

# Aspectos Psicosociales que Influyen en la Participación del Estudiante en el Programa de Tutorías de los Institutos Tecnológicos en la Comarca Lagunera

Dra. Elda Moreno Núñez<sup>1</sup>

**Resumen**—El objeto de esta investigación fue el análisis descriptivo de las características académicas, personales y familiares de los estudiantes atendidos por el Programa Institucional de Tutorías, instrumentado por el Tecnológico Nacional de México. Se diseñó un cuestionario y se aplicó a una muestra estratificada de 256 estudiantes matriculados en el programa, en tres institutos tecnológicos de la Comarca Lagunera. Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente y se obtuvieron sus medidas de tendencia central; se generó la integración de sus variables simples en dimensiones y las correlaciones entre las variables simples ordinales. Entre los hallazgos destacan: la autoimagen de los tutorados es positiva, mantienen buenas calificaciones a pesar de tener deficiencias en la planificación del estudio, la familia es fundamental para generar el compromiso con su escuela y aunque los tutorados se comprometen con su tutor, no le tienen confianza para contarle sus problemas familiares.

**Palabras clave**—PIT, tecnológicos, tutorados, tutorías, TecNM.

## Introducción

El Programa Institucional de Tutorías (PIT) es una estrategia de los Institutos Tecnológicos que orienta la implantación de un programa de tutoría como una estrategia viable para promover el mejoramiento de la calidad de la educación superior; el tutorado es un estudiante responsable de identificar sus necesidades académicas, administrativas, personales y que responde en forma comprometida a la acción tutorial.(ANUIES, 2010).

En este marco se resalta la importancia del rol del tutor, para apoyar a los estudiantes a desarrollar actitudes favorables como ser conscientes de la propia necesidad de aprender mejor.

Indiscutiblemente, el desarrollo personal y social del estudiante está imbricado con el académico, así que el tutor tiene que conocer las condiciones personales, familiares y psicológicas de cada uno de sus tutorados.

El objetivo de esta investigación es determinar la relación de los aspectos personales, familiares y académicos del tutorado con la participación de éste en el programa tutorial. La hipótesis que guía el estudio es que existe una correlación de aspectos personales, familiares y académicos del tutorado que inciden en su participación en el programa institucional de tutorías.

En este estudio se consideraron aspectos psicológicos de la identidad de los tutorados, con base en los estudios de Carl Rogers (2006), en el inventario de rasgos temperamentales de L.L. Thurstone (1981) y en el cuestionario de 16 factores de personalidad de Cattell et al. (1980). Así mismo fue de interés incluir las características del sistema familiar de los tutorados; de acuerdo con López (2002), el sistema familiar funciona con base en la cohesión, la adaptabilidad y la comunicación. En el aspecto académico, se consideró el promedio, actividades de planificación del estudio y la utilización de técnicas como elaboración de preguntas, resúmenes, entre otras.

## Descripción del Método

Esta investigación fue desarrollada con el enfoque cuantitativo; es un estudio descriptivo y correlacional, se implementó un diseño no experimental, de corte transversal, de campo. Las variables complejas ejes de la investigación fueron las características del tutorado, la familia, la personalidad y los hábitos de estudio.

### *Población y muestra.*

El estudio se contextualiza en la implementación del Programa Institucional de Tutorías instrumentado por el Tecnológico Nacional de México (TecNM) en tres institutos tecnológicos de la Comarca Lagunera. La población objeto de la investigación son los estudiantes inscritos en el programa en el marco establecido por el TecNM, considerando solamente las carreras de ingeniería afines en esos tecnológicos, en el sistema escolarizado presencial.

<sup>1</sup> Dra. Elda Moreno Núñez. Profesora de tiempo completo en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Durango, México. [elda.mn@itslerdo.edu.mx](mailto:elda.mn@itslerdo.edu.mx) (autora)

Los Institutos Tecnológicos (IT) a los que pertenece la población que cumple con los criterios de inclusión son: Superior de Lerdo (ITSL), de Torreón (ITT) y el Superior de San Pedro de las Colonias (Tec. San Pedro). Las áreas comunes son dos: Administrativas (Ing. en Gestión Empresarial e ing. en Administración) e Informáticas (Ing. en Informática y en Sistemas Computacionales). El periodo de recopilación de datos para la investigación es el semestre de agosto a diciembre de 2017.

La población es heterogénea pues hay estudiantes de diferente género, inscritos en diferentes IT, en diversas carreras de ingeniería y cursando diferentes semestres. El tamaño de la población es de 600 estudiantes inscritos en el PIT, en los tres institutos de la Comarca Lagunera, de las carreras mencionadas.

Para el tamaño de la población la muestra mínima es de 234, con un nivel de confianza del 95% y un error estadístico de 5%. Se seleccionó el muestreo estratificado; los estratos son las carreras comunes a los tecnológicos del estudio y cada estrato queda representado en la muestra en proporción a su frecuencia en la población total. En el cuadro 1 se muestran la población y el cálculo de la muestra proporcional para cada estrato.

Estrato	ITSL	ITT	Tec San Pedro	Total estrato	Muestra calculada
G.E / Admón	278	51	73	402	156
Informática / S.C.	145	26	27	198	78
Total por IT	423	77	100	600	234

Cuadro 1. Muestra Estratificada. Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del levantamiento de información.

#### *Instrumento de investigación*

Se diseñó un instrumento para medir la opinión en general de los estudiantes tutorados respecto a las interrogantes planteadas. El instrumento incluye 98 preguntas de razón, con escala de medición de 0 a 100, también contiene seis preguntas nominales: especialidad, promedio académico, semestre, si ha sido canalizado a servicios de apoyo o los ha utilizado y el tipo de familia en que vive.

#### *Prueba piloto*

Se aplicó una prueba piloto del cuestionario completo a un grupo de 21 estudiantes del ITSL, inscritos en el PIT. El coeficiente de Alpha de Cronbach obtenido con el programa Statistica es de 0.90, que es considerado válido según Hernández et al. (2014), por lo que se consideró que el instrumento estaba listo para su aplicación en la totalidad de la muestra y se procedió para tal efecto.

#### *Aplicación del instrumento*

Se aplicó a un total de 256 individuos, inscritos en el PIT del TecNM, de las especialidades de ingeniería en Administración, en Gestión Empresarial, en Informática y en Sistemas Computacionales, en los IT mencionados. El coeficiente Alpha de Cronbach final para la muestra total fue de 0.906889, y el estandarizado fue de 0.91. En el cuadro 2 se presenta la categorización de la muestra por instituto.

Instituto	Frecuencia	Frecuencia relativa
Lerdo	164	64.1%
San Pedro	30	11.7%
Torreón	62	24.2%
Total	256	100.0%

Cuadro 2. Frecuencias por instituto tecnológico. Fuente: Elaboración propia.

#### *Análisis de los datos obtenidos*

Las respuestas obtenidas a las variables nominales y ordinales de la encuesta se capturaron en una hoja de cálculo de Excel 2013 y se importaron al programa Statistica 10, para su análisis univariable, integracional y correlacional.

El análisis univariable permite, mediante la agrupación de las variables simples ordinales, obtener las características que están presentes en una forma sobresaliente, normal y deficiente en el fenómeno de estudio.

Para llevar a cabo el análisis univariable se examinaron las medidas de tendencia central y de dispersión. Se realizó el análisis de las respuestas a las variables simples ordinales, ordenadas según la media en orden descendente. Se calcularon los límites superior, normal e inferior con el siguiente criterio: las variables cuya media sea superior a la media de medias más una desviación estándar pertenecen al límite superior; aquellas cuya media sea inferior a la media de medias menos una desviación estándar corresponden al límite inferior y las variables que se ubican en el rango del promedio de las medias  $\pm$  una desviación estándar, forman parte de la normalidad.

Para realizar el análisis integracional de las variables simples de razón se empleó el análisis de factores, con el método de rotación Varimax normalizado, con carga factorial de 0.60. El análisis factorial es una técnica que permite obtener el número mínimo de dimensiones que expliquen la mayoría de la información contenida en los datos (De la Fuente, 2011).

Por su parte, el análisis correlacional permite analizar el comportamiento de una variable al reconocer el comportamiento de otra u otras variables que están relacionadas. La hipótesis de investigación a probar mediante este estadígrafo es de tipo correlacional.

Utilizando el software estadístico ya mencionado, se analizó la correlación de las variables dependientes correspondientes a todos los ejes contra cada una de las variables independientes correspondientes al eje "Perfil del tutorado". El nivel de significancia empleado fue de 0.001.

### Comentarios Finales

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los análisis estadísticos a que fueron sometidos los datos recopilados en la muestra.

#### *Resumen de resultados*

##### *Análisis univariable*

Los resultados obtenidos en el análisis univariable de las medidas de tendencia central y variabilidad, interpretadas en conjunto son: el promedio de las medias: 69.47; desviación estándar: 18.26; límite superior: 87.73; límite inferior: 51.21.

Las variables cuya media es mayor al límite superior representan las características que son significativas en mayor grado para los encuestados; aquí se ubicaron las variables que miden la interacción del tutorado con el tutor y algunas referentes a las características de personalidad de los estudiantes. Los estudiantes tutorados manifiestan asistir a las reuniones con su tutor, aportar la información que éste le solicite y cumplir las promesas o convenios establecidos con él, participan de forma activa en las actividades tutoriales y en la evaluación de éstas. Consideran a su tutor(a) una persona que inspira respeto, que les escucha con suma atención, que propicia un ambiente de trabajo agradable en las sesiones de tutoría y califican el espacio físico donde se realiza la actividad tutorial como confortable. Además, los tutorados se perciben a sí mismos como personas que comprenden los efectos de las cosas que hacen o dicen; que respetan las creencias de los demás aun cuando sean diferentes; responsables, que aceptan las consecuencias derivadas de sus actos; auténticas, al mostrarse a los demás sin máscaras ni poses. Consideran que se esfuerzan por ser mejores, son autónomos en la toma de decisiones y les gusta hacer sus planes de forma personal.

Por otro lado, las variables cuya media fue menor al límite inferior son las características cuya percepción es poco significativa para los encuestados. Aquí se ubicaron rasgos de personalidad y de hábitos de estudio de los estudiantes tutorados, y la confianza que se tiene hacia el tutor o la tutora. La lectura estadística de estas variables se presenta a continuación: los sujetos encuestados manifiestan no sentirse aburridos en compañía de otras personas, no les molesta que las personas piensen que se comportan de manera diferente, no participan en asociaciones, clubs, comités, grupos culturales ni deportivos, no se concentran en medio de distracciones, prefieren los trabajos prácticos. En cuanto a hábitos de estudio, los estudiantes encuestados manifestaron no repasar los apuntes de clase en los primeros días después de haberlos tomado, no contar con un lugar para el estudio sin elementos de distracción ni tener un horario establecido para hacer tareas escolares o repasar las materias; en cuanto a la interacción con su tutor, los tutorados no tienen confianza en su tutor(a) para platicarle de sus problemas personales ni de las preocupaciones en sus familias.

##### *Análisis Integracional*

En este análisis se empleó el método de análisis de factores, con el método de rotación Varimax normalizado, con carga factorial de 0.60. Se obtuvieron 20 factores, de los cuales se seleccionaron cuatro por ser los que presentan el mayor número de variables asociadas y la mayor carga factorial en éstas.

Variable	Carga Factorial	Variable	Carga Factorial
Interés del tutor	0.76	Planificación en tutorías	0.66
Escucha del tutor	0.74	Ambiente agradable	0.62
Respeto al tutor	0.73	Integración al IT	0.62
Sinceridad del tutor	0.72	-----	-----

Cuadro 3. Factor “El tutor y las tutorías”. Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3 se muestran siete variables agrupadas, en las que se observa que el tutorado vincula el interés del tutor hacia él con la atención con que el tutor le escucha, con la sinceridad y el grado de empatía que éste le muestra. Esto conlleva una aceptación hacia el tutor(a), al considerarlo como una persona digna de respeto. La ejecución de las sesiones de tutoría en forma planeada y organizada, y la percepción de un ambiente de trabajo agradable en éstas, es congruente con la percepción en el tutorado de una influencia positiva de la tutoría en su integración a la institución educativa.

#### *Análisis Correlacional*

Se analizó la correlación de las variables dependientes correspondientes a todos los ejes contra cada una de las variables independientes correspondientes al eje “Perfil del tutorado”, con el fin de responder a las interrogantes de la investigación, el nivel de significancia es de 0.001.

Variable	Correlación
Roles familiares	0.274630
Familia considera sus sentimientos	0.258572
Aclara expectativas	0.246985

Cuadro 4. Compromiso con el IT. Fuente: Elaboración propia.

De las correlaciones mostradas en el cuadro 4 se infiere que la familia es fundamental para que el estudiante tutorado realice las actividades que le sean requeridas por la institución (compromiso con el IT); cuando en la familia cada miembro cumple con sus responsabilidades y la familia considera los sentimientos del estudiante, éste busca aclarar sus expectativas de la carrera.

Variable	Correlación
Evalúa actividades PIT	0.571840
Asiste con su tutor	0.559002
Aporta información	0.488608
Compromiso con el tutor	0.386892
Atiende consejos	0.347036
Espacio es confortable	0.322015
Confiaría al tutor problemas con maestros	0.298024
Aceptación del tutor	0.290200
Sinceridad del tutor	0.270401
Recurre al tutor	0.262377
Confiaría al tutor problemas con compañeros	0.247470



Ambiente agradable	0.246294
--------------------	----------

Cuadro 5. Participación activa. Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5 se observa que la participación activa del tutorado con su tutor está relacionada con su participación en la evaluación de las actividades del programa de tutorías, con la asistencia a las reuniones con su tutor, con la disposición que tiene para aportar cualquier información que se le solicite, así como con el cumplimiento de los convenios hechos con su tutor y la atención a sus recomendaciones o consejos. El estudiante que participa activamente con su tutor, percibe que el espacio físico donde realiza la actividad tutorial en grupo es confortable, con muebles en buen estado, ventilado e iluminado. Confiaría en su tutor los problemas que tuviera con compañeros o maestros, recurre a él en caso de necesitar ayuda, le considera digno de respeto, sincero, y que propicia un ambiente de trabajo agradable en las sesiones de tutoría.

### Conclusiones

Como respuesta al objetivo “determinar la relación de los aspectos personales, familiares y académicos del tutorado con la participación de éste en el Programa Institucional de Tutorías” se concluye:

La familia es fundamental para que el estudiante logre generar compromiso hacia su institución educativa, pues cuando advierte en su propia familia el compromiso de sus miembros, que se manifiesta en el cumplimiento de sus responsabilidades y el estudiante siente que es valorado en su núcleo familiar, se genera el compromiso hacia su institución educativa, lo que estimula al cumplimiento de sus responsabilidades ante la institución.

En lo que respecta al compromiso que establece hacia su tutor(a), éste se relaciona con la habilidad interpersonal del estudiante, específicamente el disfrutar de la compañía de otras personas. También está relacionado con la asistencia y la participación activa de éste en las sesiones tutoriales; lo favorece el hecho de evaluar las actividades del programa tutorial y la percepción de que el tutor es una persona auténtica, transparente con el estudiante, que les habla con la verdad.

Además, en la participación activa del estudiante con su tutor están relacionados los siguientes aspectos correspondientes a la imagen que se forma de su tutor y de las tutorías: percibir a su tutor como una persona auténtica, digna de respeto y por tanto de aceptación, confiable para contarle problemas del ámbito escolar y para solicitarle ayuda, que los espacios físicos brinden confort, con el mobiliario en buen estado, con iluminación y ventilación adecuada, y la medida en que el tutor logra crear un ambiente agradable en las sesiones tutoriales.

La percepción de los tutorados hacia el tutor está relacionada con la posibilidad de que acudan a solicitarle ayuda en sus dificultades y que se integren con facilidad al Instituto Tecnológico.

Se aprecia la importancia de que el tutor plantee dinamismos que le permitan al estudiante tomar parte activa en las sesiones tutoriales, evaluarlas y generar información, así como de que se dirija en todo momento con autenticidad, la mejora en estos aspectos genera el compromiso del estudiante tutorado hacia su tutor(a), lo que se traduce en el cumplimiento cada vez mayor de las promesas o convenios realizados.

Respecto a los aspectos académicos, en la medida en que los estudiantes mejoran su planificación del estudio y utilizan algunas técnicas para mejorarlo, aumenta la percepción de que el programa tutorial les ayuda a mejorar su desempeño escolar.

Los resultados obtenidos muestran que los aspectos que sí se correlacionan con la participación en el PIT son la actitud del tutor percibida por el estudiante y las mismas actividades que el tutorado realiza en el programa, y algunas características familiares como la afectividad, la comunicación y la responsabilidad en el cumplimiento de las funciones por sus miembros.

En este estudio se trató de encontrar alguna relación entre los rasgos de personalidad de los estudiantes tutorados y el nivel de su involucramiento en el programa tutorial, el único rasgo de personalidad que mostró correlación con el nivel de compromiso con el tutor, corresponde a una persona sociable, que disfruta la compañía de los demás; este tipo de estudiante tiene mayor compromiso con su tutor y a la inversa, si el tutorado es una persona que prefiere en mayor grado trabajar por sí solo, se está menos dispuesto a cumplir acuerdos con su tutor.

### Recomendaciones

El manual del tutor (DGEST, 2013) establece que el rol del tutor es acompañar y guiar a sus tutorados en su proceso formativo, uno de los hallazgos del presente estudio indica que los tutorados no tienen la confianza suficiente en su tutor(a) para comunicarle sus problemas personales o familiares; podrían ser objeto de una futura

investigación las acciones que realiza el tutor para que sus estudiantes tutorados le perciban en el rol de acompañamiento, facilitador o autoridad formal, y el grado de interés que el tutor muestra para escuchar y atender las preocupaciones y dificultades de sus tutorados en todos los aspectos –académicos y no académicos- así como el grado de confianza que está generando en ellos para hacerlo partícipe de su propio desarrollo humano.

Llama la atención en los resultados obtenidos que los estudiantes presentan deficiencias en la planificación del estudio y en prácticas como hacer resúmenes, subrayar y repasar los apuntes y aun así mantienen buen promedio académico, pues el 75% de los encuestados manifestó que su promedio académico es de 80 o superior. Por lo anterior, la autora considera que una investigación de los métodos y técnicas de estudio que usan los estudiantes de los tecnológicos en la actualidad son de interés para los tutores y docentes.

### Referencias

ANUIES (2010). Programas Institucionales de Tutoría. Una propuesta de La ANUIES para su Organización y Funcionamiento en las Instituciones de Educación Superior. Recuperado de <http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/libros/Libro225.pdf>

Cattell, R. B., Eber, H. & Tatsuoka, M. M. (1980). Cuestionario de 16 factores de la personalidad: manual. México: Manual Moderno.

De la Fuente, S. (2011). Análisis factorial. Recuperado de [http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/econometria/multivariante\\_factorial/analisis-factorial.pdf](http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/econometria/multivariante_factorial/analisis-factorial.pdf)

DGEST (2013) Manual del Tutor. México: Dirección General De Educación Superior Tecnológica.

Hernández S. R., Fernández C. C., & Baptista L. P. (2014). Metodología de la Investigación (sexta ed.) México: McGraw Hill.

López L.S. (2002). El FACES II en la evaluación de la cohesión y la adaptabilidad familiar. *Psicothema*. 159-166.

Rogers, C. R. (2006). El proceso de convertirse en persona: mi técnica terapéutica. México: Paidós.

Thurstone, L. L. (1981). Inventario de rasgos temperamentales. México: Manual Moderno.

### Notas Biográficas

Elda Moreno Núñez es ingeniera en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de la Laguna (1996), Maestra en Administración por la Universidad Autónoma de Coahuila (2012) y Doctora en Desarrollo Educativo por la Universidad Autónoma de la Laguna (2018), todas instituciones en Torreón, Coah. México. Es profesora asociada 'C' en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en la ciudad de Lerdo, Durango, México, miembro del cuerpo académico en consolidación "Ingeniería de Software Aplicada a Soluciones" en esta institución. Se desempeñó como especialista en hidráulica en la Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte de la Comisión Nacional del Agua, en Torreón, Coah. México (1996-2003). Sus áreas de interés son la educación y la ingeniería de software.

## Plan Estratégico Armónico de Acercamiento Académico para Educación a Distancia en Tiempos de COVID-19

Karmina Nicolas Javier, José Reginaldo López Escobedo y  
Catalina Lucas Olivares

**Resumen**— Desde la práctica docente se puede observar que algunos estudiantes no prenden su cámara en las video clases, son poco participativos, se retrasan en los envíos de actividades, o ponen poca atención en los criterios de evaluación, por mencionar ejemplos, conductas cuyo objetivo de esta investigación cualitativa es coadyuvar para la mejora académica; la razón tras de esos comportamientos depende de la incidencia de factores externos e intrapersonales estudiados por diferentes autores, uno de ellos García Alvarado (2010); los cuales es necesario identificar en el CECyT 7; a partir de esos resultados, los cuales muestran que los factores intrapersonales (selección, organización y transformación de la información, relacionar el conocimiento previo y el nuevo, el compromiso hacia el estudio personal, la motivación, aplicación de métodos de estudio y organización del tiempo, así como el manejo de estrés y emociones) son predominantes; se especificará un plan de acercamiento oportuno principalmente para el profesor desde y con la práctica académica, el cual se pondrá en marcha y se evaluará. El sujeto de estudio es el alumno y el avance presentado es hasta la descripción de las conductas.

**Palabras clave**— conducta, factores externos e intrapersonales, estudiante, plan estratégico

### Introducción

El incremento del uso de tecnologías en la escuela debido a la pandemia del SARS COV-2, ocasionó una serie de conductas en el ámbito educativo manifiestas en los estudiantes, que resultan poco favorecedoras para el proceso de enseñanza-aprendizaje vía remota, ante esta situación surgen las siguientes preguntas para guiar esta investigación ¿Qué factores influyen de manera negativa en el aprendizaje de los estudiantes? ¿Cuáles son las prácticas durante el proceso de enseñanza aprendizaje a distancia de los estudiantes del CECyT 7? ¿Cuáles son las posturas de los estudiantes hacia el aprendizaje vía remota? ¿Cómo pueden mejorar para aprender más en un ambiente remoto? Dar respuesta a estas cuestiones permitirá lograr el objetivo principal de proponer un plan de acercamiento hacia los estudiantes, que incidan en una mejor disposición al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En primer lugar en esta investigación cualitativa, se seleccionan los factores que inciden en las conductas y disposición del mismo con base en referentes teóricos; se elabora un diagnóstico de las prácticas estudiantiles durante el proceso; se define el plan armónico de acercamiento académico para incrementar el aprendizaje y por último se evalúa la propuesta del plan.

Respecto a los factores incidentes en la conducta y disposición del aprendizaje, se encuentran diversos estudios que identifican los económicos, sociales, emocionales, escolares y del propio estudiante, los cuales influyen, en más o menos medida en nuestros adolescentes; por lo que su análisis no es fácil no solo por las características de cada una sino por las interacciones entre si y las particulares circunstancias de cada alumno. Para esta investigación se selecciona la explicación teórica de García Alvarado (2010) referente a dos categorías de estudio: las variables externas o situacionales e intrapersonales del estudiante.

El diagnóstico en el CECyT 7 del IPN se realiza mediante la aplicación de un cuestionario que toma en cuenta las dos categorías antes mencionadas, contiene 55 preguntas cerradas cuyas opciones de respuestas van de un sí o un no, hasta un siempre a nunca; que permiten identificar las conducta y la percepción del estudiante hacia la ejecución de las mismas, que con un mayor porcentaje de incidencia requerirán mayor atención. Los resultados muestran la necesidad de proponer estrategias para atender primordialmente la categoría intrapersonal, que le permita al estudiante obtener aprendizajes al mismo nivel que lo hacían en presencial, ya que ellos perciben que en línea se aprende menos, incluso a pesar de que la mayoría de sus profesores están preparados en la asignatura que imparten y de que el nivel de enseñanza es bueno; consideran que requieren más habilidades de selección, organización y transformación de la información, relacionar el conocimiento previo y el nuevo y también aumentar el compromiso hacia el estudio personal. Es primordial, atender, la motivación, aplicación de métodos de estudio y organización del tiempo, así como el manejo de estrés y emociones.

En lo que corresponde al plan estratégico, al ver los resultados del diagnóstico, este debe coadyuvar involucrando a los actores del mismo, incidir en la mejora continua del alumno a pesar de las condiciones actuales y ayudarles a manejar de forma más ordenada y madura su proceso de aprendizaje. Esta investigación está en proceso de proponer el plan; su aplicación y evaluación será la siguiente etapa.

### Descripción del Método

Estudio cualitativo consistente en dos fases: describir los factores que inciden en el comportamiento de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje en los ambientes vía remota y el diseño y aplicación de un plan académico de mejora académica. Se realiza la evaluación diagnóstica de los factores externos e inter-personales que influyen en su conducta. El instrumento aplicado es un cuestionario de 55 preguntas cerradas, en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 7 del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional perteneciente al área Físico-matemáticos, de forma voluntaria y anónima a una muestra de 403 alumnos del turno matutino de las diferentes carreras técnicas del plantel. El diseño del plan considera los resultados del diagnóstico, el modo y conjunto de medios para coadyuvar los factores intrapersonales de los estudiantes.

### Resultados

#### *Educación a distancia en tiempos de pandemia*

Es sabido que a razón de la sociedad del conocimiento y las nuevas tecnologías, se han diversificado las herramientas y métodos con los que se puede desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje en el aula. Este proceso se había vivido y aplicado en el aula física, sin embargo las circunstancias actuales debido a la afectación por la pandemia del virus del COVID-19 generó una adaptación al aula virtual que profesores y alumnos no esperaban.

El objetivo sigue siendo el mismo a pesar de la pandemia: el aprendizaje significativo. El alumno sigue teniendo un papel primordial y activo en el proceso. Según Díaz Barriga-Arceo (1999), el aprendizaje significativo, como sinónimo de construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así, el estudiante tiene un papel activo en el proceso de enseñanza aprendizaje, donde aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, y reconstruye un nuevo marco explicativo de dicho conocimiento (Díaz Barriga F, Hernández G 1999).

Las circunstancias actuales, debido a la pandemia, dan a estas actividades aún más importancia, e imponen a los estudiantes nuevos retos académicos; ya que diversas relaciones no se establecen de la misma forma en un ambiente virtual, por ejemplo la plenaria, el debate, etc. actividades que promueven la interacción y la comunicación para enriquecer el aprendizaje, imponiendo así al alumno el deber de dedicar más tiempo al análisis y estudio personal para la construcción del conocimiento.

El estudiante requiere un nivel de compromiso diferente para lograr el aprendizaje significativo, el cual tanto en educación a distancia como en educación presencial debe trascender la repetición memorística de contenidos inconexos y lograr construir significado, dar sentido a lo aprendido y entender su ámbito de aplicación y relevancia en situaciones académicas y cotidianas.

No se debe olvidar la importancia del papel del profesor como guía, y diseñador del proceso instruccional. De acuerdo con Ausubel (1978), durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas. Pero es importante la forma en que se plantean los materiales de estudio y las experiencias educativas. En este sentido se pueden identificar tres aspectos clave que deben favorecer el proceso instruccional: el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido (Ballester A, 2002)

Entonces Díaz Barriga y Ausubel resaltan la importancia del papel activo del estudiante en las actividades que debe llevar a cabo y la guía del profesor en el proceso.

Dependiendo de la modalidad en la que se dé el proceso de enseñanza-aprendizaje, existen diferentes variables incidentes en los resultados del proceso educativo. Las variables que influyen en el mismo son complejas, primeramente por el hecho de estar presentes en todo momento y además por las interrelaciones que existen entre ellas, su cuantificación y análisis de sus efectos no es un proceso sencillo pero se pretende explicarlas a continuación.

#### *Factores asociados a las conductas de los estudiantes y su disposición hacia el aprendizaje*

Es importante iniciar este subtema retomando la definición de conducta: se define a la conducta como la realización de los actos que están en relación con el objeto de la actitud. Referente a la ejecución de los actos en un sentido estricto, y no simplemente a las declaraciones de intenciones sobre la realización o no de una conducta (Gargallo B, Pérez C, Serra B, Sánchez F. y Ros I, 2007)

Algunos ejemplos de conductas favorables del estudiante son: disposición para el aprendizaje, dedica tiempo al estudio y al cumplimiento de las obligaciones, interés y motivación, actitud positiva. Ejemplos de conductas desfavorables del estudiante: desafiar activamente a los profesores, iniciar peleas, molestar deliberadamente a otras personas, actitudes de desobediencia, dificultad para esperar y para seguir instrucciones, hablar cuando interviene el profesor, asistir tarde a clase, etc. (Correa D, Abarca G, Baños C, y Aorca S., 2019)

El origen de muchas de estas conductas está en el proceso de adaptación del modo presencial a virtual, y sobre todo por diversos factores que inciden en la conducta del estudiante y por lo tanto en su aprendizaje. Esto no es un tema nuevo en investigación educativa, se conoce que existen diferentes factores in-ternos: como salud física y emocional, métodos de estudio, organización, hábitos de estudio, comunicación, y actitudes; como externos: economía, familiares, sociales, del estudiante incidentes en el proceso de razonamiento para la realización de la conducta influyentes en su aprendizaje (Gargallo B, Pérez C, Serra B, Sánchez F. y Ros I, 2007), sin olvidar que dentro de esta categoría se encuentran además la labor docente y su papel como mediador en los procesos de enseñanza aprendizaje y proveedor de una ayuda pedagógica regulada.

