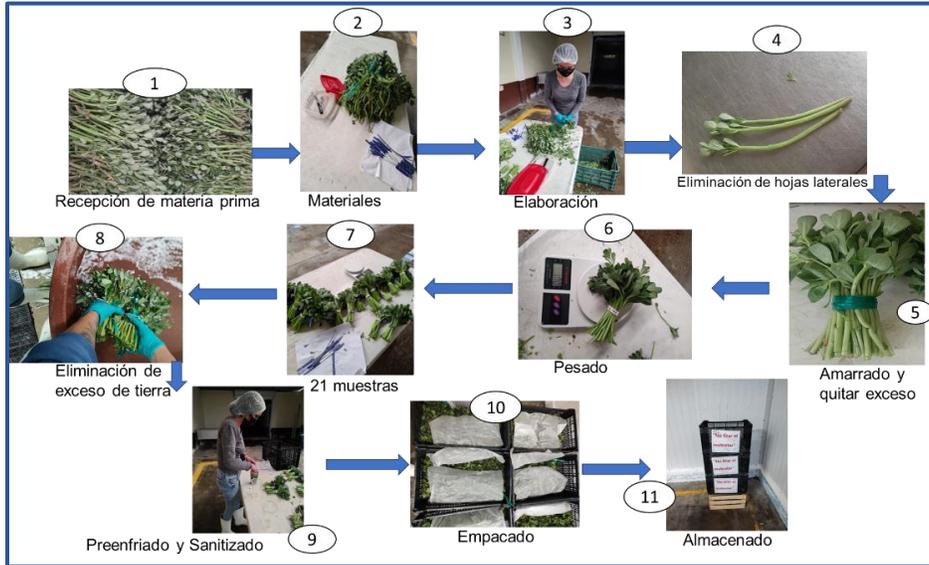


Figura 3. Descripción visual del diseño experimental del empaquetado de la verdolaga

		Repetición 1 evaluación de apariencia						
		Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
Día 01								
	Día 12							
		Repetición 2 evaluación de apariencia						
		Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
Día 01								
	Día 12							
		Repetición 3 evaluación de apariencia						
		Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
Día 01								
	Día 12							

Figura 5. Apariencia y evaluación de los diferentes tratamientos