La actual pandemia acentuó problemáticas que de por sí ya estaban presentes en nuestro país, los problemas económicos, emocionales, familiares, sociales, etc. los cuales como ya se mencionó anteriormente, directa o indirectamente han incidido en el comportamiento de los estudiantes en el ámbito académico, dichos comportamientos actualmente podrían presentarse de manera general en los grupos propiciando situaciones como el desaprovechamiento y la deserción, por lo que deben ser previamente perfilados e identificar sus causas para generar los apoyos para la concienciación de la realidad y los límites que esta impone (Inmaculada M y Rius M, 2010). Estos apoyos necesitan conjuntar el trabajo del docente, psicólogo, terapeuta y autoridades de tal forma que el resultado sea integral.

Para este estudio se utiliza la clasificación de factores de García Alvarado (2010) que incluye a) factores externos o situacionales e b) intrapersonales:

Variables externas: influyen sólo de modo indirecto en la conducta de las personas. Se engloban los elementos demográficos como la edad, sexo, estatus socio-económico, nivel cultural; motivación y autoconcepto, características del profesor, factores sociales en el aprendizaje, los contenidos de aprendizaje, el contexto del aula, entre otros.

Intrapersonales: Engloba factores dependientes del estudiante que ejercen una presión para tener una conducta positiva o negativa para él: Es decir Actitudes y motivaciones ante el aprendizaje y rendimiento académico (opiniones, creencias, ideas relacionadas con el ámbito del conocimiento); factores intelectuales como la estructura cognitiva, disposición respecto al desarrollo, la capacidad intelectual, la práctica, y los materiales didácticos.

No se describe detalladamente cada uno de los factores de ambas categorías para no extender demasiado el contenido de este archivo, si desean pueden consultar la bibliografía de Alvarado.

Entre las problemáticas acentuadas que enfrentó el país debido al cambio de circunstancias a partir de la pandemia del SARS COV-2 iniciada a principios del año 2020, se pueden mencionar las dificultades económicas, diferentes estudios muestran el grado de afectación por la disminución de la actividad económica y el cierre de escuelas en el sector educativo, El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), refiere los siguientes datos.

Efectos económicos: Decremento; en el segundo trimestre del año 2020 el INEGI estimó, un decremento de 1.55 por ciento, cifra inferior al 0.14 por ciento del trimestre previo del crecimiento económico en el país.

La ocupación y empleo en periodo de contingencia a partir de abril de 2020 fue inferior en 12.3 puntos porcentuales a la de marzo del mismo año, principalmente por un estado de suspensión laboral temporal ocasionado por la cuarentena. La población ocupada con necesidad y disponibilidad de ofertar más tiempo de trabajo de lo que su ocupación les demanda pasó de 5.1 millones de personas en marzo de 2020 a 11 millones en abril del mismo año. El valor en el mes de abril se traduce en un incremento de 5.9 millones de personas subocupadas, 16.3 puntos porcentuales más respecto a marzo. En complemento, la población no ocupada con disponibilidad para trabajar, pero sin buscar activamente un empleo, paso de 5.9 millones en marzo de 2020 a 20 Millones de personas en abril de 2020.

Aunque el inicio de la pandemia fue duro, poco a poco la reactivación se manifiesta en el aumento de la participación de la ocupación en el comercio y los servicios, aunque en el sector secundario (actividades extractivas, de construcción y manufactura) disminuyó.

Las cifras más recientes sobre las condiciones económicas del país a inicios del año 2021 muestran que la recuperación ha sido lenta. Los principales resultados de la encuesta telefónica en el primer trimestre de 2021 respecto al mismo periodo de 2020 realizada por el INEGI resaltan algunas cifras:

- Una disminución de 1.6 millones de personas en la población Económica-mente Activa (PEA), al pasar de 57 millones a 55.4 millones
- La población ocupada representó una disminución de 2.1 millones
- Las personas ocupadas en actividades terciarias tienen el impacto mayor en el sector comercio y en el sector de restaurantes y servicios de alojamiento
- Las personas ocupadas en micro negocios disminuyeron, particularmente los que cuentan con establecimiento para operar, con 537 mil personas menos



- La población subocupada aumento 2.7 millones, al pasar de 4.6 a 7.3
- La tasa de desocupación aumento de 0.9 puntos porcentuales al pasar de 3.4, a 4.4% a nivel nacional. Las ciudades con mayor tasa de subutilización de la fuerza de trabajo en el primer trimestre de 2021 fueron Ciudad del Carmen con 42.6%, Ciudad de México con 42.3%

Efectos socioemocionales: El encierro, la restricción de movilidad, la incertidumbre, el estrés, la presión por la situación económica, la educación a distancia de manera improvisada, entre otros factores, causan situaciones difíciles durante la pandemia del COVID-19 para los miembros de la familia en distintos contextos. Cerca del 30% de las personas presentaron alguna dificultad emocional relacionada con el miedo al contagio, la pérdida de algún ser querido, los efectos del distanciamiento social, y la oleada de desempleo. Un grupo de alto riesgo pre-sentará síntomas de estrés postraumático, un incremento en el consumo de sustancias, o conductas asociadas al suicidio (Moreno J, 2020).

Violencia intrafamiliar: Diversas fuentes han estudiado los efectos sociales de la pandemia, el Senado de la República menciona el aumento de la violencia doméstica; de enero a marzo de 2020 existieron 3, 963, 866 llamadas procedentes al 911. De las cuales, las de seguridad representaron 60.68%, de tipo médico 14.16%, de asistencia 12.99%, de protección civil 6.69%, de otros servicios 4.59% y de servicios públicos 0.88%.

La violencia fue aumentando poco a poco desde marzo del 2020, este fue el mes en que se declaró pandemia por el COVID-19, se puede notar que en solo ese mes se incrementó bastante más que en otros años, casi duplicando lo que ve-nía sucediendo en años anterior.

UNICEF (2020) cita a Alma Guadarrama (IMER Noticias, 2020) quien menciona que las mujeres, los adultos mayores, los niños y adolescentes son los grupos poblacionales más vulnerables ante los diversos tipos de violencia que pueden experimentar en sus hogares, principalmente en el contexto urbano como la Ciudad de México, Guanajuato y Nuevo León, estados con la mayor incidencia de violencia familiar.

Violencia en el entorno digital: Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) cobraron mayor importancia durante la crisis del COVID-19. Si bien existe una deuda en materia de cobertura de Internet, el mundo digital es el mejor puente para la continuidad de actividades cotidianas como la educación, el trabajo y la comunicación (Trucco y Palma, 2020). Empero, una mayor exposición al entorno digital puede a su vez elevar la exposición a riesgos inherentes a las TIC, tales como el ciberacoso o la violencia sexual, de los que pueden ser víctimas niñas, niños y adolescentes (EUROPOL, 2020).

En las sesiones por videoconferencia se identifican algunas conductas de tipo violenta como faltas de respeto hacia el profesor y el grupo, apatía, encender el micrófono para interrumpir, invasión de la clase de personas ajenas al grupo, enviar mensajes agresivos por mensajería, etc. las cuales dificultaron más la labor docente.

La importancia de mencionar las cifras y datos estadísticos mostrados anterior-mente radica en que representan la situación externa al ambiente educativo que pueden estar atravesando los estudiantes del nivel medio superior quienes en algunos casos han tenido que integrarse a alguna actividad económica para apoyar el sustente de la familia, han perdido a seres queridos, o están en problemas emocionales, todo lo cual les dificulta el mantenerse activos o motivados para seguir teniendo un buen desempeño académico, y para establecer un contraste con las respuestas de los estudiantes del CECyT 7 en el cuestionario de recolección de datos.

La siguiente tabla número 1 muestra las condiciones sociodemográficas de los estudiantes:

Tabla 1. Características sociodemográficas

Edad: 91.1% tiene entre 15- 17 años, 8% tiene de 18-20 años
Sexo: 63.3% son hombres y 36.7 % son mujeres
La mayoría de los estudiantes viven en la Delegación Iztapalapa, Ixtapaluca, Chimalhuacán, Nezahualcóyotl, Chalco, Tláhuac, y Valle de Chalco.
Carrera: 51.6% Tronco común, 17.1% Mantenimiento industrial, 13.4% Mantenimiento Industrial, 12.9% Construcción y 5% de Aeronáutica, Automotriz y Soldadura
El promedio actual de los estudiantes: 82% tiene un promedio de ocho o más de calificaciones.
Semestre: 63.3% segundo semestre, 35% cuarto semestre, 1.7% sexto semestre

#### Resultados del diagnóstico en las variables externas

En la tabla número 2 podemos notar que la situación económica no representa un factor determinante que genere conductas negativas para el aprendizaje, a pesar de la situación de decremento económico a nivel Nacional. Sin embargo en lo relacionado con la tecnología utilizada es de notar que un 50% se conecta en el celular.

Tabla 2. Factores sociales

Clase social: 78.9% clase Media, 20.8 % clase baja	92.6% sí cuenta con los medios tecnológicos para tomar clases en línea, 7.4% no
--	---



84.6% no trabaja actualmente, 15.4% sí lo hace	El dispositivo usado para tomar clases: 50.4% el celular, 47.6% computadora
Dependientes económicos: el 97% de los estudiantes no tienen dependientes económicos	11. ¿Tus circunstancias económicas, influyeron en tu deseo de mantenerte en tus estudios a distancia? 37.5% dijo que a veces, 17.9% que con frecuencia, 17.1% que nunca, 15.1% que casi nunca y 12.4% siempre.

Los resultados enlistados en la tabla 3 destacan una situación favorable respecto a la calidad de la enseñanza en el CECyT 7, así como en los apoyos de orientación vocacional y becas proporcionados.

Tabla 3. Factores escolares:

Beca: 83.4% sí tiene beca y 16.6% no tiene beca	68.7% piensa que CASI TODOS sus profesores están preparados para la materia que imparten, 26.1% piensa que TODOS están preparados.
Orientación vocacional para elegir la carrera: 73.9% sí la recibió, 26.1% No la recibió	62.3% piensa que el nivel de enseñanza de la escuela es bueno, 18.9% que es excelente y 17.4% que es regular y 1.5% que es malo.
64.3% eligió como primera opción el CECyT 7	¿Se aprende menos en línea que de forma presencial?: 60.3% está totalmente de acuerdo, 28% un poco de acuerdo, 6.2% un poco de acuerdo, 5% dice que se aprende igual.
35.5% está en la carrera que realmente les gusta, el 19.4% primero escogió la escuela y después la carrera, al 16.9% le gusta el plan de estudios y 10.7% escogió una carrera que se parece a la que quería.	Si tu respuesta a la pregunta anterior fue el inciso a, b o c ¿cuál crees que sea la razón principal?: 30% dice que hay falta de relación de conocimiento nuevo con el previo, 20.6% que el estudiante no selecciona, organiza, y transforma la información, 16.1% por el ambiente tecnológico, 16.9% falta de compromiso.

Respecto a los factores familiares en la tabla 4 sobresale el hecho del apoyo dado a los estudiantes para continuar en la escuela y que no se les exige más, que hacer limpieza en el hogar aparte de estudiar.

Tabla 4. Factores familiares

66.3% vive con ambos padres, 27.3% con la madre y 5.5% con el padre	72.7% le exigen tener buenas calificaciones, al 27.3 % no se lo exigen
97.8% tiene el apoyo de su familia en sus estudios, y 2.2% no lo tiene.	¿Qué expectativas tiene tu familia para cuando termines la carrera? 88.6% que continúe estudiando, 7.9% que busque trabajo
73.4% además de estudiar hace limpieza en su casa, 11.4% cuida a sus hermanos u otro familiar, 8.2% ninguna otra obligación, 4% aportar dinero al hogar.	¿Crees que tu familia influye en tu aprendizaje? 54.3% dice que sí y 30.5% tal vez, 15.1% dice que no.
Lugar en el que hacen su tarea: 45.9% en su habitación, 25.8% en la sala-comedor, 21.6% no tiene un lugar específico, 6.5% en un cuarto de estudio.	Nivel de estudios de la madre: 39% preparatoria, 25.8% secundaria, 16.1% universidad, 8.4% primaria, 7.2% especialidad, 2.7 posgrado, 0.7% ninguno
Relaciones familiares: 50.4% tiene buena relación, 26.1% regulares, 18.4% excelentes y 5.2% malas.	Nivel de estudios del padre: 39.8% preparatoria, 24.1% secundaria, 17.9% universidad, 6.2% primaria, 5.2% especialidad, 3.7% posgrado, 3% ninguno.
Opinión de la familia de que esté estudiando: 88.6% es bueno que te superes, 8.2% no opina nada al respecto, 2% no tiene importancia que lo haga.	

*Resultados del diagnóstico en las variables intrapersonales.*

En la tabla número 5, donde se presentan los resultados correspondientes a las variables intrapersonales, predomina la necesidad de hacer actividades para cuidar la salud física y emocional, mejorar en la organización del tiempo, manejo de estrés y emociones, mejorar los hábitos de estudio, y por último establecer relaciones entre conocimientos nuevos y previos, que contribuyan a aprender más a pesar de estar estudiando vía remota, ya que el 60% de los estudiantes considera que aprende menos bajo esta modalidad.

Tabla 5. Factores intrapersonales

¿Qué factores crees que contribuyen a tu aprendizaje?: en primer lugar está la opción de “mis ganas de superarme”, en segundo, la preparación de los profesores, en tercero las actividades extracurriculares, y por último las relaciones saludables.	El aspecto que influyo de forma positiva en la motivación es: 50.1% familia, 20.6% social, 19.1% emocional, 10.2% económico.
	40.2% si hacia alguna actividad para cuidar su salud, 38.7% a veces, 21.1% no hacía nada.
¿Cuáles crees que los obstaculizan?: 40.9% dijo que la falta de tiempo, 20.3% dijo que el trabajo u otra actividad extra, 18.1% la preparación de los profesores, 8.2% actividades extra curriculares, 6% relaciones familiares.	Las situaciones que se presentaron con más frecuencia durante la clase en línea son: en primer lugar la falta de participación, en segundo las fallas tecnológicas, tercero, no se prenden las cámaras, y por último interrupciones irrespetuosas.
Horas diarias dedicadas a la tarea: 59.9% de 3 a 5 horas, 28.5% más de cinco horas, 19.9% de una a dos horas.	Los estudiantes no prenden su cámara por vergüenza 43.4%, apatía o flojera 24.6%, miedo 19.1%, fallas tecnológicas 7.9%, no estudio 5%,
El nivel en que la pandemia afectó a la disposición a estudiar: 39.7% considerablemente, 27.3% poco, 14.6% mucho, 12.4% casi nada, 6% nada.	53.6% no duerme 8 horas diarias, 30.3% a veces, 16.1% SI
	46.7% a veces aplica un método de estudio para aprender y concentrarse, 36% No y 17.4 Si
Durante este tiempo de pandemia al estudiar te sentías estresado: 41.9% siempre, 35.5% casi siempre, 17.9% a veces, 4.7% pocas veces	46.4% no tiene un horario de estudio, 29.8% a veces y 23.8% sí
	57.1% a veces tiene una buena preparación para el examen, 24.8% si, y 18.1% no.
Los aspectos negativos de la motivación a estudiar son: 60.8% lo emocional, 18.1% lo económico, 13.9% lo social, 7.2% familia.	73.2% sabe buscar información en internet, 28.6% talvez y 3.2% no sabe
59.8% dice que participar activamente en las propuestas de tus compañeros y profesores y 40.2% no.	63.8% consideras su tiempo de aprendizaje como digno de ser vivido con intensidad, 36.2% no.
73.9% trabajar personalmente para profundizar en la comprensión de los contenidos 26.1% no.	85.6% piensas que la asistencia a clase es muy importante para orientarse en su proceso de estudio, 14.4% no.
91.8% piensa que el profesor es alguien de quien puede servirte para aprender.	72.5% no trata de relacionarse con los profesores
73.9% no trata de relacionarse con otros estudiantes en el extranjero.	75.4% trata de leer revistas y publicaciones con temas que te interesan en la actualidad.

**Conclusiones**

-Las variables externas representan un detonador poco significativo de conductas y comportamientos negativos hacia el aprendizaje, por ejemplo la economía, familia, la calidad de la enseñanza, el profesor; según los resultados no son condiciones excelentes pero sí favorables en vista de las circunstancias actuales.

-El apoyo que requieren los estudiantes principalmente está encaminado a disminuir el impacto de factores intrapersonales que incluyen la salud física y emocional, mejorar en la organización del tiempo, manejo de estrés y emociones, mejorar los hábitos de estudio, y establecer relaciones entre conocimientos nuevos y previos.

-Se requiere aumentar la motivación a participar y perder la “vergüenza” a expresarse y presentarse frente a la cámara durante la clase a pesar no contar con las condiciones de espacio en sus casas y de conectividad que lo dificultan.

-El aspecto que mayormente influye de manera negativa en la motivación a estudiar es el emocional, incluso más que el social, económico o familiar.

-Una de las conductas predominantes es la falta de participación e integración al trabajo individual y colaborativo durante la clase vía remota, incluso más que las fallas tecnológicas las cuales no representaron un problema significativo. Seguido de que en algunas ocasiones no utilizan el espacio destinado a estudiar, sino algo más cómodo, como el sofá o la cama, y conectarse tarde a clase.

### Referencias bibliográficas

- Ausubel, D. (1978). *Psicología Educativa*. México: Trillas, P. 769.
- Ballester, A. (2002). El aprendizaje significativo en la práctica. Como hacer el aprendizaje significativo en el aula. P. 192
- Correa, D., Abarca, G., Baños, C., y Aorca, S., (2019). "Actitud y aptitud en el proceso del aprendizaje", *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo* junio 2019. En línea:<https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/actitud-aptitud-aprendizaje.html/hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1906actitud-aptitud-aprendizaje>
- Díaz Barriga, F. Hernández, G. (1999). *Constructivismo y Aprendizaje Significativo. Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. México McGraw Hill; P. 13-19.
- García, A. (2010) Variables Situacionales que influyen en el Aprendizaje. En: *El Paradigma de la Educación Centrada en el Aprendizaje* [sede web]. El triángulo Didáctico [consultado 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://www.carlosgarciaalvarado.com/conalep/Teoria/TeoriaECA4.htm>
- Gargallo, B., Pérez, C., Serra, B., Sánchez F. Y Ros, I. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación* (online), número 42/1-25 de Febrero de 2007. Editor: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación y la Cultura (OEI). ISSN 1681-5653. Recuperado de: <http://.rieoei.org/investigacion/1537Gargallo.pdf> el 11 de junio del 2021.
- Gómez, C, Sánchez, M. (2020). Violencia familiar en tiempos de COVID. Colecciones 2. Serie "Mirada Legislativa" Instituto Belisario Domínguez, Senado de la república (consulta-do el 10 de junio 2020) Disponible en <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/4891>
- INEGI. (2020). Encuesta nacional de ocupación y empleo (ETOE). Consultado el 4 de Junio de 2020 Disponible en:<https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/#Tabulados>
- Inmaculada, M. Rius, M. (2010). Comportamientos y Conductas de nuestro alumnado. *Revista online. Temas para la Educación.* - N° 11 - Noviembre 2010 - 010
- Moreno, J. (2020). El impacto emocional de la pandemia por covid 19. Guía Impacto psicológico. Sitio web: [https://madridsalud.es/wp-content/uploads/2020/06/GuiaImpactopsicologico.pdf?fbclid=IwAR02Tkps1de11\\_hiPizk4bUzXozaMmgbNscyeWisJAKg01VRahoEQxN3HY](https://madridsalud.es/wp-content/uploads/2020/06/GuiaImpactopsicologico.pdf?fbclid=IwAR02Tkps1de11_hiPizk4bUzXozaMmgbNscyeWisJAKg01VRahoEQxN3HY)
- Najat Maalla M'jid, (2020). Informe Violencia contra niñas, niños y adolescentes en tiempos de COVID-19. CEPAL, UNICEF. Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/media/19611/file/violencia-contra-nna-en-tiempos-de-covid19.pdf>
- Secretaría de Gobernación. (2020). Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública al cuarto trimestre de 2020, México comunicado no. 004. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/609735/Comunicado\\_No\\_004.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/609735/Comunicado_No_004.pdf)
- Trucco, D., Palma, A. (2020). Infancia y adolescencia en la era digital: un informe comparativo de los estudios de Kids Online del Brasil, Chile, Costa Rica y el Uruguay. LC/TS.2020/18/REV.1 166 p. Editorial: CEPAL Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45212-infancia-adolescencia-la-era-digital-un-informe-comparativo-estudios-kids-online>

# El Estudiante ante los Retos de la Escuela Ausente: El Caso del Centro de Estudios Científicos No. 1 del Instituto Politécnico Nacional

Monserrat Nieto Cuevas ME<sup>1</sup>, Marijose Garcés Chimalpopoca<sup>2</sup>,  
Oliver Sebastián Molina Cuevas<sup>3</sup>

**Resumen**— La pandemia COVID-19 ha ocasionado transformaciones e incluso rupturas en amplios sectores de la sociedad; el contexto educativo ha sido uno de los más afectados. La propuesta de educación en contextos virtuales mal nombrada “modalidad de educación a distancia” fundamentada en el mero soporte digital, fue la forma de ofrecer soluciones. En estas líneas se presenta una reflexión sobre las percepciones del docente-estudiantil respecto a esta forma de dar continuidad a la educación; posteriormente se describe cómo fue atendido el panorama en el NMS del Instituto Politécnico Nacional y la forma en que se atendió mayoritariamente la respuesta educativa a través de la propuesta de emergencia en virtual que se aleja de lo apropiado en diseños y desarrollos de una modalidad a distancia. Hay fallas presentadas, así como percepciones negativas por parte de estudiantes, docentes y familias, algunos de los segundos, renuentes a estos formatos más novedosos. Finalmente se aborda la problemática más reciente: los tiempos post confinamiento, en los que se planifican sugerencias sobre cómo abordar la educación a través de soluciones de hibridación, con formatos integrados y flexibles.  
(no más de 150 palabras en el resumen).

**Palabras clave**—contexto de aprendizaje virtual, modalidad educativa híbrida, estrategias de enseñanza aprendizaje.

## Introducción

A un año y medio del comienzo del confinamiento por la pandemia de la COVID 19, tanto profesores como estudiantes guardamos un sentimiento de pérdida, pérdida de nuestros espacios, de nuestras rutinas áulicas, de nuestra modalidad y objetivos educativos; si bien es cierto que al inicio del confinamiento la noticia nos supo a un adelanto del periodo vacacional y que incluso llegado el inicio del siguiente ciclo escolar, algunos nos sentimos cómodos con la propuesta de estudio desde casa, bastó con experimentar los primeros signos del aula ausente para entender que aún y con todos los esfuerzos de docentes, estudiantes y familias, el aprendizaje no se consolidaría de la misma forma que estando dentro del aula, interactuando y comunicándonos de forma directa con nuestros compañeros y profesores.

Es preciso analizar qué y por qué se echa en falta, a la vez que es necesario escudriñar qué impactos ha tenido el intento de adaptación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en las aulas de Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional.

Cabe señalar que la oferta educativa del IPN es el Bachillerato bivalente, Programas de Licenciatura para el Nivel Superior y programas educación de Postgrado; la modalidad por excelencia es la Escolarizada, sin embargo, algunos de sus programas desde el NMS hasta el Postgrado se ofertan en Modalidad No escolarizada y Mixta. Estas modalidades están sustentadas en el Modelo Académico Institucional y son abordadas en planes y programas académicos; a través de metodologías y estrategias para la enseñanza y el aprendizaje, es decir, la improvisación no tiene cabida en la instrumentación de dicho modelo; sin embargo, y con precisión, desde septiembre del 2020, los profesores se vieron en la necesidad de ajustar sus prácticas educativas bajo la propuesta de un contexto de aprendizaje en línea, llamado incluso por la autoridad institucional “Modalidad” y/o “Modelo”; así mismo los alumnos nos vimos en la necesidad de dar continuidad a nuestra formación bajo esta, aunque esforzada en la mayoría de los casos, improvisación educativa.

El presente artículo describirá aquellos retos a los que se enfrentaron tanto docentes como alumnos del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 1 al adecuar su práctica a la propuesta de educación en línea.

## La educación politécnica ante el confinamiento por la COVID-19

*Estrategia Institucional para dar continuidad a los procesos educativos*

En marzo del 2020, la autoridad politécnica lanzó su comunicado de suspensión de clases, dejando a la comunidad con la incertidumbre respecto al significado del cierre de Unidades Académicas y Centros de trabajo,

<sup>1</sup> Monserrat Nieto Cuevas ME es Profesora-Investigadora del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 1 del Instituto Politécnico Nacional, México. [mnietoc@ipn.mx](mailto:mnietoc@ipn.mx)

<sup>2</sup> Marijose Garcés Chimalpopoca es alumna del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 1 del Instituto Politécnico Nacional, México. [mgarcesc1900@alumno.ipn.mx](mailto:mgarcesc1900@alumno.ipn.mx)  
[lbeltran@tecnoac.mx](mailto:lbeltran@tecnoac.mx)

<sup>3</sup> Oliver Sebastián Molina Cuevas es alumno de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional, México. [omolinac1400@alumno.ipn.mx](mailto:omolinac1400@alumno.ipn.mx)

pudiéndose interpretar como un periodo vacacional adelantado, una suspensión provisional o incluso el final del periodo escolar. En el caso del Nivel Medio Superior, el periodo escolar se encontraba previo a la segunda evaluación marcada en el calendario. Dos meses después del comunicado de suspensión de labores, la autoridad institucional publicó el documento de trabajo titulado “Plan de Reanudación y conclusión del semestre 2020-2”<sup>4</sup> en el por primera vez se denomina a la forma de dar continuidad al proceso de enseñanza-aprendizaje “Modalidad a distancia”, sin la aclaración y mucho menos la distinción entre la ya existente modalidad en el IPN. El Instituto Politécnico Nacional, con el propósito de reforzar la continuidad académica, propone una estrategia basada en la colaboración de todos los actores participantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje, para que se sumen al esfuerzo de apoyar en el desarrollo de las actividades en la modalidad a distancia. (IPN, 2020)

Los docentes de las distintas Unidades Académicas, algunos por mera iniciativa, otros conminados por la autoridad, implementaron estrategias para dar conclusión a dicho periodo escolar. Entre dichas estrategias figuraron el envío y evaluación de actividades por parte de los docentes, la habilitación de canales de comunicación síncronos y asíncronos para mantener comunicación con los alumnos y en el mejor de los casos, la continuidad de las estrategias de enseñanza-aprendizaje a través de plataformas educativas habilitadas previamente. La heterogeneidad de estrategias tuvo un impacto poco favorable no sólo en el aprendizaje de los alumnos, sino incluso en su actitud respecto a las variadas formas de sus distintos profesores, mostrando inconformidad, en algunos casos, por la exigencia de un profesor respecto a tener que dar continuidad a las sesiones de clase (ahora en línea) mientras que otros sólo pedían la elaboración de algunas evidencias para dar alcance al mismo fin, aprobar la Unidad de aprendizaje.

Los esfuerzos colegiados fueron la clave para concluir con el periodo académico intentando no mermar la calidad del proceso educativo, sin embargo, algo era contundente, el proceso estuvo marcado por dos premisas: la falta de recursos tecnológicos y la falta de competencias digitales, tanto por parte del docente como del alumno.

En el CECyT No. 1 se implementó una estrategia de trabajo conjunto, siendo la autoridad la encargada de comunicar en tiempo y forma los acuerdos institucionales, mientras los docentes dieron continuidad y cierre al semestre, incluyendo como estrategia cursos de recuperación en casi todas las Unidades de aprendizaje, que impactó positivamente en los índices de aprobación, no pudiéndose asegurar lo mismo en cuanto al nivel de logro de aprendizajes. Posteriormente y durante el periodo intersemestral, el Instituto Politécnico Nacional apremió la formación de la planta docente y en general de su personal, con el convenio para operar la licencia de Microsoft 365, inició un periodo de capacitación para el uso de la plataforma educativa Teams, siendo ésta una estrategia que permitió fortalecer las competencias digitales para el personal del instituto; además de ésta, el instituto fortaleció la oferta de acciones de formación para docentes, personal administrativo y directivo con temáticas relacionadas con el uso de herramientas digitales, producción de materiales y recursos didácticos, entre otras que perseguían en conjunto preparar al Instituto para las condiciones que el contexto requeriría en lo adelante. En septiembre del 2020 el NMS del IPN dio inicio a su periodo escolar 2021-1, con mucha más conciencia por parte de la comunidad acerca del reto que habría que enfrentar, no sólo educación a distancia, sino todos los procesos de gestión, administración tendrían que continuarse de forma no presencial.

Han sido muchos los retos por superar y también muchas las áreas de oportunidad por atender las que han traído a la comunidad académica del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 1 “Gonzalo Vázquez Vela” hasta el inicio del periodo semestral 2022-1 que ha dado comienzo con mayores fortalezas respecto a los inicios de la propuesta de educación en línea, pero no con menos coyunturas que deban ser atendidas para impactar a favor de la calidad educativa; por referir algunos procesos importantes que se han concretado desde marzo del 2020 hasta junio agosto del 2021 podemos referir: a) Ingreso de dos generaciones con una matrícula mayor a 1700 alumnos b) Elección de carrera técnica de dos generaciones c) Concreción de la creación de la nueva carrera de Técnico en Mecatrónica d) Egreso de dos generaciones e) Continuidad de los programas institucionales de Titulación, Servicio social y Tutorías g) Continuidad de programas de apoyo a la investigación, entre otros muchos procesos académico-administrativos que se han atendido de forma virtual.

### *Innovación disruptiva*

Resulta especialmente complejo para la educación superior, sobre todo cuando consideramos que cada universidad se encuentra en una etapa distinta: mientras que por un lado están las universidades que han conseguido adoptar un modelo totalmente híbrido entre lo presencial y lo virtual, para las que muy probablemente no resultó gran problema mudar sus facilidades educativas a plataformas virtuales al suspenderse las labores presenciales, en el otro

<sup>4</sup> PLAN DE REANUDACIÓN Y CONCLUSIÓN DEL SEMESTRE 2020-2. Procedimiento de Trabajo por Actores. El documento describe las actividades a desarrollar por cada uno de los actores involucrados en el Plan de Reanudación y Conclusión del Semestre 2020-2. DOCUMENTO DE TRABAJO



extremo existen universidades para las que las herramientas virtuales no pasaron de ser meros accesorios, y las que, es entendible, sufrieron especialmente los estragos de tener que adoptar medidas de emergencia. (Altamirano, 2020)

Altamirano en su artículo “La pandemia de covid-19 como puerta de acceso para la innovación disruptiva” apunta a que pensar en este término no puede hacerse separado de las distopías que esto conlleva, hablamos de desigualdad, ya no entre las diversas Universidades, sino de marcadas diferencias entre la comunidad académica dentro de una misma Institución. Comenzando con los alumnos dichas diferencias abarcan desde su proceso de ingreso a la Institución hasta la culminación de su formación, marcada cada una de las etapas por condiciones particulares; en el proceso de ingreso como los que Pérez y Villaruel (2016) expone, y que incluyen el género del aspirante, su localidad de origen y el nivel de escolaridad de sus padres. Influyen también, de acuerdo con López (2019), en la permanencia de los educandos, cuya trayectoria puede verse expuesta a factores socioeconómicos, sociodemográficos, el tiempo disponible que tienen para dedicar a sus estudios, la realización de actividades laborales y su origen social. Factores sociales muy similares a los ya mencionados perduran en la etapa de egreso e incorporación laboral, según Meijer y Navarro (2009), quienes consideran solamente el género como un obstáculo superado en lo que a la culminación de estudios universitarios concierne, no siendo así en la incorporación al mercado laboral, donde el género persiste como una desigualdad dentro de diversos sectores laborales. (Altamirano, 2020).

Desde la postura del docente estas disparidades no son menores, pensado desde la forma de contratación bajo la que desempeñan su labor hasta condiciones personales que marcan sin duda su desempeño profesional. Estas características por sí solas hacen diferencia en la práctica docente bajo una modalidad sistematizada, ahora si trasladamos esa sistematización a una improvisación para la continuidad del proceso de enseñanza, es muy probable que las atenuantes diferencias impacten exponencialmente en los resultados de dicha práctica.

Vale la pena señalar las características principales de la planta Docente del CECyT 1, mismas que permiten establecer premisas en torno a: a) Uso cotidiano y dominio de las TIC para la práctica educativa (considerando como criterio la edad del docente y los años de antigüedad en el Instituto) b) Tiempo del que disponen para dedicar a la atención de actividades docentes que por la características de enseñanza en línea hoy se requiere de mayor inversión de minutos (considerando la atención asíncrona a alumnos, padres de familia y actividades de descarga complementarias). Actualmente, la unidad académica cuenta con una planta de 230 docentes, esto incluye 5 docentes interinos: (4 hombres y 1 mujer).

Rango de edad	Hombres	Mujeres
24 o menos	0	0
25 a 29	0	0
30 a 34	8	14
35 a 39	9	17
40 a 44	17	22
45 a 49	11	20
50 a 54	26	16
55 a 59	21	7
60 a 64	27	5
65 o más	10	9
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>101</b>

Tabla 1. Distribución de docentes por edad (octubre de 2018)  
Fuente: PIFIE CECyT No. 1 “GVV”<sup>5</sup>

Es importante subrayar que el grueso de la población de hombres que conforman la planta docente del CECyT, se encuentra en el rango de 50 a 64 años de edad, mientras que, para las mujeres, la mayor parte de la población está en el rango de edad de los 30 a 54 años.

Tipo de contratación	Hombres	Mujeres	Total
Asignatura	37	26	63
½ Tiempo	35	34	69
⅓ de tiempo	17	19	36
Tiempo completo	40	22	62
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>101</b>	<b>230</b>

Tabla 2. Distribución de docentes por tipo de contratación (octubre de 2018)  
Fuente: PIFIE CECyT No. 1 “GVV”

<sup>5</sup> Programa para el Impulso y Fomento a la Innovación Educativa en el CECyT No. 1 “Gonzalo Vázquez Vela”



Por otra parte, es importante también tener en cuenta las características de la población estudiantil del CECyT No. 1, debido a que como se ha referido previamente, éstas son condicionantes en su proceso formativo. Se realizó la aplicación del cuestionario a una muestra de 711 alumnos de ambos turnos, cuyas respuestas nos permiten retomar datos importantes para caracterizar a la población en general, empezando por el rango de edad, en donde predomina la población de nuevo ingreso, con edades de entre 14 a 16 años, como se muestra en la gráfica siguiente. (IPN, 2019)



Ilustración 1 Rango de edad de alumnos encuestados (octubre de 2018)  
Fuente: PIFIE CECyT No. 1 “GVV”

Se piden mínimo 89<sup>6</sup> aciertos para ingresar al CECyT No. 1 “Gonzalo Vázquez Vela”, donde se espera que los alumnos que alcanzan el puntaje para ingresar, cuenten con la madurez, valores y conocimientos necesarios para desempeñarse y desarrollarse integralmente en el IPN (COMIPEMS, s.f.). De la muestra mencionada, se tiene que la mayor parte de la misma proviene de escuela de sector público, y una parte mínima del sector privado; la mayor parte reside en la ciudad de México, pero más del 40% residen en el Estado de México, (...) es diverso en relación al municipio de origen; (...) (IPN, 2019).

Otro factor importante y que no puede pasarse por alto radica en el tema de “Accesibilidad”, referido este al acceso que los alumnos del CECyT No. 1 tienen tanto al equipo tecnológico como a los servicios de conectividad. Esta característica será referida en otro apartado de este artículo. Tal como las personas replantearon prioridades ante el apremiante reto que la pandemia ha significado, las instituciones educativas se vieron en la necesidad de decidir qué importancia tienen algunos de sus procesos sobre otros, tomando como referente la retención y el éxito estudiantil como predominantes que están estrechamente vinculadas con las desigualdades anteriormente referidas.

#### *Aciertos y retos de la comunidad del CECyT No. 1*

Por más utópico que suene uno de los más importantes objetivos de implementar una innovación disruptiva en el ámbito educativo es cerrar estas brechas, incluso se plantea como premisa que para lograr dicho objetivo el correcto uso de las tecnologías de la información es uno de sus principales aliados.

Si se habla de aciertos, estos han sido contados, pero existentes bajo la propuesta de educación en línea con la que han venido operando los *procesos académicos* en el IPN; específicamente en el CECyT 1, por referir algunos:

- Formación permanente para todo el personal en temas de competencias digitales.
- Disposición de equipos de cómputo para dar apoyo a personal docente y estudiantes en condiciones poco favorables.
- Identificación de estudiantes con capacidades diferentes (visuales y auditivas) y su correspondiente tratamiento con apoyo del personal docente.
- Continuidad a los programas institucionales (académicos y administrativos) en línea.
- Planificación y gestión de trámites presenciales poniendo en práctica las medidas de seguridad previstas por la autoridad sanitaria.
- Operación de los Centros y Unidades de forma presencial (con actividades esenciales) poniendo en práctica las medidas de seguridad previstas por la autoridad sanitaria.
- Adecuación del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos virtuales.
- Planificación de estrategias de enseñanza-aprendizaje pertinentes a las metodologías de aprendizaje activo.
- Diseño de recursos y materiales para formar parte del repositorio digital institucional.
- Disposición de la mayoría de los profesores para dar atención en tiempo y forma a las necesidades de aprendizaje de los alumnos.
- Adecuación de espacios en casa por parte de profesores y estudiantes para dar continuidad a las actividades académicas.

<sup>6</sup> Este puntaje se modifica de acuerdo con la demanda estudiantil y al número de aciertos obtenido en cada proceso de admisión

Por otra parte, se hallan los retos y áreas de oportunidad que requieren ser atendidas en breve si lo que se persigue es impactar positivamente en la calidad educativa algunas de estos retos son:

- Consolidar integralmente una modalidad educativa pertinente a los tiempos que estamos viviendo y que obligan a la innovación disruptiva.
- Reestructurar los planes y programas académicos atendiendo a una modalidad educativa híbrida.

En tanto la consolidación de un modelo académico híbrido, es imprescindible la profesionalización docente; apoyada en elementos metodológicos y pedagógicos, que incorporen los conocimientos, para desarrollar, mejorar y transformar su práctica docente y favorecer el aprendizaje de los estudiantes desde los ambientes virtuales acordes a la situación actual que enfrentan los sistemas educativos debido a la pandemia, con acciones como:

- Los grupos colegiados (Academias) tomen acuerdos en cuanto a la reducción de contenidos dentro de los programas de estudio, que permitan el logro de los aprendizajes, en el entendido de que no se pueden reproducir las formas de la práctica educativa en una modalidad escolarizada que en una modalidad que mediará las sesiones presenciales y las sesiones en línea o propiamente en línea como se está viviendo en la actualidad.
- Se adecuen espacios de interacción académica homogéneos, que den claridad a los estudiantes de que los profesores guían sus esfuerzos de enseñanza sustentados en el Modelo Educativo Institucional.
- Se atiendan oportunamente los trámites y servicios que complementan la trayectoria del estudiante.
- Se creen canales comunicativos que permitan la atención oportuna a los estudiantes por parte de los docentes.
- Diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje pertinentes.
- Diseñar estrategias de evaluación objetivas y pertinentes.
- Trabajar en el fomento de las habilidades blandas o sociales como la autogestión, la comunicación, manejo del tiempo, autodesarrollo, autoconocimiento, pensamiento analítico y crítico, trabajo colaborativo, entre otras que permitan a los alumnos construir de forma eficiente sus aprendizajes en contextos virtuales.

### *Accesibilidad y perspectiva estudiantil*

Durante el periodo semestral 2021-B, preocupados por el tema de accesibilidad y conectividad, algunos docentes incluyeron como parte de su diagnóstico instrumentos que les permitieran visualizar las condiciones en la que se hallaban sus alumnos, tal es el caso de los profesora Monserrat Nieto Cuevas, profesora de la Academia de Lengua y Comunicación, quien diseñó a manera de encuesta un instrumento que arrojó los siguientes resultados<sup>7</sup>:

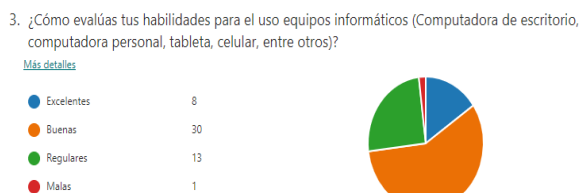


Ilustración 2. Percepción estudiantil de sus habilidades digitales  
Fuente Propia

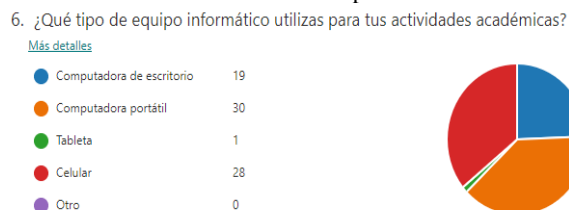


Ilustración 3 Tipo de Equipo informático  
Fuente propia

<sup>7</sup> Instrumento Herramientas digitales y conectividad (Expresión oral y escrita II 2IM02). Se toma como muestra 1 grupo de segundo semestre conformado por 52 alumnos.

10. ¿Con cuántas personas compartes el equipo informático que usas para tus actividades académicas?

[Más detalles](#)

1 persona	1
2 personas	6
3 personas	2
Más de 3 personas	1



Ilustración 4 Usuarios con quienes el alumno comparte equipo digital  
Fuente propia

Los datos anteriores nos permiten observar algunos retos más a los que se enfrentan los alumnos del CECyT No. 1, sin mencionar los problemas de conectividad ya sea por no contar con servicio en casa o bien por los planes limitados de contratación del servicio.

### Conclusiones

No queda duda de que la educación, al menos en la forma en la que la conocemos ha muerto. Pasar abruptamente de un modelo presencial a uno completamente virtual evidenció su decadencia, pero también ayudó a asimilar esta situación como una puerta de acceso a estrategias como la innovación; esta puerta de acceso no implica que el futuro de la educación, desde una perspectiva híbrida, será igual a la situación atropellada que hemos vivido gracias a la emergencia sanitaria, sino que es la prueba exacta que se necesitaba para entender que la educación en línea llegó para quedarse. Además, contrario a las estrategias de emergencia que se tuvieron que adoptar para dar continuidad a los semestres posteriores al inicio del confinamiento, se presentó una oportunidad valiosa, quizá sin precedentes, para planear, preparar, darle forma y perfeccionar la experiencia educativa futura. La actual etapa de emergencia requiere que los actores que influyen en el sistema educativo, desde los educandos y sus familias, hasta el gobierno, demuestren empatía, flexibilidad y solidaridad. Esta emergencia sanitaria ha traído consigo dialécticas que buscan descubrir las enseñanzas que la situación actual traerá consigo a largo plazo, esperando así estar un paso adelante de lo que se avecina ante la consecuente etapa de transición y la inevitable etapa de transformación de diversos sectores de la vida social.

### Referencias bibliográficas

#### I. BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, M. G. (2020). *IPN*. Obtenido de <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/docencia-politecnica/docencia-politecnica-5/Docencia-Politecnica-No-5.pdf>
- IPN. (2019). Programa para el Impulso y Fomento de la Innovación educativa en el CECyT No. 1 "Gonzalo Vázquez Vela". México, México.
- IPN. (18 de mayo de 2020). *IPN*. Obtenido de <https://elementosdeaprendizaje.ipn.mx/recursos/guias/PlandeReanudacionyConclusiondelSemestre2020-2.pdf>
- Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo Modelo Educativo y Académico. Del IPN, 2002
- SEMS (2008). Competencias que expresan el perfil del docente de la Educación Media Superior, Documento interno. Subsecretaría de educación media superior. México: SEP.

## Características Morfométricas de las Gallinas Autóctonas del Municipio de Nautla, Veracruz

M.V.Z. Sergio Omar Nieto Rosaliano<sup>1</sup>, Ing. Miguel Ángel González Salas<sup>2</sup>,  
Dra. Mayte Catalina Villalobos Fortun<sup>3</sup> Dra. Claudia Medina Rivera<sup>4</sup>, Lic. Luis Abner Sobrevilla Chamorro,  
Dr. Yoshimar Martínez Pando, Lic. Luis Ricardo Villalobos Fortun.

**Resumen**— El objetivo es evaluar la variabilidad Morfométricas, faneróptica y zoométrica de poblacionales de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) en tres localidades del municipio de Nautla, Veracruz., Ya que gracias a su adaptabilidad se pueden observar variedad de fenotipos como el color del plumaje, la piel, las cañas, la cresta, los huevos, En la comunidad de La Isla de Chapachapa, Cerro Dos Hermanos y La Unión, Se realizó en hogares que contaban con aves reproductoras de traspatio, para tomar las mediciones correspondientes. Posteriormente se realizó la evaluación de las características zoométricas: tamaño del pico, tamaño de la cabeza, tamaño del cuello, entre otras, de los cuales se tomaron solo, de animales adultos mayores de 12 meses, dando un total de 80 aves muestreadas 67 hembras y 13 machos, en un rango desde 1.2 kg a 3.0 kg, los colores del plumaje que más predominan son eumelanina (negro), feomelanina (rojo).

**Palabras clave**— Gallina criolla, Morfológicas, Faneróptica, Patrones, Plumaje

### Introducción

Dentro de las aves de traspatio, las gallinas es la especie de mayor explotación para la alimentación de huevo y carne, por su rentabilidad, autoconsumo y economía. La distribución de los genotipos, está dividida en dos extensas industrias: las cuáles utiliza genotipos comerciales como los pollos de engorda y las aves autóctonas. La selección de los genotipos sucede de manera natural y son los avicultores quienes hacen esta selección en base a las características fanerópticas de las aves de traspatio, como el color de su plumaje, alzada del animal, productividad y muchas veces relacionan el color de su plumaje con el color del huevo, tipo de cresta y el color de las cañas (Lázaro et al., 2012). Desde la domesticación de las aves, se han observado distintas mutaciones, que van caracterizando a cada raza en particular, los cambios que se realizan en el plasma germinal, provocan ciertas alteraciones que son reflejadas en el fenotipo o aspecto de las aves. Algunos ejemplares no presentan dicha mutación, debido a que portan un gen recesivo, esto significa que el cambio en un solo gen no producirá un efecto visible hasta que no se emparejen dos aves portadoras de la misma mutación (Valencia, 2009). Las gallinas criollas por definición, son aquellas aves propias del lugar que han desarrollado características para su supervivencia, y se clasifican como semipesados, ya que no corresponden al patrón de las aves de postura ni a las de engorda (Soto, 2002). *Gallus gallus domesticus* es probablemente el ave doméstica más numerosa del planeta.

Dado su dimorfismo sexual tan acentuado, se le llama gallina a la hembra y gallo al macho; por extensión, al juvenil se le llama pollo/polla. Pertenece al orden de las Galliformes y a la familia Phasianidae. Su uso principal es para carne y huevo y algunas razas son para pelea (Christopher Perrins, 2003). Las características Morfométricas nos indican la forma y estructura de los organismos y sus partes, son las variables representativas de las formas de las estructuras en los estudios de investigación. También son utilizadas en el planteamiento de diseños experimentales, como es el caso de trabajos estadísticos (Ibacache et al., 2010). Las características fanerópticas provienen del término “faneros” que significa “lo visible”, es una técnica muy confiable de identificación que abarca caracteres que son visibles a simple vista, incluyendo: piel, pelo, plumaje, color, etc. (Sobrinó Y Ramón García, 2016).

Los colores de las aves de traspatio se refieren de igual manera al color de su plumaje, existen otros caracteres de color para identificarlas. Y así podemos encontrar gallinas con patas amarillas, negras o blancas, piel blanca o

<sup>1</sup> M.V.Z. Sergio Omar Nieto Rosaliano es alumno del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C.  
[Omarnieto329@gmail.com](mailto:Omarnieto329@gmail.com)  
(autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Miguel Ángel González Salas, Profesor de la Universidad Veracruzana.

<sup>3</sup> Dra. Mayte Catalina Villalobos Fortun alumna del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C.

<sup>4</sup> Dra. Claudia Medina Rivera, alumna del Centro del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C.

<sup>5</sup> Lic. . Luis Abner Sobrevilla Chamorro es alumno del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C

<sup>6</sup> Dr. Yoshimar Martínez Pando es Profesor del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C

<sup>7</sup> Lic. Luis Ricardo Villalobos Fortun. es alumno del Centro Regional de Educación Paulo Freire A.C

amarilla, e incluso diferente color de los ojos, todos ellos mediados por la presencia de determinados alelos en el genotipo (Alexi et al., 2017). La cresta es un crecimiento carnoso en la parte superior de la cabeza que presentan algunas especies de aves, tanto en hembras y en machos. Es un símbolo que representa salud, madurez y estado social (Rodríguez-Ortega et al., 2018). Se entiende como huevo, única y exclusivamente como procedentes de las aves de traspatio “las gallinas” (*Gallus gallus*). Para los huevos pertenecientes a otras especies de aves, se les asignan otros nombres. La razón por la cual hacemos énfasis en el color del huevo, es a que influye en el consumidor, relacionan el color del plumaje con la del huevo, prefiriendo un huevo más claro a uno marrón, asocian el aspecto de la calidad con el color, aunque esto no influye en los valores nutricionales que cada huevo poseen (Lipa, 2021).

### Descripción del Método

Saber los diferentes biotipos de las gallinas criollas a través del estudio de las características Morfométricas. Se mostrará las ventajas que existen ante las gallinas de razas industriales (ponedoras, son el cruce de tres razas puras), debido a su rusticidad y habilidad materna, adaptabilidad, excelente reproducción, resistencia a enfermedades. Evaluar la variabilidad Morfométricas, faneróptica y zoométrica de grupos poblacionales definidos de gallinas criollas (*Gallus Gallus domesticus*) en tres localidades del municipio de Nautla, Veracruz.

Objetivos Específicos: 1.- Identificar las características Morfométricas de las aves reproductoras. 2.- Comparar las diferentes características de las gallinas criollas en el municipio de Nautla, Veracruz

La investigación de este trabajo, se desarrolló en tres comunidades rurales de alto grado de marginación (CONAPO) del municipio de Nautla, Ver. Las cuales fueron; La Isla de Chapachapa, La Unión (El Poblado) y Cerro Dos Hermanos. Se muestrearon 80 gallinas criollas, seleccionando, solo las aves de edad adulta (de 12 meses de edad aproximadamente), se realizó una base de datos Morfométricas y un cuestionario, registro fotográfico de las aves, características faneróptica, zoométricas y de producción, con la finalidad de resaltar las características cuantitativas y cualitativas. Utilizando un sistema estadístico SPSS versión 14.

Se utilizaron descriptores Morfométricas como, el peso corporal (kg), largo corporal (cm), perímetro pectoral, largo del muslo, largo de la pierna y del tarso, largo y ancho del ala, altura de la cresta, largo y ancho de la orejuela, largo y ancho de la barbilla, y largo de la cola, estos medido en centímetros (Garcés, 2012).



Figura 1 longitud de ala

Figura 2 Longitud de dorso

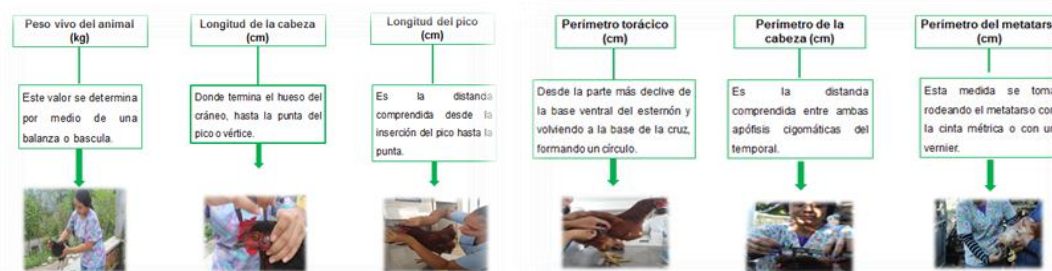
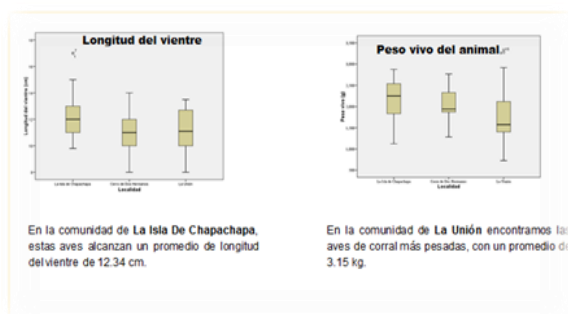


Figura 3 longitud de cabeza

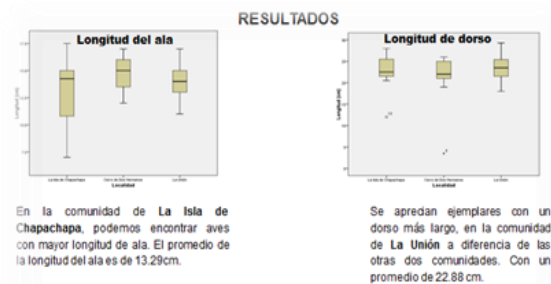
Figura 4 Perímetro Torácico



Sobresalientes, son: Color del plumaje, color de la piel, color de ojos y color de cañas. Tipos de crestas y coloración del huevo según el plumaje



**Figura 6. Resultados longitud de vientre**



**Figura 7. Resultados longitud de ala**

### Discusiones

El uso de descriptores Morfométricas permitió la identificación de biotipos de gallinas criollas, y que son conocidas por su denominación local como: - Gûnica o cuello desnudo: desprovistas de plumas en el cuello- China o rizada: plumas dispuestas en sentido contrario- Enana: con acortamiento de los huesos largos de sus piernas- Barbona: con prolongación de las plumas a los lados del rostro y debajo del pico- Calzada o emplumada: plumas en tarsos y dedos- Copetona: plumas largas en la cabeza a manera de copete- Fina: de pequeño tamaño y destinada para el combate (Villacís Rivas et al., 2016). En el libro “LA GALLINA CRIOLLA COLOMBIANA”, descrito por (Valencia, 2009), se muestran aves de traspatio de linaje criollo, con sus nombres científicos y los nombres como comúnmente se les conoce en las comunidades rurales, dando un enfoque más caro de la gran variedad que existe en un ecosistema tan pequeño y delicado para las familias campesinas

### Conclusiones

Los colores de plumajes más comunes en las comunidades que visitamos, fueron Negro, Rojo y Abada, que es como comúnmente se les llamaban a las aves con un color de plumaje moteado (negro con blanco). De igual manera el color de los picos y cañas correspondía a los colores de plumajes mencionados antes. Para las aves con plumaje color negro, el color de sus picos y cañas correspondía al color negro, las de plumaje rojo, picos color rojo y cañas amarillas, y para las del plumaje abado el color de sus picos y cañas eran amarillas. No obstante, encontramos coloraciones poco comunes, que eran resultado de mutaciones y cruzamientos naturales. También influía mucho el gusto personal de cada dueño, ya que compraban o intercambiaban sus gallinas buscando obtener un color en particular, ya sea por el tipo de color que daba el huevo, por su buena protección materna o por el tamaño de la gallina. El tamaño de las gallinas era un poco variado, las aves más grandes también eran las más pesadas, y estas se encontraron en la localidad de El Poblado La Unión

### Referencias bibliográficas

- Alexi, E., Ormaza, L., Yenny, D. C., & Navarrete, T. (2017). Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias caracterización fenotípica y morfológica de una población autóctona de la gallina criolla (*gallus domesticus* l), cantón pichincha provincia de manabí.
- Atehortua, M. K., Jiménez L.M., Mendoza L.F., Leal J.D., Camargo, J. C., & Sánchez, C. A. (2015). Caracterización del sistema de producción de la gallina criolla en 5 comunidades rurales de Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 6, 343–352. <https://www.researchgate.net/publication/294580609>
- Barzola, D. (2015). Características morfológicas y fenotípicas de gallinas criollas (*gallus domesticus*) en la parroquia manglaralto de la provincia de santa elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2260>
- Boije, H., Harun-Or-Rashid, M., Lee, Y. J., Imsland, F., Bruneau, N., Vieaud, A., Gourichon, D., Tixier-Boichard, M., Bed'hom, B., Andersson, L., & Hallböök, F. (2012). Sonic Hedgehog-Signalling Patterns in the Developing Chicken Comb as Revealed by Exploration of the Pea-comb Mutation. *PLoS ONE*, 7(12), 50890. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050890>
- Cadena-Ortiz, H. F., Bahamonde-Vinueza, D., Cisneros-Heredia, D. F., & Buitrón-Jurado, G. (2015). Alteraciones de coloración en el plumaje de aves silvestres del Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 7(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v7i2.259>
- Camino, M. A., Bó, M. J., Cionchi, J. L., Del Río, J. L., López de Armentia, A., & De Marco, S. G. (2018). Razas y Lineas Comerciales de gallinas. *Revista Universitaria de Geografía*, 27(1). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383257036005/383257036005.pdf>
- Campo, J. (1982). Apuntes de genética sobre caracteres morfológicos de la gallina (111).
- Campo, J. L. (2014). Razas españolas de gallina. El programa de desarrollo. [www.inia.es](http://www.inia.es)



- Caratachea, J., & Aureliano, A. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Veterinaria México*, 32(1). <https://doi.org/10.21753/vmoa.32.001.34>
- Christopher Perrins. (2003). *The Firefly Encyclopedia of Birds*. [reseña del libro]. <https://www.canadianfieldnaturalist.ca/index.php/cfn/article/view/840/840>
- Cigarroa-Vázquez, F., Herrera-Haro, J. G., Ruiz-Sesma, B., Cuca-García, J. M., Rojas-Martínez, R. I., & Lemus-Flores, C. (2013). Caracterización fenotípica del guajolote autóctono (meleagris gallopavo) y sistema de producción en la región centro norte de Chiapas, México. *Agrociencia*, 47(6), 579–591. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952013000600005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000600005)
- Earth, G. (2013). Mapa de La Isla de Chapachapa, Nautla, Ver. *Electro-Óptico y Control*, 20(5), 69. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-637x.2013.05.015>
- Earth, G. (2021a). Mapa de Cerro Dos Hermanos. *Electro-Óptico y Control*. <https://earth.google.com/web/search/Isla+de+Chapachapa,+Nautla,+Ver./@20.09780754,-96.87895732,43.26060905a,947.49442107d,35y,0.00000001h,44.99976282t,0r/data=CigiJgokCeLPt7ynGjRAEcpEJFmrFzRAGQi05Nh8N1jAlWby4Zs5OVjA>
- Earth, G. (2021b). Mapa La Union (El Poblado). *Electro-Óptico y Control*, 20(5), 69. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-637x.2013.05.015>
- FAO. (2003). Cría de aves de corral, un salvavidas para los campesinos pobres. <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/13201-es.html>
- Garces, M. D. L. Y. P. (2012). Caracterización fenotípica de las gallinas criollas de la provincia de Ocaña en los municipios de Río de Oro, San Calixto, Teorama y El Tarra (Vol. 66). <http://repositorio.ufps.edu.co:8080/dspaceufps/bitstream/123456789/490/1/25966.pdf>
- Gil, M., Muñoz, I., Dávila, S., & Campo, J. (2004). Determinación del sexo en pollinos de 1 día. *ITEA. Producción Animal*, 100(3), 202–205. <https://www.jstor.org/stable/42928320?seq=1>
- Hernández, A., Sanidad, D., & Hernández, A. (2013). Color de cáscara y otros índices productivos como indicadores diagnósticos en gallinas ponedoras.
- Ibacache, M. V. T., Soto, G. M., & Galdames, I. S. (2010). Geometric morphometrics and the study of biologic shapes: From descriptive to quantitative morphology. *International Journal of Morphology*, 28(4), 977–990. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022010000400001>
- Imsland, F. (2015). Monogenic traits associated with structural variants in chicken and horse: allelic and phenotypic diversity of visually appealing traits. In PQDT - Global. <http://urn.kb.se/resolve?urn=nbn:se:uu:diva-259621>
- Jáuregui, R. Flores, H. Sagastune L. Vázquez, L. Oliva, M. Sandoval, R. (2012). Caracterización de la gallina de cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicollis*) en la región ch'ortí de Guatemala.
- Juárez C A, M. A. J. A. y S. C. J. C. (2008). Phenotypic appearance traits in rural poultry in municipalities of Riberal del Lago de Patzcuaro. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd12/1/jua121.htm>
- Lázaro, G. C., Hernández Z, J. S., Vargas L, S., Martínez, L. A., & Pérez, A. R. (2012). Uso de Caracteres Morfométricos Clasificación de Gallinas locales. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2.
- Lipa. (2021). Efecto del uso con harina de hojas de moringa oleífera como aditivo sobre calidad en huevos de gallinas de postura a 3820 m.s.n.m.
- Macri, M., Martínez, A., Landi, V., & Canales, A. (2019). Genetic diversity of uterine chicken breed. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 13(October), 52–59. <https://www.researchgate.net/publication/336170786>
- Mariaca Méndez, R. (2013). El Conocimiento de la Gallina (*Gallus Gallus Domesticus*) entre los Tseltales y Tsotsiles de los Altos de Chiapas, México. *Etnobiología*, 11(1).
- Molina, P. (2013). Comparación de dos sistemas de producción y de manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo, Veracruz.
- Navara, K. J., Anderson, E. M., & Edwards, M. L. (2012). Comb size and color relate to sperm quality: A test of the phenotype-linked fertility hypothesis. *Behavioral Ecology*, 23(5), 1036–1041. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars068>
- Parés Casanova, P. M., & Berenguer-Boix, J. (2020). The comparative analysis among Mediterranean hen breeds based on their morphological traits does not reflect relationships of origin or aptitude. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17848>
- Pérez, A., Polanco, G., & Pérez, Y. (2004). Morphological characteristics of local chicken ecotypes in Villa Clara Province in Central Cuba. <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd16/10/pere16076.htm>
- Pym, R. (2013). Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo en los países en desarrollo. *Revisión Del Desarrollo Avícola*.
- Racero. (2005). Cría y reintroducción de gallinas autóctonas en una escuela rural.
- Revelo, H. (2015). Diversidad Genética de gallinas criollas del Suroccidente Colombiano mediante ADN mitocondrial.
- Revelo, H. A., Valenzuela, M. R., & Álvarez, L. A. (2017). Caracterización morfológica de la gallina criolla del pacífico colombiano en comunidades afro, indígenas y campesinas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 10, 216–221. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183221745>
- Riofrio, B., & Romero, F. (2016). Caracterización morfométrica y morfológica de la gallina criolla (*Gallus domesticus*) de traspatios del Cantón Carlos Julio Arosemena Tola provincia de Napo.
- Rodríguez-Ortega, L. T. ., ; Rodríguez-Ortega, A. ., ; Vargas-Galicia, A. J. ., ; Nieto-Aquino, R. 1\*, Pérez-Pérez, R. J. ., ; Pérez-Aguilar, A. K. ., ; Pro-Martínez, A. ., & ; González-Cerón, F. . (2018). Evaluación de la progenie de gallos criollos (*Gallus gallus domesticus* L.) con cresta de rosa (Vol. 11, Issue 6).
- Rosalyn Upson. (2018). Tipos de crestas de Gallinas: un rasgo genético de las aves. <https://www.fincacasarejo.com/genetica/crestas>
- SEDESOL. (2015). Catálogo Localidades. In Resumen municipal: Municipio de Magdalena Peñasco (p. 2). <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=30&mun=114>
- Sobrino, I. M., & Ramón García, M. (2016). Identificación equina II. *ExtremaduraPRE*, 25, 67–77.
- Sonaiya, Brancaert y Gueye, 1999. (2013). Distribución, Gestión y productividad de los genotipos de aves de corral. *Fao*.
- Tovar, J. L., Narváez-Solarte, W., & Takahashi, S. E. (2014). Bases for the Colombian *Gallus gallus domesticus* (phasianidae) conservation in the department of caldas. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 18(1), 112–122. <https://www.researchgate.net/publication/287076302>
- Valencia, N. F. L. (2009). La gallina criolla Colombiana. In Libro. <https://core.ac.uk/reader/11053580>
- Villacís, E., Escudero, G., Cueva, F., & Luzuriaga, A. (2014). Características fenotípicas de las gallinas criollas de comunidades rurales del sur del Ecuador. *Centro de Biotecnología*, 3(1390–9045).
- Villacís Rivas, G., Escudero Sánchez, G., Cueva Castillo, F., & Luzuriaga Neira, A. (2016). Características Morfométricas de las Gallinas Criollas de Comunidades Rurales del Sur del Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11639>

# Impacto de la Globalización y Apertura Comercial sobre la Productividad, Calidad de Vida y Preservación Ambiental de los Productores Agropecuarios del Municipio de Colotlán, Jalisco

Dr. José Manuel Núñez Olivera<sup>1</sup>, M.C. Rodolfo Cabral Parra<sup>2</sup>, M.C. Miguel Ángel Noriega García<sup>2</sup>,  
M.C. Sonia Navarro Pérez<sup>3</sup>, M.A. Josefina Elizabeth Godínez Chavoya<sup>2</sup>,  
Dr. Armando Antonio Domech González<sup>1</sup>

**Resumen.** Con el propósito de determinar el impacto que la Globalización y la Apertura Comercial, tuvieron sobre la Productividad, Calidad de Vida y Preservación de los Recursos Naturales disponibles a los productores agropecuarios identificados, durante el periodo 1982-2018 en el Municipio de Colotlán, en la Región Norte de Jalisco, se desarrolló este estudio. Los resultados señalan que la Globalización y las prácticas comerciales implementadas, han provocado una mayor desigualdad económica y mayores carencias económicas dentro del seno familiar, que han incidido para identificar diferencias estadísticas significativas tanto en la productividad como en la calidad de vida; en tanto que la preservación de recursos naturales por tipo de productor no mostró diferencias significativas. Los productores grandes reportan los mayores rendimientos, así como una mayor calidad de vida, aunque en lo referente a la preservación ambiental no se encontraron diferencias estadísticas con los medianos y pequeños productores. Se concluye que la Globalización y Apertura Comercial han influido decisivamente para el establecimiento de condiciones económicas que propicien una mayor productividad y calidad de vida para los productores de mayores ingresos, pero no ha influido de manera efectiva para el establecimiento de estrategias que preserven los recursos naturales disponibles en el municipio de Colotlán, Jalisco.

**Palabras clave.** Globalización, Apertura Comercial, Productividad, Calidad Vida, Preservación Recursos Naturales. Productores Agropecuarios.

## Introducción

La Región Norte de Jalisco es una de las regiones con mayores necesidades económicas no sólo de Jalisco, sino del país en general; esta región es identificada como muchas otras regiones por sus condiciones de pobreza y/o ausencia de condiciones propicias para un conveniente desarrollo económico, al carecer de suficiente infraestructura y presencia de empresas pequeñas, medianas y grandes que generen empleos de calidad y activen el desarrollo económico de la región. Sin embargo, La importancia de esta región ha ido creciendo paulatinamente, hasta el grado de ser una muy importante productora de bienes agrícolas y pecuarios y ser una irremplazable fuente de empleos en estos sectores, aunque esta mayor producción no haya provocado necesariamente mejores condiciones de vida y por el contrario, se haya manifestado en un mayor despilfarro de recursos naturales (agua y tierra laboral básicamente), para todos los productores sin distinción.

Es decir, que se ha privilegiado el Desarrollo Económico, pero se ha olvidado la necesidad de una Calidad de Vida digna y la preservación de los recursos naturales en los municipios de las diversas regiones de Jalisco y de México. Es evidente en esta Región Norte que las marcas comerciales y empresas agropecuarias extranjeras se han apropiado del sector, dejando en segundo término a las empresas nacionales que laboran en este rubro. Así, es notorio que los precios pagados por los productos agropecuarios producidos en esta región, son pagados por debajo de las expectativas; precios que muchas de las veces no cumplen con las condiciones mínimas requeridas por los propios productores para incrementar sus ingresos y tener una vida digna. A esta situación se añade el hecho de que la gran mayoría de los

<sup>1</sup> Dr. José Manuel Núñez Olivera. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega. CUCIÉNEGA). [nunezoliv@yahoo.com.mx](mailto:nunezoliv@yahoo.com.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M.C. Rodolfo Cabral Parra. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [rcabral77@hotmail.com](mailto:rcabral77@hotmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Miguel Ángel Noriega García. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [miguel8x8@hotmail.com](mailto:miguel8x8@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.C. Sonia Navarro Pérez. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. CUCBA). [snavarro@gmail.com](mailto:snavarro@gmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Josefina Elizabeth Godínez Chavoya. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [godinez@cunorte.udg.mx](mailto:godinez@cunorte.udg.mx)

<sup>1</sup> Dr. Armando Antonio Domech González. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega. CUCIÉNEGA). [domech@hotmail.com](mailto:domech@hotmail.com)

empleos creados en el sector se caracterizan por sus bajos salarios y las excesivas jornadas laborales diarias. Atendiendo a este contexto, el estudio planteó el siguiente objetivo: Determinar el impacto que la Globalización y la Apertura Comercial, tuvieron sobre la Productividad, Calidad de Vida y Preservación de los Recursos Naturales disponibles, durante el periodo 1982-2018 entre los diversos tipos de productores agropecuarios identificados en el Municipio de Colotlán, en la Región Norte de Jalisco.

### **Descripción del método**

Para el cumplimiento del objetivo propuesto, se recurrió a la lista de la Asociación de Productores o Engordadores de Carne del Municipio de Colotlán, Jalisco; para esto, se consideró una presencia de tres tipos de productores agropecuarios (FIRCO, 1985), identificados en función de los recursos económicos plasmados en la inversión realizada en tierras agrícolas y animales (cantidad y calidad: riego y temporal, además de la raza del ganado), tecnología implementada, infraestructura, maquinaria y equipo utilizados en las explotaciones agropecuarias. Así, se consideró la presencia de pequeños (pp), medianos (mp) y grandes productores (gp) en una proporción de 60%, 30% y 10% respectivamente. De esta forma, se entrevistaron en sus mismos lugares de trabajo por estudiantes de las carreras de Agronegocios, Administración y Antropología del CUNORTE a 30 productores agropecuarios y 10 empresarios de empresas pequeñas, medianas y grandes, todos seleccionados completamente al azar. A cada uno de ellos, se les cuestionó acerca de su percepción personal acerca de las condiciones productivas agropecuarias presentes, así como de la comercialización y distribución de los productos elaborados. Las variables específicas analizadas fueron la productividad (reportada en una de tres opciones: elevada, mediana y baja), calidad de vida (Satisfactoria y No Satisfactoria) y preservación de recursos naturales (Presente, Variable y Escasa o Nula). La preservación de los recursos ambientales se valoró en función de las estrategias implementadas por los mismos productores en cuanto al manejo y conservación del agua y tierras laborables, básicamente. La productividad se midió en función de la cantidad de producto obtenido en base a los insumos utilizados; en tanto que la calidad de vida se midió en base a la respuesta de los productores acerca de su satisfacción personal por los logros con los que cuentan u obtienen de sus explotaciones agropecuarias. Los datos fueron analizados mediante Estadística Descriptiva y Pruebas Ji Cuadrada ( $\chi^2$ ) por tipo de productor.

### **Marco Teórico**

El año de 1982, bajo la administración de Miguel de la Madrid Hurtado (MMH), significó el inicio de la era globalizadora en nuestro país, que se mantuvo durante 36 años (1982-2018), y que recién terminó con el arranque de la administración de Andrés Manuel López Obrador (AMLO) en el año 2018, y que le está dando un viraje completo a las ideas fundamentales del neoliberalismo y al papel trascendental jugado por el mercado en este periodo. Antes del año 1982 (periodo identificado como pre-globalizador: 1934 - 1982), el crecimiento promedio anual del Producto Interno Bruto (PIB, que en términos generales significaría la riqueza generada por un país), fue del 6.13%, contra sólo el 2.35% después de este año y hasta el 2018 (periodo identificado como post-globalizador: 1982 - 2018). Basados en estos promedios, esto implicaría que el periodo pre-globalizador presentó un mayor crecimiento (61.66%) comparado con el periodo post-globalizador (Núñez, et al, 2018).

Si consideramos que las autoridades gubernamentales de aquel entonces pregonaban que México contaba con condiciones para crecer económicamente a tasas de dos dígitos y aseguraban que los productores de aquel entonces eran muy poco productivos y con notorias tendencias a solicitar apoyo gubernamental sin esforzarse realmente, y que ante esto, deberían demostrar mayor productividad y condiciones para aprovechar esta productividad en la mejora de su calidad de vida y en la implementación de estrategias para la preservación de los recursos naturales disponibles utilizados en sus sistemas productivos, y que quién no lo hiciera así, debería desaparecer. Así, después de transcurridos ya 36 años de estas aseveraciones y de las prácticas globalizadoras, se hace pertinente evaluar el impacto que han tenido sobre la percepción de la sustentabilidad, plasmada en las tres principales dimensiones del término: económico (productividad), social (calidad de vida) y ambiental (preservación de recursos naturales). La realidad de los números indica que si nos basamos exclusivamente en la riqueza generada, en el periodo post-globalizador se disminuyó hasta en un 61.66% el PIB comparado con el periodo pre-globalizador; lo que indica evidentemente, que se obtuvieron mejores resultados antes de la implementación de la globalización en nuestro país, y por lo tanto, la Globalización no provocó mejores resultados económicos. La misma tendencia o situación se observa en cuanto a la calidad de vida de los productores antes y después del inicio de la globalización (1982), ya que en el periodo pre-globalizador se

observaban prácticas orientadas hacia un mayor desarrollo humano, en tanto que en el periodo post-globalizador se priorizó el poder del dinero.

### Resultados y Discusión

Los resultados indican de manera general, que las condiciones en cuanto a la presencia de los tipos de productores se han modificado de forma sustancial, como consecuencia de las nuevas condiciones económicas imperantes no sólo en México, sino en el mundo en general. Así, los medianos productores han crecido en presencia de manera evidente (+30%), en tanto que los grandes productores han crecido de forma moderada (+5%); y en contraparte, estos porcentajes los han sufrido de forma decreciente los pequeños productores, que han visto disminuir su presencia de forma dramática (-30%). Esta nueva estructura productiva, es un claro ejemplo de que las condiciones no sólo económicas, sino sociales y aún medioambientales se han transformado sustancialmente.

Tipo de productor	Clasificación FIRCO 1985-1990	Clasificación Obtenida en el Estudio	Diferencia
Grande (gp)	10%	5%	-5%
Mediano (mp)	30%	60%	+30%
Pequeño (pp)	60%	35%	-25%
TOTAL	100%	100%	

Cuadro 1. Presencia de Productores Agropecuarios en el Municipio de Colotlán, Jalisco

Los resultados señalan diferencias estadísticas significativas para la productividad por tipo de productor y para la calidad de vida; observando que los productores grandes reportaron los mayores rendimientos productivos y los mayores porcentajes de presencia para una calidad de vida satisfactoria. Sin embargo, para la preservación de recursos naturales, no se reportaron diferencias estadísticas significativas, observándose de manera importante que la visión y/o percepción en cuanto a la preservación del agua y tierras laborables es similar para los productores, independientemente de su estrato.

Tipo de Productor	Porcentaje de Presencia	Productividad	Calidad de Vida	Preservación Ambiental
Grande (gp)	5%	Elevada	Satisfactoria	Escasa a nula
Mediano (mp)	60%	Mediana	Satisfactoria	Escasa a nula
Pequeño (pp)	35%	Baja	No satisfactoria	Escasa a nula
COLOTLÁN	100%	BAJA	No Satisfactoria	Escasa a Nula

Cuadro 2. Presencia de Productores Agropecuarios, Productividad, Calidad de Vida y Preservación Ambiental por Tipo de Productor

Una vez capturadas y analizadas las respuestas de los integrantes de la cadena productiva agropecuaria en el municipio de Colotlán, Jalisco, se obtuvieron las siguientes respuestas.

Numero	Aspecto o Factor	Porcentaje Presencia de la Respuesta
1	Ausencia de Uso de Tecnología, Infraestructura y Equipo o Maquinaria adecuada en las Explotaciones Agropecuarias	90%
2	Uso Excesivo de Agroquímicos (Fertilizantes y Herbicidas Químicos), con su consecuente Impacto sobre la pérdida de fertilidad de las tierras arables	80%
3	Débil Industria Agropecuaria Nacional (mayor presencia de marcas extranjeras en detrimento de marcas nacionales)	90%
4	Escasa Promoción del Trabajo Conjunto, Integrador o Vinculante entre Productores, Industria y Universidades (sector educativo)	80%
5	Ausencia de Diagnósticos acerca de las Necesidades Reales para Crecer y el Impacto Económico Generado a partir de los recursos y carencias identificadas en localidades, regiones, municipios y Estados	90%

Cuadro 3. Situación actual del sector agropecuario en el Municipio de Colotlán, Jalisco, señalado por productores, empresarios, investigadores y/o académicos.

En el cuadro 4 se observa una correlación positiva entre los tipos de productores y el porcentaje de apoyos o subsidios oficiales recibidos por éstos; lo que implica que a mayor cantidad de recursos económicos implementados en sus explotaciones, se obtienen mayores apoyos o subsidios oficiales.

Tipo de Productor Agropecuario	Porcentaje de Apoyos o Subsidios Oficiales Recibidos en el Periodo 2015 – 2018
Pequeños	15%
Medianos	25%
Grandes	60%

Cuadro 4. Obtención de apoyos oficiales por tipo de productor 2015-2018

Las principales problemáticas señaladas por los propios productores, empresarios y académicos participantes del estudio fueron las siguientes:

- Insumos cada vez más caros y en contraparte, precios cada vez más bajos pagados por el producto agropecuario producido, lo que implica limitados márgenes de ganancia para el productor; observándose una mayor tendencia a esta situación para los productores de menores recursos, coincidiendo en esto con De la Cruz (2017).
- Presencia y crecimiento importante de negocios y/o prestamistas; donde éstos tienen como fin el financiar a los productores con la compra de insumos (mayoritariamente de origen extranjero: semillas, fertilizantes, herbicidas, etc), la preparación de su tierra y la siembra de su cultivo, así como el desarrollo de su engorda de ganado. Esto lo logran con la condicionante de que la cosecha o la producción final de carne al término de la engorda, les sea entregada y en ese momento, descontar el financiamiento otorgado (añadiendo obviamente los intereses devengados) y cobrarse lo adeudado (Gallegos, 2014). El agravante es que la mayoría de las veces el productor firma el acuerdo o contrato, sin saber el precio que se le pagará por su cultivo o producto final, a lo que se le suma el hecho de que el adelanto de efectivo otorgado se paga con intereses que muchas de las veces son demasiado elevados y onerosos para el productor.
- Incremento en el empleo de mujeres, niños y adolescentes, así como de personas adultas (mayores de 60 años), que son “explotados”, con jornadas laborales mayores a las permitidas legalmente y salarios por debajo de lo mínimo permitido, además de otros atropellos laborales como el cambio del día de descanso semanal sin el respectivo consentimiento del trabajador.
- Jornadas de trabajo sin equipo adecuado o especializado para las tareas a realizar, en donde generalmente son expuestos al manejo de sustancias tóxicas (agroquímicos, fertilizantes y herbicidas), lo que conlleva enormes riesgos de salud, sin que parezca importarles gran cosa a los empleadores.

### Conclusiones

- En este contexto, la situación del campo en la Región Norte de Jalisco y específicamente en el municipio de Colotlán, es propicio para que los productores y trabajadores agropecuarios piensen continuamente en la necesidad de salir de su comunidad en busca de mejores empleos y mejores remuneraciones económicas que permitan mejorar drásticamente su calidad de vida, lo que provoca que este municipio sea un importante expulsor de migrantes no sólo de Jalisco, sino del país en general.
- Si bien es cierto, que existe la percepción entre los productores, empresarios y académicos de la región y municipio de Colotlán, que se ha incrementado la productividad, es cierto también que no se ha mejorado ni sustancial ni equitativamente la calidad de vida, y por el contrario se ha agudizado la pobreza y desigualdad económica de los pobladores del municipio, además de ser evidente la inexistencia de una cultura tendiente hacia la preservación de los recursos naturales del municipio (básicamente agua y tierras de cultivo).
- Es notorio el hecho de que no existe una verdadera integración entre los diversos eslabones de la cadena productiva agropecuaria (productores, empresarios y académicos), que posibilite mejores condiciones para el



incremento de la productividad y con ello a la obtención de mayores recursos y por ende a una mejor calidad de vida en el municipio y una mayor preservación de los recursos naturales disponibles.

- Queda la percepción entre la gente del sector agropecuario del municipio, que la actividad esta “secuestrada” por organismos y/o instituciones extranjeras, dejando con ello fuera a las organizaciones o instituciones nacionales, lo que provoca que la riqueza generada no se quede en el país, con el agravante además, de que los recursos naturales han sido explotados irracionalmente, provocando su escasez o agotamiento.
- Los integrantes de la cadena productiva agropecuaria de Colotlán (productores, empresarios y académicos), coinciden en que si se quiere que las cosas cambien para mejorar, es necesaria una mayor vinculación entre los productores, la industria y la academia; señalando que es fundamental que las universidades se “comprometan” más con productores y empresarios para el abordaje y solución a sus principales problemáticas dentro y fuera de sus explotaciones. Y en esta tarea, el diseño de planes y/o estrategias adecuadas a cada tipo de productor y de empresa resulta fundamental, ya que cada estrato productivo presenta variadas y diferentes problemáticas.
- La integración e implicación de profesores y estudiantes universitarios, permitiría incrementar la posibilidad de detectar problemáticas y oportunidades de negocio que indiscutiblemente ayudarían a fomentar la visión emprendedora tanto de los productores como de los mismos estudiantes, y con ello un mayor conocimiento y manejo de los diversos mercados para sus productos.
- El hecho de que la cadena productiva trabaje de forma desintegrada e individualizada, ha provocado el que se defina al campo “colotlense” como rezagado y desigual, lo que implicaría que si se fomenta y/o ajusta la integración entre los diversos eslabones de la cadena, estaríamos creando condiciones para la transformación gradual del campo en cuanto a su actualización, su competencia y su equidad.
- La implementación de prácticas y/o estrategias de manejo administrativo con una visión sustentable, deben ser una prioridad en las explotaciones agropecuarias de éste y los demás municipios del país, ya que esto permitiría establecer las bases para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales implicados, incidiendo sobre una mayor productividad y calidad de vida, además de fomentar la preservación de los recursos naturales disponibles.
- En estas condiciones, es asimismo muy relevante el considerar que existen varios “campos” en toda la geografía del país, ya que cada uno de los 32 estados de la república maneja problemáticas muy específicas que requieren la atención puntual de sus especialistas, además de establecer con toda claridad, que dentro de cada estado, región, municipio y localidad, existen varios tipos de productores que se diferencian básicamente en el uso o no de la tecnología, infraestructura y maquinaria o equipo, así como de los recursos implementados y de su calidad, y que por lo mismo manejan y/o afrontan problemáticas muy diversas.
- Es una realidad indudable e irrefutable, el que la Globalización ha provocado un sector agropecuario enormemente desigual e inequitativo, en donde los productores de mayores ingresos se han beneficiado sustancialmente de los apoyos oficiales disponibles, y en contraparte, los productores de menores recursos se han estancado y limitado seriamente en sus condiciones económicas y por ende sociales.
- El hecho de que hasta el 95% de los productores agropecuarios del municipio de Colotlán, utilicen insumos extranjeros en sus diversos procesos productivos, ha permitido incrementar la productividad de sus cultivos y animales; sin embargo, queda la percepción entre una buena cantidad de productores que el precio a pagar tanto social como ambientalmente, ha resultado muy elevado, ya que la riqueza generada por este incremento productivo, se ha quedado en unas cuantas manos, dando como resultado un reparto inequitativo o desigual de la riqueza, en donde los que más tienen, han obtenido más ganancias, y los que menos tienen, han pasado situaciones aún más penosas y/o dramáticas.

#### **Recomendaciones**

- Es necesario acabar de raíz, con los dobles discursos políticos que ensalzan la mentira y la hipocresía, y pensar en esquemas de apoyos y/o subsidios oficiales que lleguen verdaderamente en tiempo y forma, a los productores de menores recursos o más necesitados.



- Se deben idear estrategias funcionales que fomenten la confianza mutua entre los mismos productores, empresarios y académicos, para que de forma integral se trabaje organizadamente para la implementación y fortalecimiento de las pequeñas, medianas y grandes empresas o explotaciones agropecuarias.
- Se debe fomentar por medio de los gobiernos municipales y estatales, la visión de sustentabilidad en los productores, empresarios y aún los mismos académicos, para así, implementar explotaciones que tengan como fin el incremento de la productividad, buscando un beneficio social y sobre todo, la preservación del medioambiente y los recursos naturales existentes.

### Referencias Bibliográficas

- De la Cruz, G.J.L. 2017. Foro Revisión y Actualización del TLCAN: El campo mexicano. ¿Quién va a desarmar la pistola? Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico, A.C. (IDIC).
- INEGI. 2012. Estadísticas sobre el campo mexicano. Ed. INEGI. México.
- FAO. 2012. Análisis y problemática actual del campo y la agricultura en México. Ed. ONU. Washington, D.C.
- FAO. 2014. Productividad en el Campo Mexicano. ¿Una falacia? Ed. ONU. Washington, D.C.
- Gallegos HJL. 2014. El campo y su desarrollo. Ed. Reverte. Madrid, España.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. 2016. El Campo Mexicano ante los retos de la Globalización.
- Núñez, OJM; Cabral, PR; Noriega, GMA; Godínez, ChJE. (2018). Globalization and Quality of Life in Different Types of Agricultural Producers of the Northern Region of the State of Jalisco, Mexico. RINOE. Journal-Schools of Economic Thought and Methodology, Volumen 2, Número 3. Julio – Diciembre 2018. Cameroon (pp 1-8).
- Núñez, OJM; Cabral, PR; Noriega, GMA. (2018). Trascendencia del Manejo Administrativo y su Relación con la Sustentabilidad en las Explotaciones
- Agropecuarias. E – BOOK Emprendimiento, Negocios y la Responsabilidad Social en las Organizaciones. Facultad de Ciencias Contables y Administrativas (FCCA). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Primera Edición. pp 3418 – 3441. Morelia, Mich.

# Implementación de un Sistema de Gestión de Ventas e Inventarios para Agilizar la Toma de Decisiones dentro de una Empresa en Ciudad Juárez

L.C. Beatriz Eugenia Ochoa Rivera<sup>1</sup>, Ing. Juan Armando Hurtado Corral<sup>2</sup>,  
L.C. Anahí Alejandra Buelna Ochoa<sup>3</sup>, M.D. Jesús Antonio Hurtado Corral<sup>4</sup> y C. Cristal Anahí Delgado Sánchez  
(Estudiante)<sup>5</sup>

**Resumen**—La empresa se dedica al reciclaje de tarimas de madera con tratamiento fitosanitario para su venta en la industria maquiladora, implementó un sistema de gestión de ventas e inventarios, no contaba con el registro adecuado, provocó errores críticos en las áreas de logística y programación de producción, ahora la toma de decisiones es eficaz, se obtiene la información de manera inmediata. El inventario de reciclado, depende del reciclado de los proveedores para dimensionar el pallet a las medidas requeridas por los clientes, se trabajó mediante observación directa con producción y servicio al cliente, para detectar las necesidades de la empresa, se creó la base de datos. Se trabajó mediante el sistema de Just in Time producen lo que piden justo en el momento, se mantiene un stock de partes lo requerido en pedidos locales, el trámite de las exportaciones fue un éxito se pagan al momento de la entrega.

**Palabras clave**— implementación, gestión, ventas e inventario, toma de decisiones.

## Introducción

La empresa detecta que no se lleva un adecuado manejo y registro de la información de las diferentes operaciones que se realizan lo cual provoca errores en la toma de decisiones ya que no cuenta con procesos estandarizados, uno de los principales problemas es que no cuentan con un control y registro de ventas adecuado afectando directamente al área de producción ya que no se tiene un estimado de cuáles son sus ventas por semana, mes y año así mismo se desconoce que producto es el que más se vende así como cuáles son sus clientes potenciales, además existe un descontrol y una falta de información de la materia prima que se ocupa para la producción requerida, tales como: tacones, barrotos, tablas, pinturas, clavos etc. Por esto es bueno que se cuente con un inventario de producto terminado para que no se pierda el tiempo en la entrega de material.

La empresa se encuentra descentralizada ya que cuenta con dos plantas estas se encuentran en diferentes puntos de la ciudad una de ellas se encarga de surtir la materia prima a diario para hacer entrega de los pedidos en el momento en que los clientes lo soliciten, así mismo apoya para la producción de pedidos, esto provoca carencia de un inventario y una buena organización en el control de ventas.

El manejo y control de ventas e inventarios dentro de una empresa se refiere a la forma en la cual se especifica y determina de manera exacta y correcta la existencia del producto, así como las ventas que realiza de los mismos, Actualmente no se cuenta con una base de datos que proporcione y automatice la información para la implementación de un sistema de ventas e inventarios el cual permita analizar y agilizar la toma de decisiones.

De continuar esta situación, el desarrollo de las actividades se verá afectado ocasionando pérdidas económicas al no cumplir con el tiempo de entrega de los pedidos debido a la carencia de información esencial, lo cual afecta a la excelencia en la calidad del servicio. Aquí no se puede determinar la cantidad de productos vendidos de forma exacta esto ocasiona una mala programación en el plan de producción y en las entregas de pedidos locales como internacionales, ya que no cuenta con estas cifras y por ende se desconoce el inventario de producto terminado lo cual afecta al set-up ya que trabajan mediante el modelo Just-in-time, en el momento en el que el cliente requiere el material se produce y se entrega, sin embargo este modelo no es el más adecuado ya que es necesario contar con un inventario de producto terminado debido que esta empresa no solo cuenta con clientes locales sino que también

<sup>1</sup> L.C. Beatriz Eugenia Ochoa Rivera, Profesora de Ingeniería en Gestión Empresarial, en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [bochoa@itcj.edu.mx](mailto:bochoa@itcj.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Juan Armando Hurtado Corral, Profesor de Ingeniería Industrial, en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [jhurtado@itcj.edu.mx](mailto:jhurtado@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> L.C. Anahí Alejandra Buelna Ochoa, Profesora de Contaduría, en la Universidad Vizcaya de las Américas, Campus Navojoa, Sonora, México. [anahibuelna@gmail.com](mailto:anahibuelna@gmail.com)

<sup>4</sup> M.D. Jesús Antonio Hurtado Corral, Profesor de Contaduría, en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Huatabampo, Sonora México. [jesushurtadoco@hotmail.com](mailto:jesushurtadoco@hotmail.com)

<sup>5</sup> C. Cristal Anahí Delgado Sánchez, Estudiante de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

realiza exportaciones en cantidades más grandes generándole pérdida de tiempo en producir los pedidos de cliente locales.

Por ello se requiere implementar un sistema de base de datos para aumentar la eficiencia en la toma de decisiones esto con base a un buen manejo de ventas e inventarios, así como también Determinar qué efecto tendrá la implementación de un sistema de control de inventarios y registro de ventas como mejora en el desarrollo de las actividades de la empresa, además demostrar que la implementación de un sistema de control de inventarios y registro de ventas servirá para un mejor manejo de información y de rápido acceso mostrando de forma amigable información histórica al alcance y a su vez para determinar e implementar estrategias.

Dentro de una empresa es imperativo el mejoramiento de todos los procesos que se llevan a cabo dentro del negocio para contar con la información importante referente a las ventas para esto es necesario implementar un sistema de base de datos para la gestión de ventas e inventarios y con ello agilizar el proceso de la toma de decisiones dentro de la misma. Se cuenta con variedad de productos, pero por la carencia de un sistema de control de inventarios y registro de ventas no se permite tener una clasificación sobre la rotación de mercancía.

Con esta investigación se busca mejorar y agilizar la toma de decisiones contando con la información necesaria en el tiempo y forma generando informes precisos que permitan el diseño e implementación de estrategias en cuanto a la logística y producción de los diferentes números de partes, mejorando el plan de producción y de entregas propiciando que el personal sea más productivo y lo más importante cumplir con las órdenes de compra en el tiempo que se especifica ya que se contará con un inventario según los requerimientos del cliente.

### **Descripción del Método**

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

El método que se eligió fue el método de la observación científica con las modalidades de: directa, participante, estructurada, de campo e individual. Se utilizó de esta forma por los siguientes criterios. La observación científica; fue de esta forma ya que se observó un objeto claro, definido y preciso; observación directa; llamada así porque se puso en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que se investigó; observación participante; se obtuvieron los datos y se incluyeron dentro de la empresa, hecho o fenómeno observado, se consiguió la información “desde adentro”; observación estructurada; se realizó con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: fichas, cuadros, tablas, etc. por lo cual se le denominó observación sistemática; observación de campo, porque se realizó en el lugar donde ocurrieron los hechos que se investigaron y observación individual ya que se realizó por una sola persona.

El procedimiento que se empleó y se siguió para el desarrollo del método fue:

1. Determinar el objeto, situación o caso que se va a investigar,
2. Determinar los objetivos de la observación (para que se va a observar),
3. Determinar la forma con que se van a registrar los datos,
4. Observar cuidadosa y críticamente,
5. Registrar los datos observados,
6. Analizar e interpretar los datos
7. Elaborar conclusiones y,
8. Elaborar el informe de observación.

En el análisis de la situación; se dirigió directamente con el dueño de la empresa, se habló sobre cómo se realizan las actividades, más específicamente las ventas y el control de inventarios aquí se detectaron los principales puntos clave a tratar.

La observación directa; La encargada de servicio al cliente maneja el análisis directo de los requerimientos del cliente, así mismo trabaja directamente con producción de esta manera cuantifica el producto determinado, así como la materia prima.

Definición del problema; Una vez examinado el procedimiento antes citado, se analizaron las partes involucradas y se procedió a definir el problema para determinar de donde partir.

Recopilación de datos históricos; Se recopiló la información de meses pasados (requerimientos de clientes diarios, facturas, notas de recolección, compra de materia prima nueva entre otros).

Análisis de los datos; una vez recopilada la información necesaria se procedió al análisis para poder tomar decisiones y tener un conocimiento más amplio de la situación.

Creación de estrategias para la gestión de ventas e inventarios; se trabajó en la creación de una estrategia para sí determinar los pasos y trabajar sobre bases sólidas y veraces.

Determinación del sistema para llevar a cabo el control de ventas e inventarios; se investigaron varios sistemas o bases de datos para seleccionar el que esté más acorde a las necesidades de la empresa.

Presentar propuesta ante jefes directos para su análisis y aprobación; se realizó una presentación explicando a detalle el proyecto y que sistema se aplicará para que la empresa cuente con el manejo del control de ventas e inventarios exponiendo sus beneficios a largo corto, mediano y largo plazo.

Implementación de base de datos para el registro de ventas e inventario; En esta fase se realizó una prueba piloto del sistema seleccionado esto con el fin de detectar fallas y mejorarlo para ultimar detalles y que de esta manera el registro sea de manera exitosa y acorde a las necesidades.

Recolección, registro y análisis de los resultados; se trabajó durante un mes en la recolección de los datos , así como en su registro para poder realizar un análisis profundo y contar con varias alternativas para tomar las decisiones más óptimas para el beneficio de la empresa.

Presentación de los datos obtenidos; A través de una presentación de power point se llevó a cabo la reunión ante los directivos y de esta manera conocer la situación actual de la empresa y por último determinar las conclusiones.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Dicho reporte se implementó desde el mes de enero y se llevó a cabo semana tras semana, con base a la información obtenida se tomaron decisiones más efectivas, ya que se realizó un análisis rápido y se determinó que números de parte se venden más, así como cuales son los clientes potenciales tal y como se muestra en la figura 1 y 2, así como el reporte anual de ventas 2021 de enero a mayo.

		REPORTE DE VENTAS													TC		19.5	
CLIENTE	# de parte	PRECIO	04-ene		05-ene		06-ene		07-ene		08-ene		PIEZAS	Total DLLS	TOTAL MN			
			LUNES	REMISION	MARTES	REMISION	MIÉRCOLES	REMISION	JUEVES	REMISION	VIERNES	REMISION						
STRATTEC 1	35 X 42 azul	\$ 4.00	30	22065	15	22071	15	22078	15	22084	30	22093	105	\$ 420.00	\$ 8,190.00			
STRATTEC 1	45 x 48 amarilla	\$ 4.80	15	22065	15	22071	15	22078	15	22084	15	22093	75	\$ 360.00	\$ 7,020.00			
STRATTEC 1	48x40 tacon NEGRO	\$ 7.35							2	22084	8	22093	10	\$ 73.50	\$ 1,433.25			
STRATTEC 2	48 x 45 lima	\$ 5.20	50	22066	50	22072	30	22079	50	22090	30	22094	210	\$ 1,092.00	\$ 21,294.00			
STR 2 TARDE	48 x 45 lima Tarde	\$ 5.20	80	22068	70	22075	70	22080	30	22085	70	22098	320	\$ 1,664.00	\$ 32,448.00			
STR 2 TARDE	35 X 38 rosa Pa Tarde	\$ 8.07	10	22069			10	22081	10	22091	7	22099	37	\$ 298.59	\$ 5,822.51			
STR 2 TARDE	48 x 45 ref. morada Tar	\$ 6.00			5	22076					3	21100	8	\$ 48.00	\$ 936.00			
STRATTEC 3	48 x 45 ref. morada	\$ 6.00	15	22070	14	22077	19	22082	10	22092	10	22101	68	\$ 408.00	\$ 7,956.00			
STRATTEC 3	45 x 48 amarilla	\$ 4.80	10	22070					10	22092			20	\$ 96.00	\$ 1,872.00			
STRATTEC 3	42 x 45 Ref. azul cielo	\$ 5.75					10	22082					10	\$ 57.50	\$ 1,121.25			
EL PASO TX	45 x 48 amarilla	\$ 2.25									60		60	\$ 135.00	\$ 2,632.50			
EL PASO TX	35 X 42 azul	\$ 2.25									80		80	\$ 180.00	\$ 3,510.00			
EL PASO TX	#1	\$ 2.25							276				276	\$ 621.00	\$ 12,109.50			
EL PASO TX	#2	\$ 2.25							276		412		688	\$ 1,548.00	\$ 30,186.00			
POWER SONIC	40x62 sin H.T	\$ 4.70							38	22088			38	\$ 178.60	\$ 3,482.70			
POWER SONIC	60x48 con H.T	\$ 5.20							60	22089			60	\$ 312.00	\$ 6,084.00			
FIRSTRONIC	44x 43 1/4 H.T. verde	\$ 152.00			40	22073					72	22097	112		\$ 17,024.00			
FIRSTRONIC	47 x 31 H.T	\$ 133.00	34	22067	16	22074							50		\$ 6,650.00			
PLSTY Y CORR	48x40 sin H.T. #3	\$ 40.00									50	22096	50		\$ 2,000.00			
LONGDA	48 X 40	\$ 3.70					50	22083					50	\$ 185.00	\$ 3,607.50			
ECOSERVICIOS	40 X 48 #2	\$ 45.00									50	22095	50	\$ -	\$ 2,250.00			
TOTAL													2377	\$ 7,677.19	\$ 177,629.21			

Elaborado por: Anahí Delgado

Figura 1 reporte de ventas de la empresa

REPORTE DE VENTAS															19.5	
CLIENTE	# de parte	PRECIO	24-may		25-may		26-may		27-may		28-may		TC	Total DLLS	TOTAL MNX	
			LUNES	REMISION	MARTES	REMISION	MIERCOLES	REMISION	JUEVES	REMISION	VIERNES	REMISION				PIEZAS
STRATTEC 1	35 X 42 azul	\$ 4.20	45	22830	15	22846	26	22852	45	22859	25	22870	156	\$ 655.20	\$ 12,776.40	
STRATTEC 1	45 x 48 amarilla	\$ 5.04	30		15		15		15		15		90	\$ 453.60	\$ 8,845.20	
STRATTEC 1	48x40 GM 4W/CHT blanca	\$ 5.25	30		15		15		15		15		90	\$ 472.50	\$ 9,213.75	
STRATTEC 2	48 x 45 lima	\$ 5.46	75	22838	40	22847	30	22853	60	22861	33	22871	238	\$ 1,299.48	\$ 25,339.88	
STRATTEC 2	48 x 31 verde	\$ 6.46	5	22840	5	22849							10	\$ 64.60	\$ 1,299.70	
STRATTEC 2	38 X 42 Turquesa	\$ 4.41					25	22854	10	22862	10	22872	35	\$ 154.35	\$ 3,009.83	
STRATTEC 2	35 X 38 rosa pastel	\$ 4.41	10	22839	5	22848	5	22855	5	22862			25	\$ 110.25	\$ 2,149.88	
STR 2 TARDE	48 x 45 lima Tarde	\$ 5.46					60	22857			40	22874	100	\$ 546.00	\$ 10,647.00	
STR 2 TARDE	38 X 42 Turquesa Tarde	\$ 4.41					15	22858					15	\$ 66.15	\$ 1,289.93	
STRATTEC 3	45 x 42 naranja tacón	\$ 4.62			15	22850		22856		22864		22873	15	\$ 69.30	\$ 1,351.35	
STRATTEC 3	48 x 45 ref. morada	\$ 6.30					15	22856	20		15		50	\$ 315.00	\$ 6,142.50	
STRATTEC 3	45 x 48 amarilla	\$ 5.04			10				10				20	\$ 100.80	\$ 1,965.60	
EL PASO TX	#1	\$ 2.25							276	Floren			276	\$ 621.00	\$ 12,109.50	
EL PASO TX	#2	\$ 2.25							276		552	Maydim	828	\$ 1,863.00	\$ 36,328.50	
POWER SONIC	47x46 con H.T	\$ 5.56			15	22842							15	\$ 83.40	\$ 1,628.30	
POWER SONIC	44x38 con H.T	\$ 4.40			15	22841							15	\$ 66.00	\$ 1,287.00	
FIRSTRONIC	48 x 44 H.T. naranja	\$ -									65	22868	65		\$ -	
FIRSTRONIC	44x 43 1/4 H.T. verde	\$ 152.00	24	22843									24		\$ 3,648.00	
FIRSTRONIC	47 x 31 H.T	\$ 133.00									7	22867	7		\$ 931.00	
FIRSTRONIC	32 x 32 H.T	\$ 133.00									40	22866	40		\$ 5,320.00	
<b>TOTAL</b>													2114	\$ 6,940.63	\$ 145,241.29	

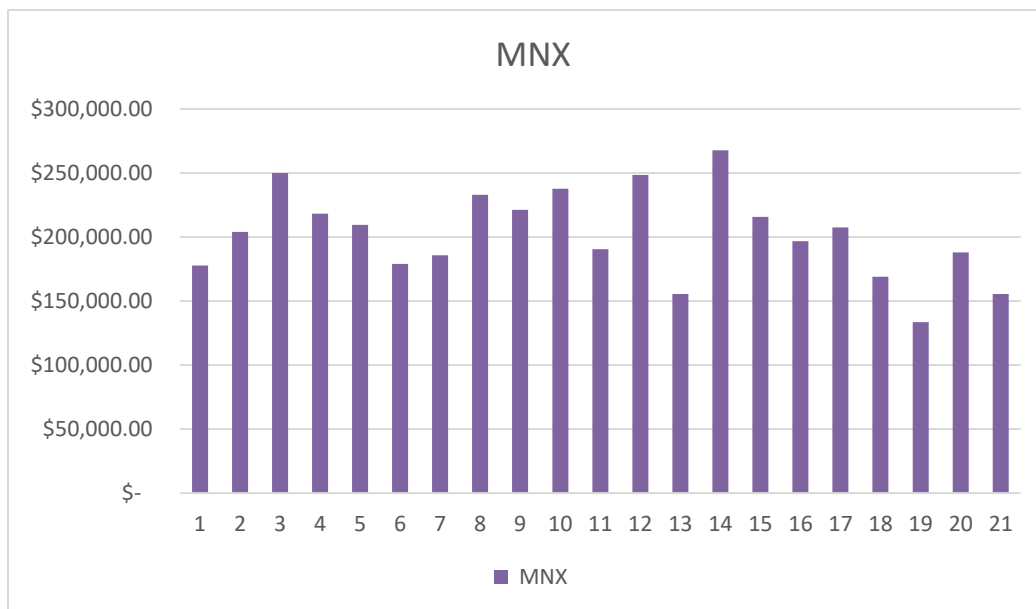
Figura 2 reporte de ventas de la empresa

REPORTE DE VENTAS ANUAL 2021				
MES	SEMANA	TOTAL PZ	DLLS	MNX
ENERO	1	2377	\$ 7,677.19	\$ 177,629.21
	2	2653	\$ 8,938.34	\$ 204,047.63
	3	3461	\$ 11,608.65	\$ 249,910.68
	4	2882	\$ 10,076.22	\$ 218,186.29
FEBRERO	5	3029	\$ 9,632.92	\$ 209,541.94
	6	2358	\$ 8,315.87	\$ 179,059.37
	7	2783	\$ 8,523.22	\$ 185,702.79
	8	2932	\$ 10,569.79	\$ 232,910.91
MARZO	9	3068	\$ 10,530.56	\$ 221,165.82
	10	3849	\$ 11,425.73	\$ 237,601.64
	11	3100	\$ 9,157.57	\$ 190,516.62
	12	3431	\$ 11,153.66	\$ 248,444.37
ABRIL	13	1801	\$ 6,360.08	\$ 155,433.46
	14	4061	\$ 13,408.84	\$ 267,552.38
	15	2786	\$ 9,752.13	\$ 215,756.54
	16	2891	\$ 9,214.76	\$ 196,669.82
	17	2926	\$ 9,336.81	\$ 207,531.80
MAYO	18	2530	\$ 7,583.57	\$ 169,001.62
	19	1937	\$ 6,338.06	\$ 133,492.17
	20	2784	\$ 8,745.18	\$ 187,887.01
	21	2114	\$ 6,940.63	\$ 155,511.29
<b>TOTAL</b>		<b>59753</b>	<b>\$ 195,289.76</b>	<b>\$ 4,088,042.04</b>

Figura 3 reporte de ventas de la empresa 2021.



Este reporte determinó las cifras totales de cuanto se vendió y hasta que fecha, además determinó cómo se encuentra la empresa de manera mensual tal como lo muestra la gráfica 1



Gráfica 1 Ventas semanales en moneda nacional

En esta gráfica se observa en que semanas se vendió más y con base en esto se realizó un análisis de que números de parte se vendieron más en cada semana y cuál fue la que generó más ganancias.

### Conclusiones

Este sistema de base de datos ayudó en la toma de decisiones y determinó en que posición se encuentra la empresa en cuanto a ventas, cumpliendo con los objetivos trazados ya que con esta base de datos se brindó información histórica, la empresa realizó comparaciones ayudó a la creación de estrategias además agilizó la producción y cumplió con las necesidades tanto de los clientes como de la empresa.

La implementación de una base de datos en donde se registraron las ventas diarias generó reportes que mostraron un promedio de cuanto requirieron de cada número de parte y de esta manera se cumplieron las órdenes de compra cuando el cliente pidió cierto número de parte ya se contaba con un pequeño stock de material permitiendo con ello un avance con las exportaciones hacia USA ya que estos pagos son inmediatos y permitieron más flujo de dinero, ya que los clientes locales siempre se han manejado con crédito de 15 días.

Se comprobó que la creación de este sistema en donde se tuvieron registradas las operaciones fue de gran ayuda para la empresa ya que permitió tener información clara y precisa para la toma de decisiones en cuanto a las entregas y saber qué clientes fueron los potenciales para darles prioridad en cuanto a los requerimientos del material.

### Recomendaciones

Se recomienda seguir trabajando en un sistema o programa en Excel más analítico, este tendrá como idea principal registrar tanto las entradas de material recibido, de producto en proceso así como del producto terminado en el momento, permitiendo con ello un inventario real ya que hay ocasiones que se produce un poco más de los requerimientos con base al promedio de pedidos semanalmente pero al no contar con un registro se pierde tiempo al buscar si ya se cuenta con algunos de los números de parte requeridos en el día.

Esto permitirá trabajar con tablas dinámicas y gráficas para que la información sea aún más usual y entendible ante cualquier persona que ocupe este puesto y sobre todo ante los dueños de la empresa. A su vez es recomendable que la empresa contemple el implementar un sistema completo y acorde a las necesidades de la empresa ya que toda la información (reportes, formatos, tablas, gráficas en el paquete que brinda office) son de gran ayuda y facilitan la consulta y seguimiento de la información se encuentran accesibles ante todos y sobre todo se cuenta con un respaldo para consultas posteriores.

## Referencias

- Camisón, C. (2009). Introducción a los negocios y su gestión. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Cortez, J. A. (2014). Fundamentos de la gestión de inventarios. Medellín: Centro Editorial Esumer.
- Franklin, G. R. (1994). Principios de Administración. México: CONTINENTAL, S.A de C.V.
- Lapuente, J. C. (2011). Planificación y Control de Gestión. México: Creative.
- Menéndez, R. M. (2013). Sistemas de control moderno volumen I: Sistemas de tiempo continuo. Monterrey: Digital.
- Muller, M. (2014). Fundamentos de administracion de inventarios . México: Norma.
- Ponce, A. R. (1997). Administración Moderna. México, D.F: LIMUSA, S.A de C.V.
- Robbins, S. P. (2014). Administración. México: PEARSON.
- Rodriguez, S. H. (2012). Administración. Teoría, Proceso, Áreas funcionales y estrategias para la competitividad. México: Mc Graw Hill.
- Valencia, J. R. (2003). Introducción a la administración con enfoque de sistemas. México: ECAFSA.
- MELINKOFF, Ramón. Los procesos administrativos. Editorial Panapo. Caracas, 1990
- SHARMAN, Graham. Redescubrimiento de la logística. En: MARTIN CHRISTOPHER, Logística aspectos estratégicos, 1 ed. México: Grupo Noriega Editores, 2011. p. 23
- GUERRERO Salas, Humberto. Inventarios manejo y control, Bogotá D.C.: ECOE. 2009. p. 18
- Investigación de operaciones (Modelos de control de inventarios) [En línea]. Caracas Venezuela: Universidad Santa María, Julio de 2004 [Citado en 1 de Abril de 2012]. Disponible en internet: <http://www.investigacion-operaciones.com/contenido.htm>
- MAX, Muller. El inventario como objeto tangible e intangible. En: Fundamentos de administración de inventarios. 20 ed. Bogotá: Grupo editorial norma, 2008. p. 3
- SCHROEDER, Roger G., MEYER GOLDSTEIN, Susan., RUNGTUSANATHAM, Johnny M. Administración de operaciones conceptos y casos contemporáneos. Quinta edición. México D.F.: Mc Graw Hill, 2011. p.360
- NAHMIAS, Steven. Análisis de la producción y las operaciones. Quinta edición. México D.F.: Mc Graw Hill, 2007. p. 187.
- KRAJEWSKI, Lee J. y RITZMAN Larry P. Administración de operaciones estrategia y análisis. Quinta edición. México D.F.: Prentice Hall, 2000. p. 544.
- RENDER, Barry y HEIZER, Jay. Principios de administración de operaciones. Séptima edición. México D.F.: Prentice Hall, 2009. p. 485.
- LEONARD, W. Auditoría Administrativa. Evaluación de métodos y Eficiencia Administrativa, Primera Edición, Editorial Diana – México; 1990.
- POCH, R. "Manual de control interno", Editorial Gestión 2000, Segunda edición, Barcelona.

## Diseño de un Robot Móvil Reprogramable para Monitoreo y Seguridad de Residencias Controlado Vía Internet

<sup>1</sup>Eduardo Olmedo Flores, Arturo González Gómez, Ing. Águeda Luna Torres, Mtro. Francisco Morales García, Mtro. Miguel Ángel Lucio López, Ing. Jehovanni García Hernández

**Resumen:** En México el 80% de la población ha sido víctima de algún tipo de robo y especialmente a casa habitación. En la actualidad ha crecido la delincuencia por motivos de desempleo, adicciones, oportunidad, hambre por mencionar algunos de los más comunes. Se hicieron estudios cuantitativos encontrando que a nivel nacional cada cinco minutos se presenta un robo con violencia a las propiedades y esto conlleva a que quede la integridad expuesta. Es por eso que este proyecto propone diseñar, construir y programar un robot móvil equipado con elementos de actuación necesarios, así como una correcta locomoción para que el residente tenga la capacidad de realizar un seguimiento de trayectorias, monitoreo y así obtener una imagen, alerta y notificación de cualquier anomalía, incluso en la ausencia del usuario en dicha residencia; esto es posible mediante una conexión vía internet logrando reducir riesgos para garantizar la integridad propia y de su casa habitación. En caso de que el robot sea hurtado se podrá localizar por medio de GPS mandando ubicación por medio de coordenadas obteniendo un rastreo usando la aplicación Google maps para posteriormente llamar a las autoridades correspondientes. Además de reducir el riesgo de robo en la propiedad, el robot cuenta con dos sensores cuya función es la de alertar alguna fuga de gas gracias a que este robot mandará una notificación al usuario del percance de lo que está sucediendo.

**Palabras clave:** *Controladores de sistema de potencia, Simulación, Comunicación remota, Sistemas de control, Redes Neuronales Artificiales.*

**Summary:** In Mexico, 80% of the population has been the victim of some type of robbery and especially from home. Nowadays, crime has grown due to unemployment, addictions, opportunity, hunger to mention some of the most common. Quantitative studies were carried out, finding that at the national level, every five minutes there is a violent robbery of properties and this leads to the integrity of the property being exposed. That is why this project proposes to design, build and program a mobile robot equipped with the necessary action elements, as well as a correct locomotion so that the resident has the ability to track trajectories, monitor and thus obtain an image, alert and notification of any anomaly, even in the absence of the user in said residence; This is possible through an internet connection, reducing risks to guarantee the integrity of yourself and your home. In the event that the robot is stolen, it can be located by means of GPS sending location by means of coordinates obtaining a tracking using the Google maps application to later call the corresponding authorities. In addition to reducing the risk of property theft, the robot has two sensors whose function is to alert any gas leak thanks to the fact that this robot will send a notification to the user of the mishap of what is happening.

**Keywords:** Power system controllers, simulation, remote communication, control systems, artificial neural networks.

### Introducción

El robo a casa habitación es un delito que debe priorizarse, es tan antiguo como las sociedades, el cual se va actualizando con la tecnología, lo cual lo hace vanguardista, tiene incidencia nacional e internacional. Es un delito que afecta todos los estratos sociales, impactando en el patrimonio de las víctimas, generando problemas psicológicos, creando sensación de paranoia e inseguridad. El robo con allanamiento de morada puede ocurrir, en cualquier momento, en algunos casos son privados de su libertad mientras los delincuentes roban el inmueble, situación que puede resultar en la comisión de otros delitos (violación, lesiones, secuestro u homicidio). El delito de robo a casa habitación, en todas las comunidades del mundo resulta un problema que ha ido empeorando día a día, así como el grado de violencia de este delito. Existen diversos tipos de robo a casa habitación, una de las principales clasificaciones es la siguiente: robo por hambre, robo de oportunidad, robo por adicciones (como el consumo de

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Iztapalapa  
Av. Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208Iztapalapa, Ciudad de México. Tel.5773-8210, e-mail:informes@itiztapalapa.edu.mx www.itiztapalapa.edu.mx

alcohol o drogas) y robo por delincuentes profesionales. Desde un punto de vista se considera que es un delito originado por problemas sociales; sin embargo la tecnología tiene un gran énfasis en resolver este problema.

### **Marco teórico**

#### ***Objetivo general***

Fundamentándose en nuevas tecnologías como el internet de las cosas y la telerobótica este proyecto propone diseñar, construir, programar así como integrar un robot móvil como nuevo dispositivo dentro de la interconexión de IoT con la finalidad de seguir trayectorias aplicando la odometría para implementar un sistema de monitoreo para vigilancia y mejorar la seguridad en un espacio de trabajo determinado, a su vez será operado a distancia por medio de la red de internet.

#### ***Objetivos específicos***

Diseñar y construir un sistema mecánico capaz de realizar una correcta locomoción en la residencia.

Tomando en cuenta la metrología del espacio de trabajo aplicar un modelo matemático a partir de la cinemática para lograr un seguimiento de una ruta calculada por medio de un algoritmo de búsqueda.

Monitorizar una residencia mediante captación de imagen y visión diurna y/o nocturna, así como el procesamiento de alertas de los dispositivos instalados, notificando al usuario por medio de un mensaje de texto sobre situaciones inesperadas como son: fugas de gas, cambio de temperatura en el ambiente y movimiento inusual en los accesos del hogar.

Crear distintos modos de operación para realizar diversas funciones de acuerdo a cada necesidad.

Implementar aplicaciones en el sistema operativo Android en el que el usuario sea capaz de controlar al robot móvil por medio de la red de internet para adquirir, procesar y comprender imagen del entorno.

Instalar un sistema de localización satelital para conocer la ubicación del robot en cada instante de tiempo.

#### ***Planteamiento del problema***

Consiste en evitar robos a casa habitación, así como prevenir accidentes en el hogar, debido a que estos incidentes son cada vez más frecuentes principalmente en ausencia de residentes y en su estancia se expone su integridad.

#### ***Hipótesis***

El desarrollo e implementación del robot móvil pretende asistir al usuario a monitorizar la residencia en tiempo real a través de una aplicación, así como detectar anomalías gracias a su sistema de sensado continuo, disminuyendo la inseguridad y conservar los bienes del residente de manera considerable.

#### ***Robótica Móvil***

A nivel mundial, la robótica móvil está diversificada y sigue siendo parte importante en la I+D, por lo tanto aún no está normalizada, a pesar de esto tiene distintas aplicaciones, incluso se han desarrollado gran cantidad de robots móviles de servicio. Pueden clasificarse por su sistema de movilidad (acuático, aéreo y terrestre), incluso por su nivel de inteligencia y autonomía. La diferencia entre la robótica móvil y la estática radica en la capacidad de desplazarse de un lugar a otro por medio de su sistema de locomoción propio, en cambio un brazo robótico está sujeto a realizar la misma tarea con un alto grado de precisión, pero no cuenta con la capacidad de desplazarse.

#### ***Internet de las cosas***

En Internet de las cosas o *Internet of Things* (IoT). Es un sistema de dispositivos informáticos interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que cuentan con identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red sin necesidad de personal Interacción humana o humana a computadora; dicho de otra forma, está basado en la idea de conectar cosas cotidianas a través de Internet. Este nuevo concepto reemplaza la antigua conexión de objetos basada en circuitos cerrados, por la conexión que utiliza la

red de redes, obteniendo comunicación global.

## Procedimiento

### *Construcción de prototipo*

El desarrollo de este proyecto se divide en tres etapas: proceso de ensamblaje, desarrollo electrónico y sistema de control.

### *Proceso de ensamblaje*

La piezas fueron diseñadas en *Solidworks* e impresas en formato 3D en una impresora Zortrax M-200 con material ABS, imagen 1. Y armado del prototipo, imagen 2

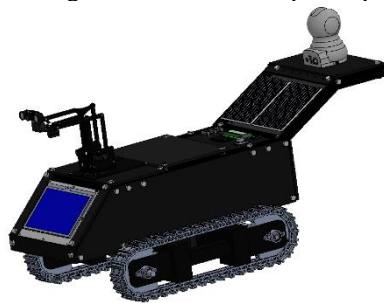


Imagen 1. Ensamblaje final



Imagen 2. Modelo físico

### *Desarrollo electrónico*

En el software *fritzing* se realizó la simulación electrónica de los sistemas del prototipo, imagen 3.

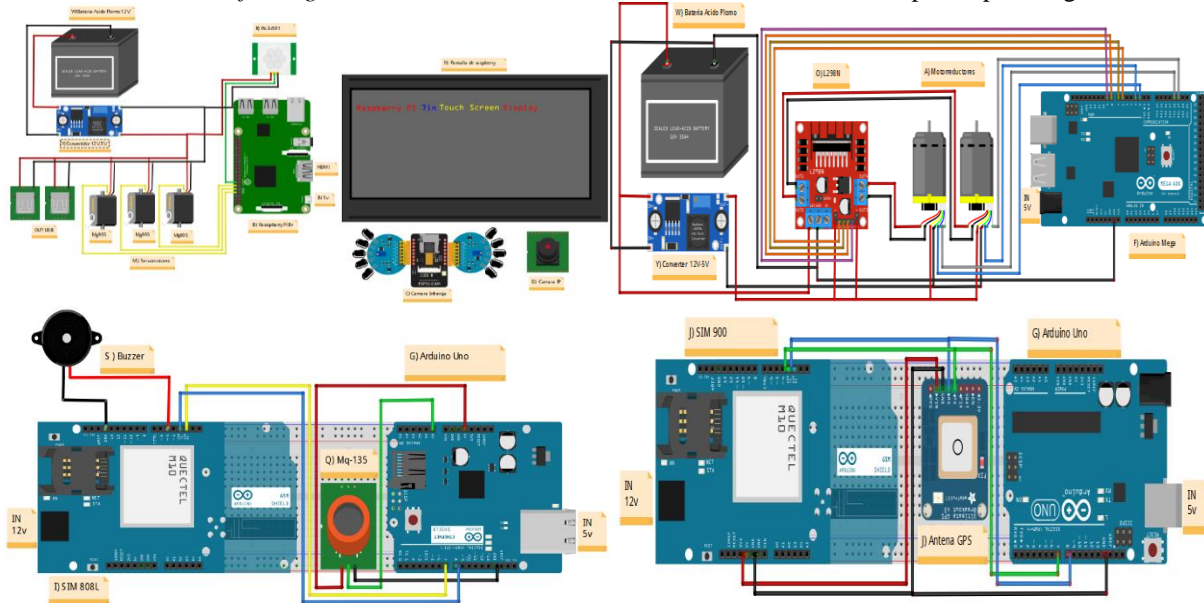


Imagen 3. Desarrollo electrónico



### Sistema de control

Se presenta la sintaxis de los sistemas de control del prototipo representados con diagrama de flujo, imagen

4.

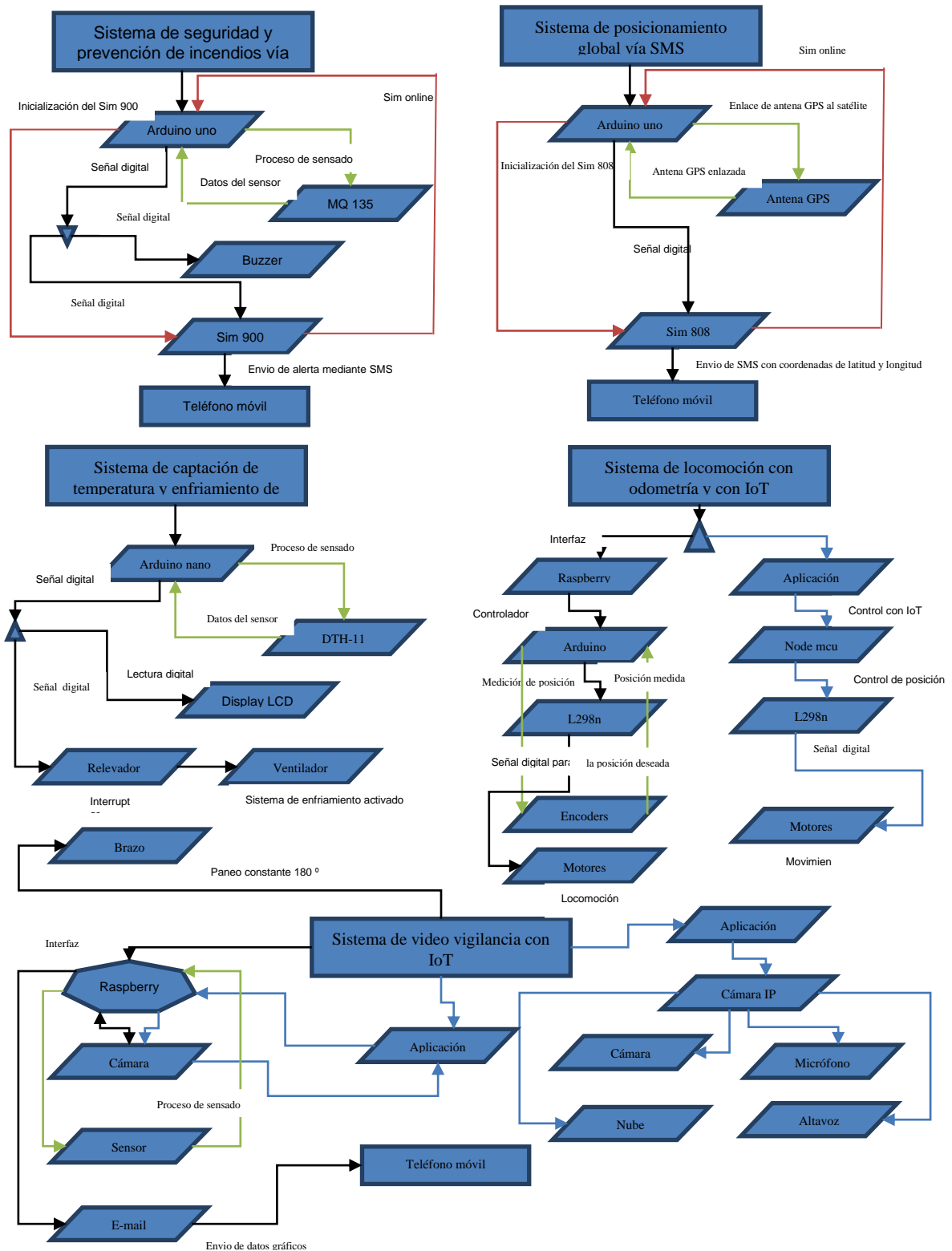


Imagen 4. Diagramas de flujo de los sistemas

### Resultados

## Sistema de control con odometría

### Contador de ticks

Se pretende conocer las funciones de interrupción de los encoders R y L, imágenes 5 y 6 respectivamente, por medio del software Arduino y reflejado en el monitor serial con la leyenda “motor derecho con encoder” y “motor izquierdo con encoder” según cada caso, cada vez que se imprime la leyenda en el monitor serial es una interrupción conocida como *tick*.

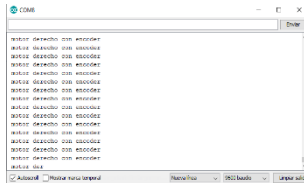


Imagen 5. Motor derecho con encoder

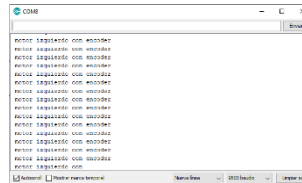


Imagen 6. Motor izquierdo con encoder

### Tiempo de muestreo y frecuencia de interrupción

Se realizan pruebas en los motorreductores con encoder teniendo un tiempo de muestreo de 100µs, imagen 7, con una frecuencia de interrupción de 3µs, imagen 8; en esta unidad de tiempo se reflejan alrededor de 33 ticks.

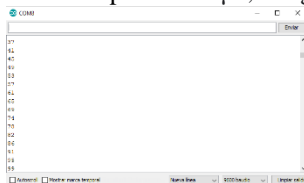


Imagen 7. Tiempo de muestreo

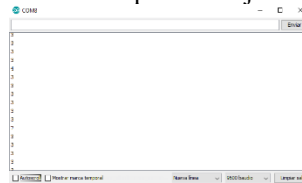


Imagen 8. Frecuencia tiempo interrupción

### Filtro promedio

Se pretende eliminar el ruido por medio de un filtro promedio a raíz de un vector (LyR[] = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}); de almacenamiento de datos para establecer el tiempo en la frecuencia de interrupción y en la gráfica reflejar su velocidad, imagen 9.

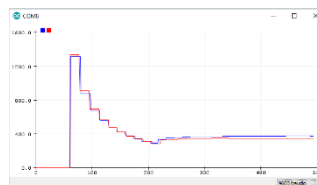


Imagen 9. Filtro promedio de encoder L y R y eliminación de ruido

### Definición de variables globales

Es vital conocer la posición *X*, *Y* y *PHI* del robot para ello se definen las variables globales:

- *LDistancia*: Distancia recorrida por la llanta izquierda.
- *RDistancia*: Distancia recorrida por la llanta derecha.
- *CDistancia*: Distancia recorrida por el punto central.
- *X*: Posición X del punto central.
- *Y*: Posición Y del punto central.
- *PHI*: Posición angular.
- *Longitud*: Distancia entre llantas.
- *Diámetro*: Diámetro llanta.
- *N*: Número de ranuras del encoder.
- *Contador de ticks*: Número de ticks para cálculo de velocidad.

### Ecuaciones de odometría

Se planea implementar las siguientes ecuaciones de odometría para conocer la distancia recorrida por cada llanta.

Llanta derecha.

- $\Delta Rtick = Rtick - RtickAnt;$
- $Rdistancia = PI * diametro * (\Delta Rtick / (double) 12);$

Llanta izquierda.

- $\Delta Ltick = Ltick - LtickAnt;$
- $Ldistancia = PI * diametro * (\Delta Ltick / (double) 12);$

La distancia recorrida por el punto central.

- $CDistancia = (RDistancia + LDistancia)/2$

Posición del punto X y Y actual.

- $x = x + CDistancia * \cos(phi);$
- $y = y + CDistancia * \sin(phi);$

Posición Angular actual y transformación de la posición angular entre -PI y PI.

- $phi = phi + ((Rdistancia - Ldistancia)/longitud);$
- $phi = \text{atan2}(\sin(phi), \cos(phi));$

### Posición X, Y y PHI con odometría

Sustituyendo los valores del robot en las variables globales se busca graficar el ángulo *PHI* y la posición *X* y *Y*, por medio de una modulación de ancho de pulso de 100 y reflejándose en la gráfica serial plotter de Arduino, imagen 10.

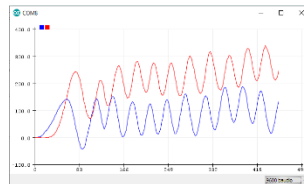


Imagen 10 Posición X, Y y PHI con odometría

### Seguimiento de trayectoria lineal

Se ingresa el sketch con las ecuaciones de odometría al microcontrolador de Arduino para implementar un seguimiento de trayectoria lineal, realizando la interfaz Arduino-MATLAB para graficar los puntos de posicionamiento y visualizar su desplazamiento, imagen 11.

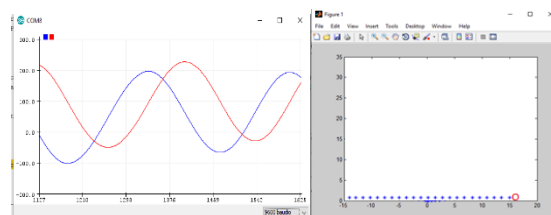


Imagen 11. Trayectoria lineal Arduino-MATLAB

Se pone en marcha el sistema de seguimiento de trayectoria circular en el prototipo obteniendo como resultado un desfase mínimo debido a las condiciones del suelo; sin embargo es susceptible y no afecta al sistema de locomoción, imagen 12.

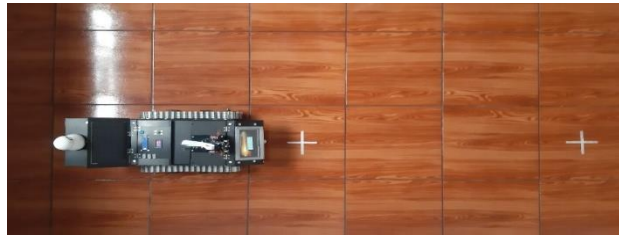


Imagen 12. Trayectoria lineal en prototipo

### Seguimiento de trayectoria circular

Se ingresa el *sketch* con las ecuaciones de odometría al microcontrolador de Arduino para implementar un seguimiento de trayectoria circular, realizando la interfaz Arduino-MATLAB para graficar los puntos de posicionamiento y visualizar su desplazamiento, imagen 13.

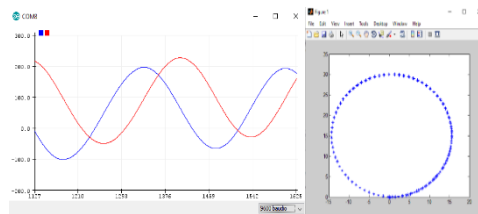


Imagen 13. Seguimiento de trayectoria circular Arduino-MATLAB

Se pone en marcha el sistema de seguimiento de trayectoria circular en el prototipo obteniendo como resultado un desfase mínimo debido a las condiciones del suelo, sin embargo es susceptible y no afecta al sistema de locomoción, imagen 14.

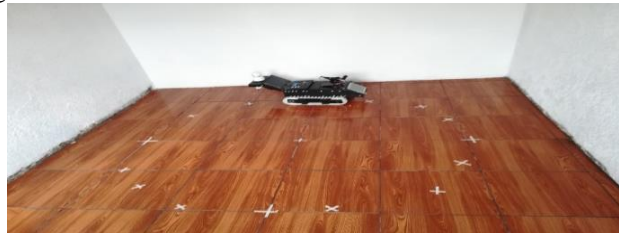


Imagen 14. Seguimiento de trayectoria circular

### Seguimiento de trayectoria de un punto de origen a varios puntos definidos

Se implementó un control proporcional en el microcontrolador de Arduino para realizar un seguimiento de trayectorias de un punto de origen a más posiciones deseadas, utilizando los encoders para medir la posición actual en cada instante de tiempo y restar la posición deseada obteniendo un error, cuando el error tiende a cero indica que encontró la posición deseada y se visualiza la trayectoria a través de MATLAB, imagen 15.

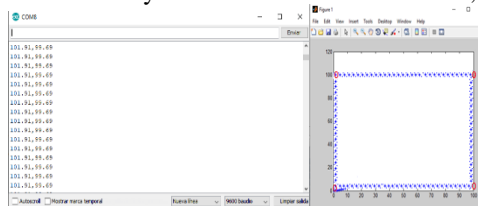


Imagen 15. Seguimiento de trayectoria del punto de origen a varios puntos definidos Arduino-MATLAB

Se pone en marcha el sistema de seguimiento de trayectoria de un punto de origen a dos o más posiciones deseadas en el prototipo obteniendo como resultado un desfase mínimo debido a las condiciones del suelo; sin embargo es despreciable y no afecta al sistema de desplazamiento, imagen 16.



*Imagen 16 Seguimiento de trayectoria del punto de origen a varios puntos definidos en prototipo*

### **Sistema de control de movimiento vía internet (motores)**

Por medio de la aplicación *blynk* y con el módulo *node mcu esp32* se controla la posición de los motores vía internet para desplazar el robot a la posición deseada por el usuario.

### **Sistemas de control con IoT**

#### **Detección de movimiento con envío a correo electrónico**

Por medio del editor de texto de código abierto *geany* realizamos la sintaxis de programación en *python*. Por medio de la *LXTterminal* del sistema operativo *raspbian*, LINUX 20.2 es posible ingresar este modo el cual consiste en que el sistema detecte cualquier movimiento inusual por medio de su sensor infrarrojo dentro del rango de sensibilidad, al activarse automáticamente la cámara tomará una fotografía y se enviará al correo electrónico del usuario, así como una copia para el disco duro de la microcomputadora.

El retraso total de la alerta de correo electrónico al producirse un evento de intrusión en el hogar es de entre 10 y 30 segundos. Lo cual se considera un tiempo por encima de lo establecido como aceptable para que se puedan tomar acciones inmediatas en el caso de algún robo o acontecimiento que alerte al residente.

#### **Sistema de seguridad con IoT visión trasera**

Para la visión trasera se introdujo una cámara IP para eliminar los puntos ciegos cuando el robot está en modo estático o en movimiento. La cámara cuenta con un sistema de audio de dos vías que permite hablar a través de ella con su altavoz integrado o escuchar lo que sucede alrededor de ella con su micrófono incorporado. Cuenta con almacenamiento en la nube.

#### **Sistema de control de seguridad**

#### **Sistema de posicionamiento global**

Se estableció la interfaz de la *shield sim 808* y Arduino uno para realizar pruebas de comunicación en el sistema por medio de comandos AT. El objetivo de este sistema es obtener una recepción de datos en el teléfono móvil con coordenadas de longitud y latitud en tiempo real para conocer la geolocalización. Poniendo en marcha el sistema e implementándolo en el robot se encontró que en ciertos lugares de la residencia responde con un retardo mayor que va de los 10 hasta 20s, debido a la intensidad de señal; sin embargo el tiempo está dentro de los parámetros considerados como estables y se cumple el objetivo.

#### **Sistema de seguridad y prevención de incendios**

Se estableció la interfaz de la *shield sim 900* y Arduino uno para verificar su correcto funcionamiento así como ajustar el rango de sensibilidad del sensor tomando datos de la calidad del aire, procesarlos en un tiempo máximo de tres segundos y reflejarlos en el monitor serial de Arduino. En caso de detectar un cambio en la calidad del aire se enviará un mensaje de texto al teléfono celular con una advertencia de que hay una fuga de gas o incendio en la residencia. Se demostró que no existen retardos y una vez detectado un cambio en la calidad del aire, el tiempo estimado en que se recibe el mensaje de texto es de tres segundos.

#### **Sistema de captación de temperatura y enfriamiento**

Se realizan pruebas del sensor reflejándose en el monitor serial dando lectura exacta de la temperatura del entorno así como verificar la estabilidad del programa ante posibles fallas como desconexión, retardos o deficiencia



de procesamiento, con el objetivo de disipar el calor en las tarjetas por medio de un ventilador cuando la temperatura ambiente del robot sobrepase los 10 °C. Durante el proceso de evaluación del sistema completo ha resultado necesaria la extracción de calor para el correcto funcionamiento ya que tienen límites de tolerancia previo a un inminente colapso del sistema en sí.

### ***Modos operativos***

Este robot contiene cuatro modos operativos los cuales se podrán ingresar por medio de la *LXTerminal* de *raspbian*. Uno de ellos es el “*modo odometría*” que consiste en la locomoción por medio de un algoritmo de búsqueda de un punto de origen a varios puntos definidos previamente programados en el microcontrolador y ejecutado por los encoders, midiendo la posición del robot en un espacio determinado para ejercer un seguimiento de trayectoria en la residencia. Otro es el modo de operación llamado “*modo control vía internet*” es sustituido por el modo anterior y consiste en controlar la velocidad de los motorreductores y la posición del robot por medio de una aplicación con el objetivo de desplazar al robot a un lugar en específico con la finalidad de enlazar la robótica móvil e internet de las cosas. El tercero es el “*modo reposo*” este modo consiste en suspender los modos de locomoción para reducir considerablemente el consumo de energía en la batería de los motorreductores dejando al robot en un punto estratégico para la seguridad y monitoreo de la residencia, cabe mencionar que los sistemas de posicionamiento global y prevención de incendios vía SMS se seguirán ejecutando de forma independiente al resto de los sistemas. Finalmente está el “*modo carga*”, donde es necesario suspender la ejecución de todos los sistemas del robot para garantizar una carga rápida y sin fallas.

### **Conclusiones**

El análisis llevado a cabo para determinar la estructura mecánica y de los diferentes componentes que lo conformarían como lo son: la interfaz humano máquina, medios de comunicación, sistema electrónico, fuente de energía, métodos de inteligencia y control, se realizó con éxito.

Se logró obtener un robot prototipo para el monitoreo y la seguridad, escalable, capaz de recorrer una planta de la residencia. Una gran ventaja de este sistema es enlazar la robótica móvil y la IoT lo cual nos permite tener diversos sistemas de seguridad en uno solo a partir de las innovaciones en la tecnología favoreciendo a la sociedad.

### **Referencias**

1. RajkumarBuyya and Amir VahidDastjerdi. Internet of ThingsPrinciples and Paradigms. Elsevier, USA, 2016.
2. HakimaChaouchi. The Internet ofThingsConnectingObjects. ISTE, London, UK, 2010.
3. OvidiuVermesan and Peter Friess. Internet ofThings - Global Technological and Societal Trends. RiverPublishers, Denmark, 2011.
4. Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. Robotics -Modelling, Planning and Control. Springer, London, 2009.
5. Barrientos-Peñin-Balaguer-Aracil, A.-L.-C.-R. (1997). FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA. Obtenido de [www1.herrera.unt.edu.ar/faceyt/dao/files/2012/04/ Robotica-1.pdf](http://www1.herrera.unt.edu.ar/faceyt/dao/files/2012/04/Robotica-1.pdf)
6. Calle, N. C. (2007). Estudio de robots móviles con ruedas. Repositorio Digital UPS. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/175/2/Capitulo%201.pdf>
7. Becker, G. (1968). “Crime and Punishment: AnEconomicApproach”, *JournalofPoliticalEconomy*, 1968, vol. 76, pages 169.
8. Caldeira, T. (1996). “Building up Walls: the New PatternofSpatialSegregation in Sao Paulo”, *International Social ScienceJournal*, 48, 1:55-66

## El Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”: *La Forma Geométrica en su Portada Barroca*

Mtra. en Diseño Ma. Del Rocío Ordaz Berra<sup>1</sup>

Mtra. en Arq. Ma. A. Guadalupe Rosas Marín<sup>2</sup> Mtro. En Arq. Oscar H. Castro Almeida<sup>3</sup>

**Resumen**—Dedicados al estudio de la Forma Geométrica a través del tiempo, los arquitectos participantes de este proyecto trabajamos en el análisis de la portada del oratorio dada su importancia como joya arquitectónica novohispana. El principal objetivo se centra en la significación del aporte que da la Geometría Descriptiva al desarrollar un análisis formal de los elementos arquitectónicos de este majestuoso modelo.

Como resultado se hace una lectura diferente donde se identifican y describen los elementos arquitectónicos propios del Movimiento Barroco Novohispano, considerado no sólo como estilo arquitectónico, sino como toda una forma de vida, derivada de una situación de privilegio, donde la habilidad de los pueblos mexicanos logra con su práctica y maestría artesanal dar forma a sus propios conceptos sobre el mundo. La importancia de esta joya arquitectónica Virreinal se ve ensanchada no solo por su geometría, sino por ser parte de un majestuoso Conjunto del otrora Oratorio de San Felipe Neri, que hoy en día alberga la Biblioteca Miguel Lerdo de Tejada.

**Palabras clave**— Forma, Geometría, Barroco, Análisis, Arquitectura.

### Introducción

Hablar de Forma Geométrica es hacer patente que es la Geometría Descriptiva ciencia del espacio y las formas, la que da el sustento cognitivo para desarrollar un análisis formal que arroje como resultado una lectura diferente en la que se identifican y describen las formas y elementos arquitectónicos característicos de esta bella fachada de lo que fuera el Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”. Reconociendo la importancia de preservar obras arquitectónicas con valor artístico e histórico, los arquitectos de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, encargados del desarrollo de este trabajo, fijamos como objetivo principal destacar la importancia de la Geometría en el análisis formal de los elementos arquitectónicos; logrando esto a través de un ejemplo representativo de la arquitectura Novohispana. Entendemos que, para conservar y dar nueva vida a este tipo de obras arquitectónicas, es de suma importancia conocer los elementos que las conforman, pues esto coadyuvará a la mejor elección de un uso digno y adecuado que pueda darse a este tipo de construcciones; así como también para lograr completar obras inconclusas como es este caso específico del Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”, donde la fachada original no fue concluida hasta más de un centenar de años después<sup>4</sup>.

### Descripción del método

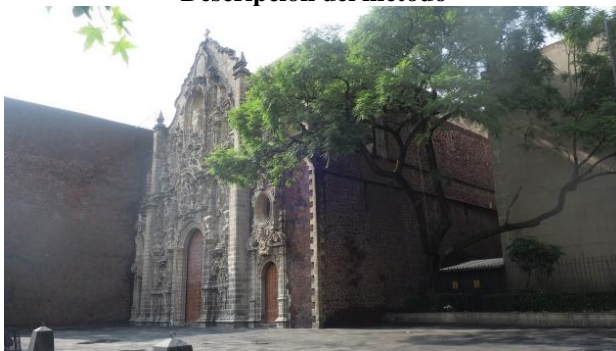


Figura 1. Explanada y Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”

<sup>1</sup> La Arq. María del Rocío Ordaz Berra es Maestra en Diseño y Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Correo electrónico [obm@azc.uam.mx](mailto:obm@azc.uam.mx)

<sup>2</sup> La Arq. María Antonia Guadalupe Rosas Marín es Maestra en Arquitectura y Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Correo electrónico [roma@azc.uam.mx](mailto:roma@azc.uam.mx)

<sup>3</sup> El Arq. Oscar Henry Castro Almeida es Maestro en Arquitectura y Profesor Investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Correo electrónico [cao@azc.uam.mx](mailto:cao@azc.uam.mx)

<sup>4</sup> “El instituto Matías Romero y sus sedes”, Revista Mexicana de Política Exterior, revista digital. <https://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n100/sedeoratorio.pdf>. Consultado en enero 15 del 2021.

## UBICACIÓN

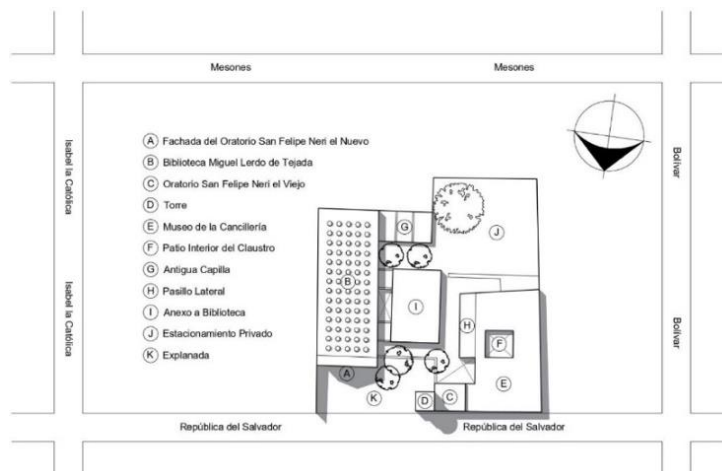


Figura 2. Planta de Conjunto y Ubicación

El Oratorio de San Felipe Neri en su totalidad, está conformado por dos construcciones ubicadas en el número 49 de la calle de República del Salvador, antiguamente llamada Calle del Arco, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Sobre la calle nos recibe a manera de vestíbulo una explanada que integra a ambos oratorios, “El Viejo” en el que actualmente se ubica el Museo de la Cancillería, y el Oratorio de San Felipe Neri El Nuevo”, que hoy en día alberga a la Biblioteca Miguel Lerdo de Tejada de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



Figura 3. Fachada inconclusa del San Felipe Neri “El Nuevo”, donde aun se aprecian restos de lo que fuera el teatro Abreu<sup>5</sup>

Fue este lugar la sede de la Orden de los Filipenses de 1515 a 1595, quienes después de un terremoto que afectó a ambos inmuebles, se vieron obligados a trasladarse al templo de La Profesa que años más tarde también abandonarían debido a la expulsión de los jesuitas de México en 1767. La primera construcción del Conjunto del Oratorio fue el llamado Oratorio de San Felipe Neri “El Viejo”, iniciando su construcción en 1684. El estudio formal que hoy nos ocupa es de la fachada del Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”, el cual inicia su construcción en 1752, y no se concluye hasta años después con la asesoría e intervención del Instituto Nacional de Antropología e Historia, así como

<sup>5</sup> En esta fotografía de archivo se observa la portada original, que no fue terminada, quedó oculta por la taquilla y el vestíbulo del teatro (CNMH-FCRV, Centro Histórico, R1 M47 UT 77:XCIII-30, s/f, CONACULTA-INAH-MEX. Reproducción autorizada por el INAH). Imagen tomada de la Revista Mexicana de Política Exterior, revista digital. (Pág. 164) <https://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n100/sedeoratorio.pdf>. Consultado en enero 15 del 2021.

de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) que en 1969 ordena la reconstrucción y acondicionamiento que llevaran a buen uso los edificios del Oratorio de San Felipe Neri.

Después del abandono de los Hermanos de la Orden de San Felipe Neri, el inconcluso oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”, es rescatado por Francisco Abreu, quien de 1875 a 1954 establece ahí lo que fuera el Gran Teatro Abreu donde artistas de la talla de Anna Pavlowa y Enrico Caruso entre otros, hicieron sus presentaciones. De esta forma, la fachada original aun no terminada, quedó oculta por la taquilla y el vestíbulo de teatro.

#### DESCRIPCIÓN FORMAL

##### ANTECEDENTES



Figura 4. Portada del proyecto original<sup>6</sup>

El proyecto original de esta majestuosa fachada fue desarrollado por el arquitecto Ildefonso de Iniestra Bejarano en 1751, al quedar inconclusa, años después la H. Comisión de Monumentos-INAH aprueba un proyecto para su restauración, el cual logra dar nueva vida a la construcción, albergando una biblioteca que fuera abierta al público en octubre de 1928 y dado su creciente acervo bibliotecario fue reubicada en la nave principal del Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo” en 1970 tomando el nombre de Biblioteca Miguel Lerdo de Tejada.

##### FACHADA PRINCIPAL



Figura 5. Fachada Principal del Oratorio de San Felipe Neri “el Nuevo”, actual Biblioteca Miguel Lerdo de Tejada.

<sup>6</sup> Portada de San Felipe Neri “El Nuevo”. Proyecto original del arquitecto Ildefonso de Iniestra Bejarano ca. 1751. Obra inconclusa terminada en 1970 según proyecto aprobado por la H. Comisión de Monumentos-INAH (Coordinación Nacional de Monumentos Históricos-Fototeca Constantino Reyes-Valerio (CNMH-FCRV, en adelante), Centro Histórico, R1 M47 UT 77:DCCVIII-85b, s/f, CONACULTA-INAH-MEX. Reproducción autorizada por el INAH). Imagen tomada de la Revista Mexicana de Política Exterior, revista digital. (Pág. 163) <https://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n100/sedeoratorio.pdf>. Consultado en enero 15 del 2021.

Remetida al fondo de la explanada que en otro tiempo funcionara como atrio, ésta simétrica fachada recubierta en tezontle luce al centro una espléndida portada en cantería, enmarcada por pilastras entableradas que rematan en un pináculo, respetando el proyecto original. Al centro el acceso principal con arco de medio punto; en cada uno de los laterales, accesos secundarios también con arcos de medio punto; hacia la derecha de esta fachada y realizado en cantería las endejas y adarajas adornan el filete, delineando el contorno que en el segundo cuerpo sufre una pequeña pero visible disminución.

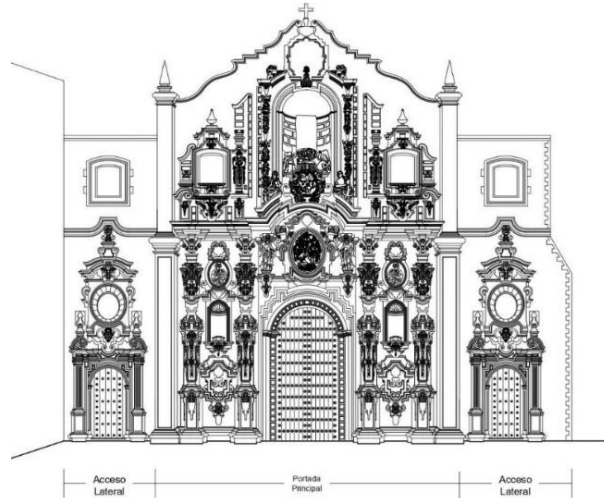


Figura 6. Análisis Formal de la Fachada principal del Oratorio de San Felipe Neri “El Nuevo”

Esta portada se compone de dos cuerpos y tres entrecalles. Al centro, la puerta principal con arco de medio punto sostenido sobre jambas lisas y entableradas dando paso a los tímpanos con figuras geométricas que sirven de base al cornisamento recto con peanas sobre guardamalletas que soportan un arcángel a cada uno de los lados del medallón central donde se representa el bautismo de Jesús; también enmarcan este medallón, ángeles con cuernos de la abundancia sobre roleos, que dan paso al cornisamento curvo, el cual sustenta un escudo con símbolos religiosos pertenecientes a la Congregación fundada por San Felipe Neri, la cual a su vez sirve de peana para sostener una “*pedra de gran tamaño \_ con la cual se iba a esculpir una figura de la Virgen que nunca se terminó. ... dicha imagen representaría a la virgen de las Nieves, que es la patrona de los felipenses*” Vargas Lugo (1976:92), misma que se ubicaría dentro de la hornacina principal en la que se aprecia un almohadillado.

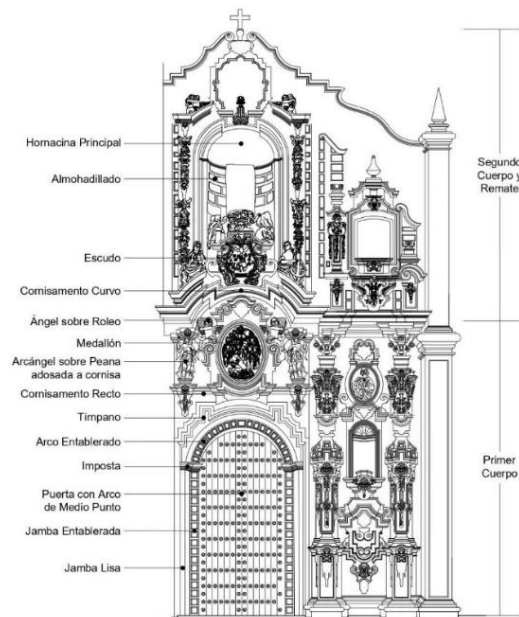


Figura 7. Análisis Formal de la entrecalle del acceso central



En las entrecalles laterales se aprecian los estípites que nacen desde la base de la portada en dados rectangulares luciendo guardamalletas que flanquean una gran malleta, que como menciona Vargas Lugo(1986:49) dan un acento geometricista a las partes del conjunto, ésta da paso a la peana del nicho interestípite, que en ambos lados aparecen vacíos, sobre los cuales luce en cada entrecalle, un medallón con símbolos iconográficos, del lado derecho el apóstol Pablo sosteniendo la espada y un libro, del lado izquierdo el apóstol Pedro con una llave. En este primer cuerpo se desarrollan las columnas estípites que sostienen el entablamento que da paso al segundo cuerpo en el que se aprecia la continuidad y remate de los estípites que flanquean las peanas que sirven para sostener de manera aparente pequeñas ventanas rematadas en su parte superior central con cornisa y pináculo.

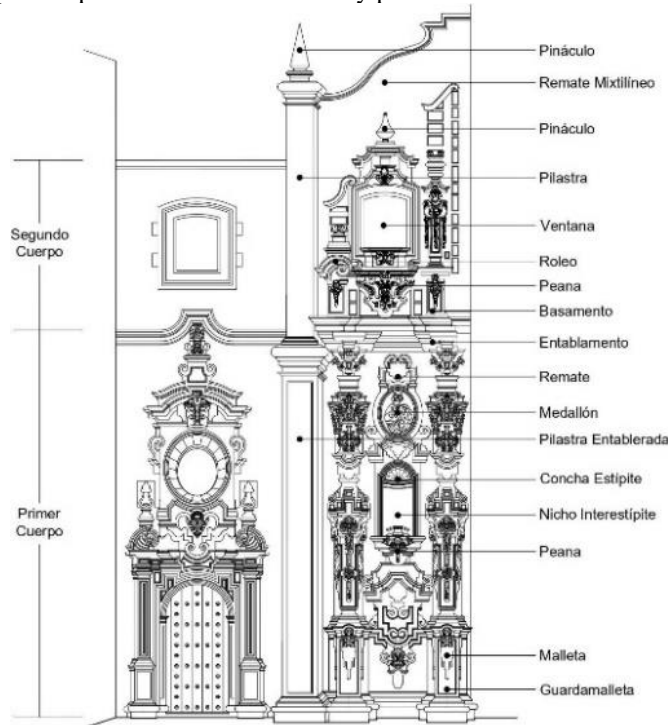


Figura 8. Detalle de la Entrecalle Lateral

Ambas puertas laterales se aprecian enmarcadas por jambas lisas y pilastras adosadas sosteniendo un medallón que ilumina el interior de este recinto, el cual tiene forma oval abocinado y luce en su base una malleta con mascarón y roleos sobre la pequeña cornisa que lo sostiene. Otra cornisa aun más pequeña y un tanto mixtilínea da pie al segundo cuerpo y sostiene la pequeña ventana con arco en cantería.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Partiendo de los objetivos de esta investigación, donde la propuesta principal es identificar y analizar la generación de la forma geométrica de este particular ejemplo en el que como ya ha sido mencionado, no fue sino hasta años después que se concluye la fachada; cobra mayor importancia el análisis e identificación de los elementos geométricos, para lograr una mejor interpretación que dé como resultado un nuevo proyecto que lleve a buen término la fachada inconclusa conservando los trazos y características originales, sin perder el simbolismo, resultado del sincretismo de la época virreinal.

Los resultados obtenidos forman parte de la valoración que se busca dar a la Geometría Descriptiva dentro de la curricula de las licenciaturas de Diseño, intentando que por medio del análisis formal sea más claro y evidente su uso y aplicación al interpretar y describir elementos geométricos arquitectónicos.

#### Conclusiones

Siendo el Barroco Novohispano todo un estilo de vida, se convierte en un importante legado en nuestro país, dado que el sincretismo entre dos grandes culturas del Nuevo y Viejo Mundo, dio como resultado el Barroco Mexicano propiamente dicho; por lo cual, para conocer los simbolismos y conservar los elementos arquitectónicos que

conforman las edificaciones de esa época es menester entender que el estudio y aplicación de la Geometría nos da la pauta para el Análisis Formal que nos lleva a una clara identificación e interpretación de cada uno de los trazos y elementos geométricos.

La importancia de valorar el uso de la Geometría como herramienta de creación y construcción en la arquitectura se hace más evidente al recorrer las calles del Centro Histórico de la Ciudad de México, cargadas de historia y de sabor a estilo barroco de la época del Virreinato de la Nueva España.

#### *Recomendaciones*

Se considera de suma importancia la formación integral del estudiante, lo que nos lleva a una real y fundamentada valoración de nuestras raíces como pueblo, desde una mirada de la arquitectura donde como ya se ha mencionado la Geometría juega un importante papel en la formación de estudiantes de Arquitectura, razón por la cual es relevante su conservación dentro del plan de estudios de carreras relacionadas con el Diseño.

Como investigadores involucrados con estos temas de arquitectura y geometría, hemos desarrollado diversos trabajos de algunos otros sitios representativos del Barroco en México que recomendamos sean dados a conocer en espacios académicos y culturales como es este Congreso Internacional de Academia Journals.

### **Referencias**

#### *Referencias Bibliográficas:*

Cal Rafael. Leach Mayor, 2011. Iglesias del Centro Histórico de la Ciudad de México.

De la Maza, Francisco, 1969. El Churrigüesco en la Ciudad de México. México: Fondo de Cultura Económica.

Piña Dreinhoffer, A. 2013. Arquitectura Barroca. Material de lectura 4, Serie las Artes de México. México: UNAM, Departamento de Humanidades, Dirección de Difusión Cultural.

Toussaint, M. 1974. Arte Colonial en México. México: UNAM Imprenta Universitaria.

Vargas Lugo, E. 1986. Portadas Churrigüescas de la Ciudad de México. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Tovar de Teresa. México Barroco. 1981

#### *Referencias Electrónicas:*

“El Instituto Matías Romero y sus sedes”, Revista Mexicana de Política Exterior, revista digital. <https://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n100/sedeoratorio.pdf>

#### *Referencias Ilustrativas:*

Las fotografías presentadas en este artículo, algunas fueron tomadas in situ por las integrantes de este proyecto de investigación: Arq. María del Rocío Ordaz Berra y Arq. María Antonia Guadalupe Rosas Marín; y otras fueron tomadas de la Revista Mexicana de Política Exterior, revista digital. (Pág. 163) Consultado en enero 15 del 2021. <https://revistadigital.sre.gob.mx/images/stories/numeros/n100/sedeoratorio.pdf>.

Los trazos y dibujos analizados fueron realizados en programas de AutoCad e Illustrator por alumnas del Servicio Social: Anaid Itzel Martínez Santos y Karla Valeria Díaz Rojas.

# Propuesta de un Sistema de Abastecimiento de Materiales Aplicando Herramientas Lean Logistic para una Industria Textil

Ing. Daniela Palacios García<sup>1</sup> y Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada<sup>2</sup>

**Resumen**—El área de abastecimiento es la que da inicio a todo el proceso, cualquier retraso en los tiempos de materiales repercutirá en el resto del proceso; el presente artículo propone la implementación de herramientas Lean Logistic en su sistema de abastecimiento de materiales para garantizar la reducción de inventarios, disminución en los tiempos de entrega por parte del proveedor, suministro de materiales en el momento oportuno y a menor costo, identificando oportunidades de mejora en los procesos, con el fin de optimizar la operación.

**Palabras clave**—Mapa de flujo de valor (VSM), Modelo ABC, Gestión de relaciones con proveedores (SRM), Cálculo del tamaño de lote económico (EOQ).

## Introducción

Una de las principales actividades en una empresa es el abastecimiento de materia prima y recursos para la realización del producto o servicio; es en este ámbito donde los usuarios solicitantes toman las primeras decisiones para lograr un producto mejor al menor costo, las compras no planificadas, las demoras en la generación de órdenes de compra debido al exceso de trámites internos, la falta de proveedores calificados, así como también otros factores relacionados con la logística, muchas veces impiden llegar a una negociación adecuada, lo que se puede mejorar determinando el método a seguir, aplicando las técnicas del abastecimiento, y así obtener las ventajas que requiere la empresa en este ámbito para aumentar su rentabilidad (Mendoza & Cevallos, 2016).

En la actualidad el área de compras o abastecimiento juega un papel significativo dentro de la industria, debido a la importancia de ser eficientes y rentables; para ello el pensamiento Lean en los departamentos de abastecimiento se ha posicionado como una metodología de trabajo real, sólida y útil para conseguir mejores resultados, la metodología Lean tiene como objetivo eliminar los desperdicios y actividades que no agregan valor al producto o servicio que se le ofrece al cliente; logrando el abasto en cantidades suficientes y oportunas de los materiales y como consecuencia tener un inventario optimo estableciendo relaciones positivas con proveedores.

## Descripción de la investigación

A continuación, se describe cada herramienta y los pasos a seguir para el logro de dicho estudio:

### *Elaboración de VSM Actual*

En la Figura 1 se observa la situación actual de la empresa Textilera, los resultados que se obtuvieron al aplicar esta herramienta son:

- El cuello de botella es en la colocación de las ordenes de compra, debido a que arroja 16 días.
- El tiempo de No Valor Agregado es de 23 días.
- El tiempo que tarda almacén para ingresar el material es de 3 días.

<sup>1</sup> Daniela Palacios García es maestrante de Maestría en Ingeniería Administrativa en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco [m19371357@apizaco.tecnm.mx](mailto:m19371357@apizaco.tecnm.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada es docente investigador en la Maestría en Ingeniería Administrativa por el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco [miguel.rl@apizaco.tecnm.mx](mailto:miguel.rl@apizaco.tecnm.mx)

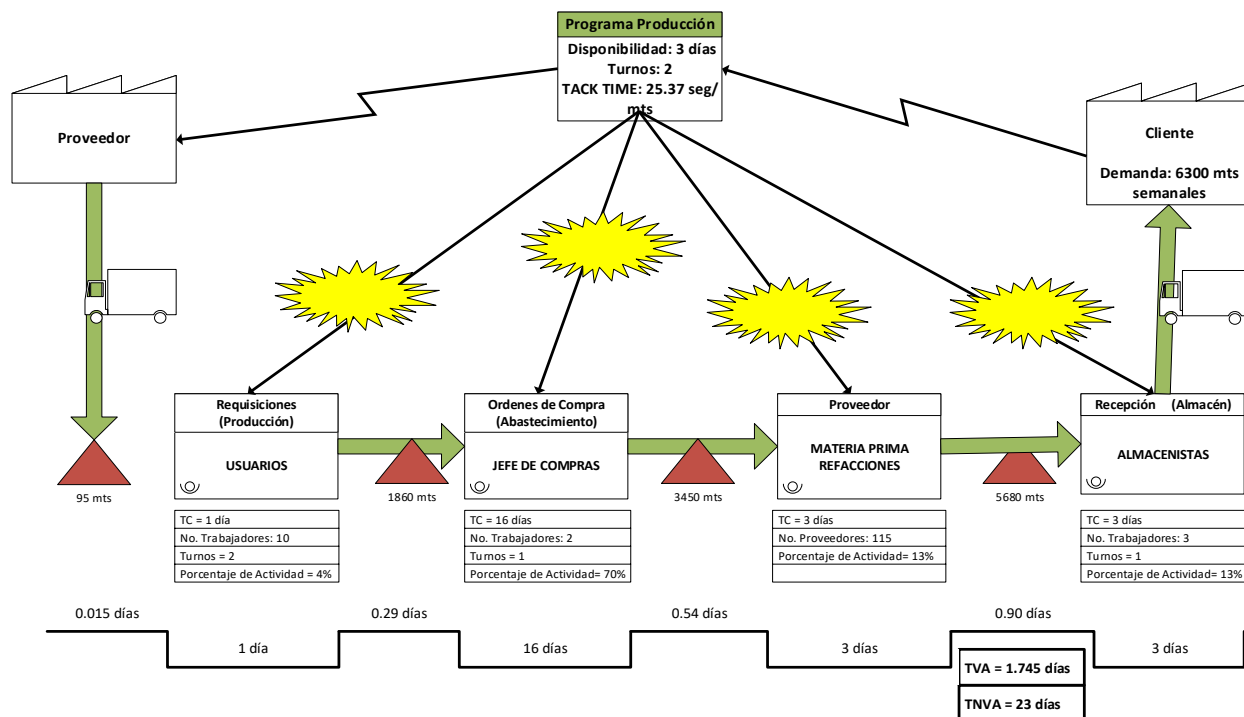


Figura 1. Mapeo de la Cadena de Valor Actual (VSMA)

Con base en estos resultados se seleccionarán la familia de productos a analizar tomando en cuenta que de enero a diciembre del 2020 se adquirieron un total de 1370 partidas, donde el porcentaje de participación fue del 52% para refacciones con 715 partidas y el 34% es para materia prima con 465 partidas.

*Análisis de requerimiento de compras*

Se realizó un análisis de los materiales con mayor recurrencia en la compra, esto quiere decir, que de materia prima se adquirieron 465 partidas de las cuales pertenecen a 104 códigos. A partir del código número 13, la frecuencia es menor a 10; por lo consiguiente, nos enfocaremos en los primeros 12 códigos que corresponden a un 48% de las compras, tal como se muestra en el cuadro 1.

Número	Descripción	Frecuencia
1	LANA BLANCA DE CONTORNO SUCIA	73
3	LANA NEGRA SUCIA	26
4	LANA PINTA DE CONTORNO SUCIA	24
5	CARBONATO DE SODIO MAS	20
6	HILO 2/30 ACRILICO CRUDO RECTRACTADO	14
7	COLORANTE NEGRO REALAN EHF FAR	12
8	HILO ACRILICO 2/30 HB COLOR	11
9	ALBAFLOW FFA CAS	11
10	ACIDO ACETICO INDUSTRIAL MAS	10
11	ACIDO SULFURICO 98% MAS	10
12	BATATEX LIC	10
<b>Total general</b>		<b>465</b>

Cuadro 1. Frecuencia de compra de materia prima.

Para las refacciones se realiza el mismo análisis; de las 715 partidas adquiridas, solo pertenecen a 506 códigos, donde se genera el 80% del área de oportunidad es en los primeros 33 códigos, con 143 líneas de frecuencias, como se indica en el cuadro 2.

Número	Código	Frecuencia
1	LHM 470	12
2	PROCERIN E	11
3	GAS LP	10
4	SEGUETAS P/ARCO HECORT 2412	5
5	ARMATURE SPRING BE 154825	5
6	AFLOJA TODO 300 GR	5
7	Z#CINTA TEFLON DE 1/2	5
9	LAMINA DE FIBROCEMENTO P-7 3.05 X 1.00	5
<b>Total general</b>		<b>715</b>

Cuadro 2. Frecuencia de compra de refacciones.

### Implementación de modelo ABC.

La técnica de la clasificación ABC se basa en el principio de **PARETO** o regla del 80-20, la cual dice que un pequeño porcentaje (20%) de las referencias serán responsables del mayor porcentaje (80%) de la demanda o del costo. Esta clasificación nos ayudará a tomar mejores decisiones y priorizar los recursos de compras y de almacenamiento hacia los productos de mayor impacto en la organización.

Para este caso se elaboró el modelo por Clasificación por valor total y con base en estos datos se observa que 121 productos absorben el 96% de inversión en la clasificación tipo A; 182 productos de la clasificación tipo B, toman el 3% del total invertido; mientras que la mayoría de productos (303) toman tan solo el 0.5% de la inversión y derivado de estos datos se establecen las políticas de control y periodicidad de los pedidos. En el cuadro 3 se presenta un resumen de cómo quedaron clasificados los productos con base al valor total y en la figura 2 se muestra el diagrama de Pareto.

Tipo	No. Productos	Porcentaje %	Inversión \$	Porcentaje %
<b>A</b>	121	20	8,799,245	96
<b>B</b>	182	30	280,106	3
<b>C</b>	303	50	48,111	1
<b>Total</b>	606	100	9,127,461	100

Cuadro 3. Clasificación de productos con base al valor total

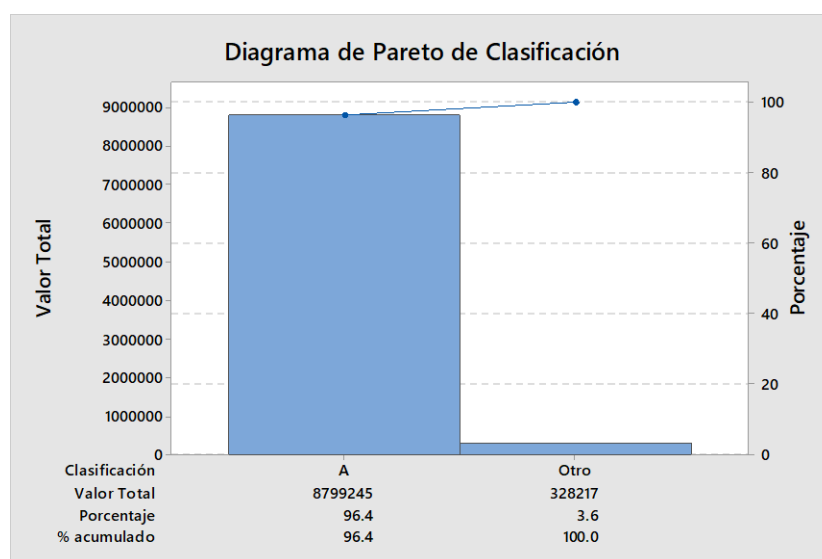


Figura 2. Diagrama de Pareto de valor total.

### Evaluación a proveedores.

Para tener éxito en la gestión de proveedores, es importante asegurarse que se cumplan los tiempos pactados con los mismos, así mismo la evaluación a proveedores se debe realizar constantemente en una empresa para asegurar que estos no se desvíen del objetivo que se tiene; para esto se implementó un programa de Gestión de Relaciones con Proveedores (SRM) donde se evalúan las mediciones de las entregas en tiempo y completas (ot&c).

De enero a diciembre del 2020, fueron suministrados 1370 materiales a la empresa, de los 115 proveedores que suministran tanto refacciones como materia prima; ya que hoy en día la empresa no cuenta con un sistema que permita evaluar a los diferentes proveedores, es necesario concentrarse solo en los que nos generan un 80% de oportunidad, por lo consiguiente solo 10 proveedores generaron el 80/20 con base a los montos que se obtuvieron en las compras del año; mismo que se observa en la figura 3.

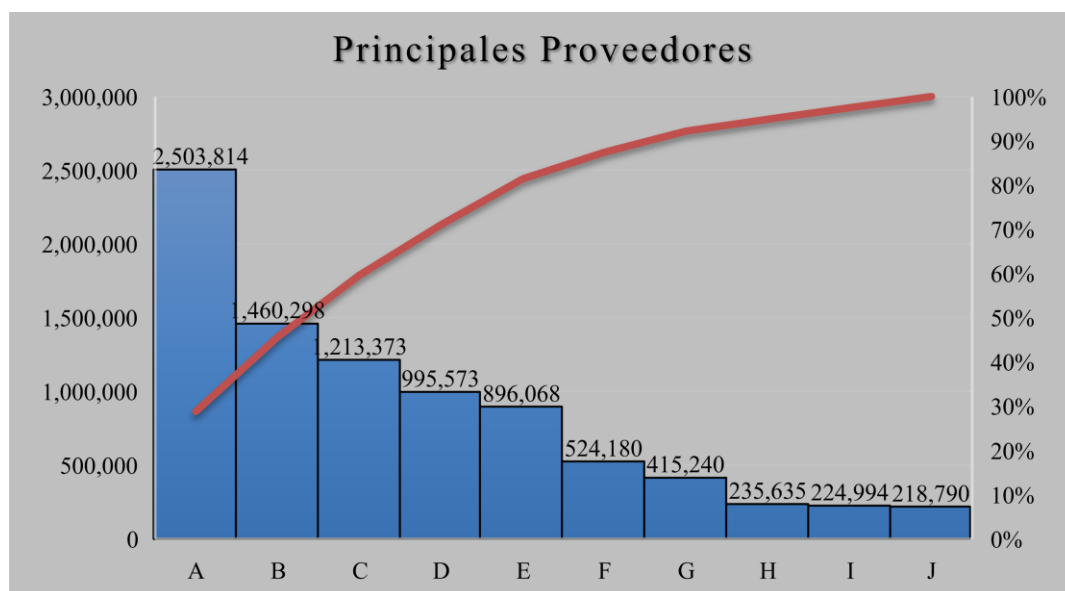


Figura 3. Principales proveedores que hacen el 80/20.

### Aplicación del Sistema Pull mediante un MRP.

Este se refiere al cálculo de las necesidades de material basado en la demanda real de componentes y en la previsión de la demanda. La finalidad de este es ofrecer planes por producto, para suministrar el producto en tiempo y forma. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Definir lista de materiales (BOM).
- Programa Maestro de Producción: Qué, cuánto y cuándo producir.
- Registro de inventario.
- Software para hacer el MRP (si la empresa no cuenta con un ERP, se podrá realizar en Excel).
- Necesidades brutas.
- Recepciones programadas.
- Inventario disponible.
- Necesidades netas.
- Lanzamiento de una orden.
- Explosión de necesidades.

A continuación, en el cuadro 4, se muestra a detalle los puntos anteriores.



MRP									
CÓDIGO DE PRODUCTO TERMINADO							JULIO		
Producto	Descripción	UDM	\$ unit	Inventario Inicial	\$ Total	LT	Pedidos en tránsito	En tránsito \$	Consumo
A	LANA	Kg	10	0		30		0	1,369
A	FIBRA	Kg	20	0		30		0	342
A	CATALIZADOR PARA ESPUMA	Kg	70	200	14,000	8	300	21,000	9
A	MYGRASSIST	Kg	28	200	5,600	8	200	5,600	9
A	SULFATO DE SODIO	Kg	6	650	3,900	8	500	3,000	88
A	COLORANTE NEGRO	Kg	125	38	4,750	8		0	79
A	CARBONATO DE SODIO MAS	Kg	10	0	0	8		0	15
A	BATATEX	Kg	15	400	6,000	8	400	6,000	8
A	ACIDO SULFURICO	Kg	3.5	1,610	5,635	8	630	2,205	53
					<b>\$ 39,885</b>		<b>PT</b>	<b>\$ 37,805</b>	<b>4,175</b>

MRP							
			AGOSTO			SEPTIEMBRE	
Producto	Descripción	UDM	Inventario Inicial	Consumo	Pedido por colocar	Inventario Inicial	Consumo
A	LANA	Kg	831	1,354	1,000	477	1,342
A	FIBRA	Kg	208	338	300	169	336
A	CATALIZADOR PARA ESPUMA	Kg	491	9	0	483	9
A	MYGRASSIST	Kg	391	9	0	383	9
A	SULFATO DE SODIO	Kg	1,062	87	0	975	86
A	COLORANTE NEGRO	Kg	19	78	80	21	77
A	CARBONATO DE SODIO MAS	Kg	5	15	20	9	15
A	BATATEX	Kg	792	8	0	785	8
A	ACIDO SULFURICO	Kg	2,187	52	0	2,135	52
			<b>PT</b>	<b>4,128</b>		<b>PT</b>	<b>4,092</b>

Cuadro 4. Planificación de Requerimiento de Materiales para un producto.

*Cálculo del tamaño de lote económico (EOQ).*

El modelo que se aplicara en la presente investigación es el EOQ básico debido a las siguientes características:

- La demanda es constante y conocida, puede estar dada en días, semanas, meses o años.
- El tiempo entre la colocación del pedido y su recepción (lead time) es conocido y constante.
- No hay descuentos por cantidad.
- No hay restricciones para el tamaño del lote.
- El costo de ordenar y el costo de mantener son los únicos costos variables.
- El costo de ordenar es constante.

Donde las variables a ocupar son:

- Q= Cantidad de unidades por orden de pedido.
- Q\*= Cantidad óptima de unidades por orden de pedido, también conocido como EOQ.
- TC= Costo total.
- D= Demanda de unidades.
- C= Costo por unidad.
- S= Costo de ordenar.

- H= Costo de mantener inventario.
- CT= Costo total.
- T= Tiempo entre cada pedido.
- N= Número esperado de órdenes.

Y las formulas a aplicar serán las siguientes:

**Cantidad optima**

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

**Número de pedido anual optimo**

$$N^* = \frac{D}{Q^*}$$

**Tiempo entre cada pedido**

$$T = \frac{Q}{D} * 365$$

**Costo Total de Almacenaje**

$$TC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Se sustituyen formulas, quedando de la siguiente manera:

CÓDIGO	ARTÍCULO	Kg Totales (D)	Q*	S (\$)	H (\$)	TC
4101LNPC000000SU	LANA	11,186	75	509	2,014	151,403
4100FBPT064BCO	FIBRA	2,797	38	509	2,014	75,701
4300AX000AFFA	CATALIZADOR PARA ESPUMA	72	6	509	2,014	12,125
0024NYL	MYGRASSIST	72	6	509	2,014	12,125
SUS01	SULFARO DE SODIO	717	19	509	2,014	38,343
0043NPCJ	COLORANTE NEGRO	646	18	509	2,014	36,376
4300AX000000CSO	CARBONATO DE SODIO MAS	126	8	509	2,014	16,088
00074bt	BATATEX	63	6	509	2,014	11,376
ACSUT9801	ACIDO SULFURICO	430	15	509	2,014	29,701

Cuadro 5. EOQ para un producto.

**Conclusiones**

La importancia de haber aplicado dichas herramientas, trajo beneficios a la empresa; tales como:

- Reducción en un 65% en los tiempos de colocación de órdenes de compra.
- Se identificó por medio del modelo ABC los productos y proveedores que generan el 80/20, donde de 606 códigos, solo 121 corresponden a productos A y para la cartera de proveedores 115, solo 10 conforman el valor monetario más significativo para la empresa.
- Con base al EOQ se identifican las cantidades optimas por cada componente del producto.
- La implementación de un SRM fue significativa para el área de Abastecimiento, ya que permite tener relaciones más estrechas con los mismos, asegurando el suministro oportuno y cumpliendo con los objetivos que fueron pactados con la empresa.

**REFERENCIAS**

Mendoza, M., & Cevallos, N. (2016). EL ABASTECIMIENTO ESTRATÉGICO Y SU APLICACIÓN EN LAS EMPRESAS. *SABER, CIENCIA Y Libertad*.

# Propuesta de Curso en Línea para Estudiantes de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México Campus Iztapalapa

M.C. Abiel Tomas Parra Hernández<sup>1</sup>, Ing. Erika Ivonne Geraldo Morales<sup>2</sup>

**Resumen**—La humanidad enfrenta problemas globales complejos como los 17 objetivos de desarrollo sostenible descritos en la Agenda 2030 auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas, cada uno de esos objetivos se trabaja de manera interdisciplinaria con la colaboración de gobiernos, industria, academia y comunidades en todo el mundo. Debido a lo anterior, es obligación de los profesionales formados en instituciones de educación superior como el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa participar en la propuesta de soluciones a estos problemas a nivel local, estatal, regional y nacional en México. Con la intención de que los estudiantes de las carreras de ingeniería del Instituto Tecnológico de Iztapalapa completen su formación y cuenten con las herramientas adecuadas se realiza la siguiente propuesta. El curso contiene los conceptos básicos de la Ciencia de la Complejidad y el Pensamiento Computacional, temas que no se cubren a detalle en los planes de estudio oficiales.

**Palabras Clave:** Curso en Línea, Educación Superior a Distancia, Ciencia de la Complejidad, Pensamiento Computacional, TecNM-Iztapalapa

## Introducción

En la década de 1930's hubo avances trascendentales en matemáticas que dieron lugar a la formalización del concepto de computación que permitió la aparición de las primeras computadoras en Inglaterra, E.U.A, Alemania y Asia. A partir de esa década, junto con el avance de la ciencia y la tecnología, comienza la evolución de las computadoras y los componentes que la integran: hardware y software creando sistemas computacionales cada vez más complejos y eficientes. Actualmente, el impacto de la Computación y los sistemas computacionales en todos los aspectos de la vida humana es innegable y el estudio de los sistemas complejos tuvo un impulso significativo debido al avance de las computadoras que permiten estudiar y simular de mejor manera los sistemas complejos presentes en la naturaleza y en sistemas humanos como la economía, política, industria, sociedades, organizaciones, etc. Es por ello, que la computación y la complejidad son conceptos muy importantes y estudiados hoy en día.

De ahí, surge la enorme importancia de generar acciones orientadas a desarrollar competencias digitales dentro de la educación superior en el TecNM-Iztapalapa, para que los futuros profesionales relacionados con la ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas así como las áreas humanísticas y artísticas (STEAM por sus siglas en inglés) conozcan e implementen los conceptos fundamentales de la Computación y la Complejidad para entender, estudiar y proponer soluciones interdisciplinarias a los problemas complejos que enfrenta la humanidad.

## Marco conceptual

### *Pensamiento Computacional*

Jannette M. Wing (2006) definió el concepto como: *“los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y representación de sus soluciones, de manera que dichas soluciones puedan ser efectivamente ejecutadas por un agente de procesamiento de información (humano, computadora o combinaciones de humanos y computadoras)”*.

El pensamiento computacional tiene las siguientes características:

- Conceptualizar, no programar
- Habilidad fundamental, no de memoria
- Una forma en que los humanos piensan, no las computadoras
- Complementa y combina pensamiento matemático e ingenieril

<sup>1</sup> M.C. Abiel Tomás Parra Hernández es profesor de Computación en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa. [abielt.ph@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:abielt.ph@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Ing. Erika Ivonne Geraldo Morales es profesora de Computación en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa. [erikai.gm@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:erikai.gm@iztapalapa.tecnm.mx)

- Ideas, no artefactos
- Para todos, en todos lados

Con el creciente entusiasmo en la última década con respecto al estudio de la computación, el concepto de pensamiento computacional ha sido adoptado para incluirlo dentro de los programas de capacitación de los profesores de educación básica (Yadav, Stephenson y Hong, 2017). También existen críticas importantes que plantean la pregunta si realmente es necesario el concepto (Nardelli, 2019) porque hay poca información que respalde la noción de que saber de computación mejora la capacidad de solución de problemas en las actividades diarias (Guzdial, Kay, Norris y Soloway, 2019). En la industria de la programación se recomienda que los desarrolladores hagan uso del concepto en sus actividades profesionales, pero junto con inteligencia emocional para evitar entusiasmos innecesarios (Bugayenko y Guzdial, 2019).

En el mundo existen muchas propuestas de cursos de Pensamiento Computacional para educación superior, el M.I.T. propone el curso en línea “Introducción al Pensamiento Computacional” que en su versión más reciente (Edelman, Sanders y Leiserson, 2021) incluye en sus primeros dos módulos temas fundamentales de Computación y en el módulo 3 incluye su implementación con métodos matemáticos y su implementación en un sistema complejo:

- 1.Images, Transformations, Abstractions
- 2.Statistics, Probability, Learning
- 3.Differential Equations & Climate Modeling

En México, la Academia Mexicana de Computación (AMexComp) publicó un libro llamado “Introducción al Pensamiento Computacional” (Zapotecatl-López, 2018) con la intención de impulsar su adopción en todos los niveles educativos existiendo resultados de su implementación en la impartición de cursos de educación superior en México (Rojas-López y García-Peñalvo, 2020). Además del libro existe un curso en línea complementario (Zapotecatl-López, 2019) con los siguientes temas:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1.Definición de Pensamiento Computacional | 5.Funciones y Recursión      |
| 2.Abstracción                             | 6.Análisis de Algoritmos     |
| 3.Información                             | 7.Simulación                 |
| 4.Algoritmos                              | 8.Experiencia de Aprendizaje |

### *Pensamiento Complejo*

La definición del concepto de Complejidad (Domenico, et.al., 2019) involucra la descripción de las características particulares que presenta un sistema complejo, estos son:

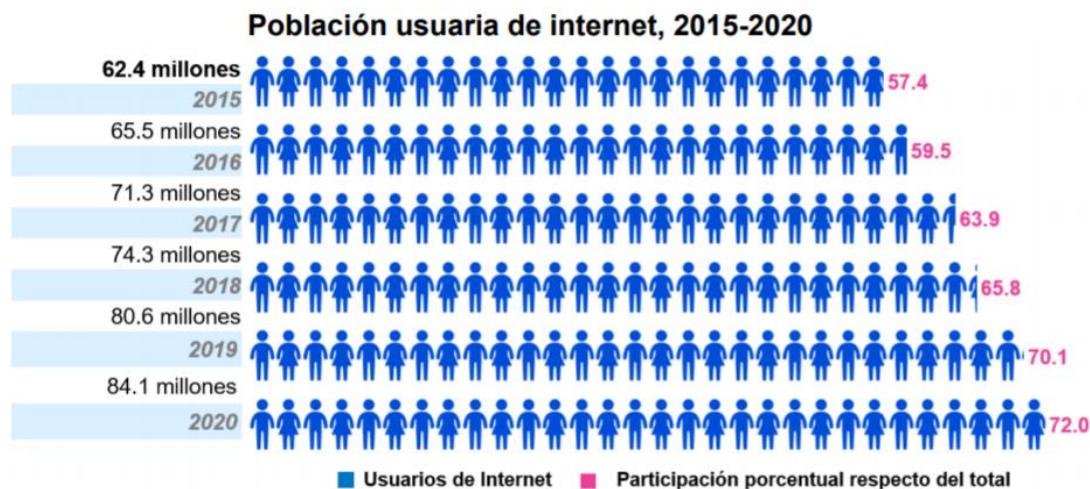
- **Interacciones:** Los sistemas complejos constan de muchos componentes que interactúan entre sí y con su entorno de múltiples formas.
- **Emergencia:** Las propiedades de los sistemas complejos en su conjunto son muy diferentes, y a menudo inesperadas, de las propiedades de sus componentes individuales.
- **Dinámica:** Los sistemas complejos tienden a cambiar sus estados dinámicamente, a menudo mostrando un comportamiento impredecible a largo plazo.
- **Auto-Organización:** Los sistemas complejos pueden autoorganizarse para producir patrones no triviales de forma espontánea sin un plan
- **Adaptación:** Los sistemas complejos pueden adaptarse y evolucionar

Proponemos que cada una de las características de los sistemas complejos componen los fundamentos de un “Pensamiento Complejo” (Domenico, et.al., 2019) en conjunto con los conceptos de:

- **Interdisciplinariedad:** La ciencia de la complejidad se puede utilizar para comprender y gestionar una amplia variedad de sistemas en muchos dominios.
- **Métodos:** Los métodos matemáticos y computacionales son herramientas poderosas para estudiar sistemas complejos.

### Contexto Socio-Tecnológico en México

En México, durante el tercer trimestre de 2020, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía realizó la captación de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) con el objetivo de saber cómo se encuentra la población con respecto al uso de las Tecnologías de la Información en los hogares y el uso por parte de los individuos. Los conceptos de pensamiento computacional y pensamiento complejo se pueden implementar dentro del contexto **socio-tecnológico** actual del país, ya que actualmente en México, la cantidad de población con seis años o más ha aumentado de 62.4 millones en 2015 a 84.1 millones en 2020 como se muestra en la figura 1 (SCT, IFT, INEGI, 2020), a pesar de que en los últimos años más mexicanos tienen acceso a internet la misma encuesta arroja que solo 44.4 millones de usuarios tienen computadora en contraste con los 88.2 millones de usuarios que cuentan con telefonía celular. Estos datos representan la existencia de una brecha digital que se traduce en desigualdad de oportunidades y, en consecuencia, un desarrollo económico limitado para el país, además de una desventaja que afecta a aquellos que no tienen competencias digitales como el uso de una computadora o teléfono inteligente con acceso a internet y desean progresar laboralmente para poder tener movilidad social que los beneficie.



Además de las cifras oficiales, organismos independientes en México han investigado la implementación de las iniciativas gubernamentales (Fernández, 2016). Por otra parte, para que México desarrolle la industria 4.0 en el país (SE, 2018), debe trabajar en cuatro pilares fundamentales:

- **Desarrollo de capital humano:** México debe desarrollar capital humano de primera generación, con las habilidades más recientes en información de datos, minería de datos, y ciberseguridad, entre otras.
- **Innovación:** hacer que las empresas innoven a través del uso de herramientas específicas.
- **Clústers:** generar sinergias positivas entre los clústers para detonar acciones coordinadas.
- **Adopción de tecnología:** para que las pequeñas y medianas empresas la adopten, la obtengan de inmediato y generen procesos productivos más competitivos.

## Propuesta de curso en línea

### *Pensamiento Complejo-Computacional*

Los fundamentos del “Pensamiento Complejo-Computacional” son el “Pensamiento Computacional” y el “Pensamiento Complejo”, para nuestra propuesta de curso en línea nos basamos en la definición de Pensamiento Computacional de Denning y Tedre (2019) como:

*“las habilidades mentales para diseñar cómputos que hagan que las computadoras realicen el trabajo por nosotros y explicar e interpretar el mundo como procesos de información complejos”*

También empleamos la perspectiva de Liu, Sun, Wang, y Bao (2021) que proponen extender el concepto a un “Paradigma de Pensamiento Generalizado” más amplio que incluya: Pensamiento Histórico, Pensamiento Computacional, Pensamiento Centrado en Datos y Pensamiento Arquitectónico. En nuestro caso, un “Pensamiento Complejo-Computacional”.

Nuestra propuesta de temario del curso en línea considera dos partes I: Computación y II: Complejidad, para definir los temas de cada una de las partes nuestras principales referencias son el libro “Introducción al Pensamiento Computacional: conceptos básicos para todos” (Zapotecatl-López, 2018) de la AMexComp y el artículo “Complexity Explained” (De Domenico, et.al., 2019), quedando la organización del temario como se describe a continuación:

#### Parte I: Computación

1. Abstracción
2. Información
3. Algoritmos
4. Métodos matemáticos
5. Métodos computacionales

#### Parte II: Complejidad

1. Interacciones
2. Emergencia
3. Dinámica
4. Auto-Organización
5. Adaptación

Nuestra propuesta de curso en línea de “Pensamiento Complejo-Computacional” acompaña de manera adecuada la evolución y consolidación de la Currícula de Computación: Paradigmas para la Educación Global de la Computación (ACM-IEEE, 2020) que considera las subáreas consolidadas: Ciencia de la Computación, Ingeniería de Computación, Tecnologías de Información, Sistemas de Información, Ingeniería de Software, Ciberseguridad y Ciencia de Datos más las subáreas que se consoliden en el futuro como se muestra en la figura 2.

Además, el “Pensamiento Complejo-Computacional” proporciona los fundamentos para las principales tendencias de investigación e innovación en Computación en la actualidad como son la Inteligencia Artificial con todas sus subramas Aprendizaje Computacional (Machine Learning), Aprendizaje Profundo (Deep Learning), Robótica, etc. e inclusive, para nuevos modelos y paradigmas de Computación como Computación Cuántica, Internet de las Cosas o también llamado Internet de Todo, Computación de Servicios, etc. Todas las subáreas y tendencias de investigación en Computación requieren de profesionales capacitados con las competencias digitales necesarias tanto en industria como academia, de ahí la relevancia de nuestra propuesta de curso en línea que fortalezca la formación de futuras generaciones de profesionales en las áreas STEAM. Además, nuestra propuesta de curso se puede complementar con otras propuestas de estrategias educativas para México (Grass, 2020). Junto con estas iniciativas se busca que más niñas incursionen en áreas STEM en su educación básica y junto con los niños colaboren con sus profesores para desarrollar un pensamiento crítico, creativo y eventualmente, complejo-computacional también.

### *Hipótesis*

Un curso en línea en educación superior de “Pensamiento Complejo-Computacional” puede ser un instrumento que refuerce las competencias digitales básicas y complemente la formación profesional de especialistas en STEAM que promueva la interdisciplinariedad para proponer soluciones integrales a problemas complejos.



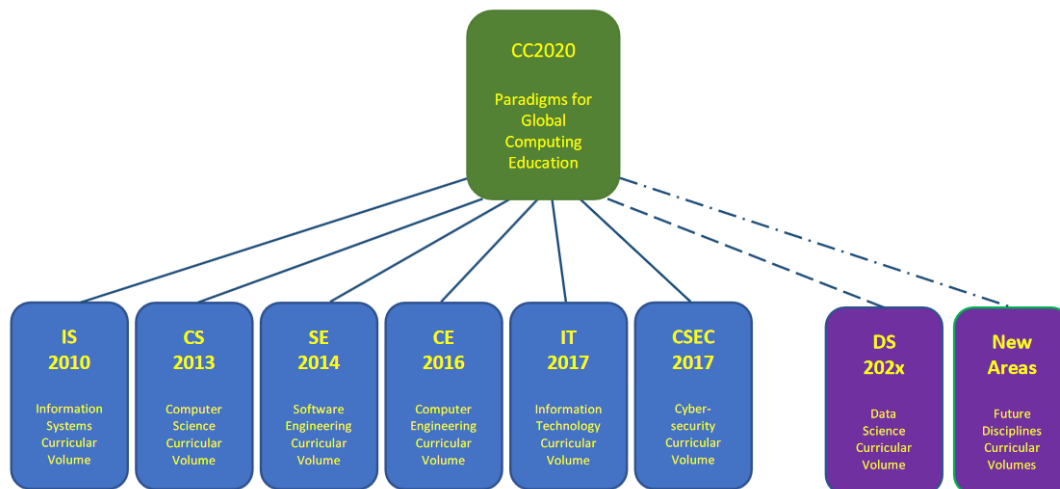


Figura 2. Paradigmas para una educación global en Computación (ACM, IEEE, 2020).

### Trabajo a Futuro

Nuestra propuesta de curso en línea “Introducción al Pensamiento Complejo-Computacional” para todos los estudiantes de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial incluyendo futuros programas de licenciatura y posgrado en el Instituto Tecnológico de Iztapalapa es la primera fase de un proyecto de investigación longitudinal interdisciplinario que nos permitirá recopilar datos cuantitativos y cualitativos para su posterior análisis y mejorar continuamente los métodos pedagógicos y contenidos del curso para futuras ediciones, además de que nos permita compartir nuestros resultados a través de publicaciones en congresos nacionales e internacionales de Computación y Complejidad.

Consideramos importante que en esta primera edición de la propuesta de curso en línea se incluya la participación de todas las academias del Instituto Tecnológico de Iztapalapa para su discusión y adopción, con la intención que, al menos un representante de cada academia, se involucre de manera directa en nuestro proyecto de investigación longitudinal interdisciplinario.

### Comentarios Finales

#### Recomendaciones

Con la implementación de nuestra propuesta de curso en línea para estudiantes de educación superior, consideramos igual de importante que el curso sea parte de un futuro programa integral de capacitación que incluya también a profesores del Instituto Tecnológico de Iztapalapa y eventualmente a profesores de educación básica, no solo de la alcaldía de Iztapalapa si no de toda la cuenca del Valle de México e inclusive a nivel nacional.

### Referencias

Bugayenko, Y., Guzdial, M., *Why Programmers Should Curb their enthusiasm, and thinking about Computational Thinking*. Communications of the ACM, September 2019, Vol. 62 No. 9, Pages 10-11. <https://cacm.acm.org/magazines/2019/9/238957-why-programmers-should-curb-their-enthusiasm-and-thinking-about-computational-thinking/fulltext>

ACM, IEEE (2020). *Computing Curricula Report 2020: Paradigms for Global Computing Education*. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>

Denning, P. J., Tedre, M., “*Computational Thinking*”. MIT, 2019

Edelman, A., Sanders, D.P. & Leiserson, C.E., *Introduction to Computational Thinking with Julia*. M.I.T. Spring 2021, <https://computationalthinking.mit.edu/Spring21/>

Fernández, M.A., (2016). *Las TICs en clase: ¿Hemos aprendido la lección?*. México Evalúa, extraído de: <https://www.mexicoevalua.org/las-tics-en-clase-hemos-aprendido-la-leccion/>

- Gras, M. (Coord), Alí, C., Segura, L. (2020). *Estrategia Educación STEM para México: Visión de Éxito Intersectorial de los cuatro Ejes Estratégicos*. CDMX: México, Movimiento STEAM, [https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visio%CC%81n-de-E%CC%81xito-Intersectorial.-Cuatro-Ejes-Estrat%C3%A9gicos\\_Movimiento-STEAM.pdf](https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visio%CC%81n-de-E%CC%81xito-Intersectorial.-Cuatro-Ejes-Estrat%C3%A9gicos_Movimiento-STEAM.pdf)
- Guzdial, M., Kay, A., Norris, C., Soloway, E., *Computational Thinking Should Just be Good Thinking*. Communications of the ACM, November 2019, Vol. 62 No. 11, Pages 28-30, <https://cacm.acm.org/magazines/2019/11/240359-computational-thinking-should-just-be-good-thinking/fulltext>
- Liu, Y., Sun, X.H., Wang, Y., Bao, Y., *HCDA: From Computational Thinking to a Generalized Thinking Paradigm*. Communications of the ACM, May 2021, Vol. 64 No. 5, Pages 66-75, <https://cacm.acm.org/magazines/2021/5/252177-hcda/fulltext>
- M. De Domenico, D. Brockmann, C. Camargo, C. Gershenson, D. Goldsmith, S. Jeschonnek, L. Kay, S. Nichele, J.R. Nicolás, T. Schmickl, M. Stella, J. Brandoff, A.J. Martínez Salinas, H. Sayama. *Complexity Explained*. (2019), <https://complexityexplained.github.io/>
- Nardelli, E., *Do We Really Need Computational Thinking?*, Communications of the ACM, February 2019, Vol. 62 No. 2, Pages 32-35 <https://cacm.acm.org/magazines/2019/2/234348-do-we-really-need-computational-thinking/fulltext>
- Rojas-López, A., García-Peñalvo, F.J. (2020). *Evaluación de habilidades del pensamiento computacional para predecir el aprendizaje y retención de estudiantes en la asignatura de programación de computadoras en educación superior*, Revista de Educación a Distancia. Núm. 63, Vol. 20. Artíc. 4, <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1998/1/document.pdf>
- SCT, IFT, INEGI. Comunicado de prensa núm. 352/21 22 de junio de 2021, *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares*, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH\\_2020.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf)
- SE (2018). *El desarrollo en la Industria 4.0 en México*. <https://www.gob.mx/se/articulos/el-desarrollo-de-la-industria-4-0-en-mexico>
- Wing, Jeannette M. *Computational Thinking*. Communications of the ACM, March 2006, Vol. 49 No. 3, Pages 33-35. <https://cacm.acm.org/magazines/2006/3/5977-computational-thinking/fulltext>
- Yadav, A., Stephenson, C., Hong, H., *Computational Thinking for Teacher Education*. Communications of the ACM, April 2017, Vol. 60 No. 4, Pages 55-62. <https://cacm.acm.org/magazines/2017/4/215031-computational-thinking-for-teacher-education/fulltext>
- Zapotecatl-López, J.L., *"Introducción al pensamiento computacional: conceptos básicos para todos"* Academia Mexicana de Computación, A. C. (en línea), Primera edición: 2018. <http://amexcomp.mx/files/libro/LibroPC.pdf>
- Zapotecatl-López, J.L., *"Pensamiento computacional"*, (en línea), <http://pensamientocomputacional.org/>

## Notas Biográficas

El **M.C. Abiel Tomás Parra Hernández** es un apasionado de la Web, la Interacción y la Complejidad. Es profesor de Computación en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa y el Tecnológico de Monterrey campus Toluca. Ingeniero en Computación egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y Maestro en Ciencias en Sistemas Computacionales Móviles egresado de la Escuela Superior de Cómputo del IPN, con una estancia de investigación en el Departamento de Computación de la Universidad de Sheffield, Inglaterra. Miembro de la Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación (SMCC) y la Asociación Mexicana de Interacción Humano-Computadora (AMexIHC). Sus intereses de investigación son: Computación Sustentable, Arquitecturas Distribuidas, Compiladores e Intérpretes y Filosofía de la Información.

La **Ing. Erika Ivonne Geraldo Morales** es aficionada de las Tecnologías de la Computación. Es profesora de Computación en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa. Ingeniera en Sistemas Computacionales egresada del Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México, con participaciones como ponente dentro de los simposios organizados por la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE). Sus intereses de investigación son: Tecnologías Limpias, Tecnologías Educativas y Tecnologías Digitales.

# Prototipo Aplicado a la Detección de Trastorno Depresivo Mediante Análisis de Sentimientos

Alma Karen Partida-Herrera<sup>1</sup>, Geovani Peña-Ramírez<sup>2</sup>, Eduardo Vázquez-Fernández<sup>3</sup>, Gandhi Hernández-Chan<sup>4</sup>  
Arturo Pérez-Cebreros<sup>5</sup>

**Resumen**— La depresión es un problema de importancia pública que ahora se prioriza en muchas agendas de atención médica con el objetivo de prevenir futuros suicidios. Esto tiene un impacto devastador no sólo por la trágica pérdida de vidas, sino también por los familiares y amigos en duelo. Las investigaciones de cada país revelan una reducción del bienestar físico y mental, por ello la propuesta presentada en este artículo pretende detectar el sentimiento de enunciados de texto mencionados en redes sociales. Con el objetivo, de alertar sobre posibles casos de depresión y que permita tomar medidas concretas para mitigar la angustia psicológica y así apoyar a los grupos vulnerables.

**Palabras clave**—Suicidio, Depresión, Ansiedad, Análisis de sentimientos, Inteligencia Artificial, Lenguaje Natural, Redes Sociales.

## Introducción

La aparición de la pandemia de COVID-19, en diciembre 2019, ha provocado cambios sin precedentes en nuestras vidas (Thakur et al.2020). Estos cambios involucran un aumento de la ansiedad y del estrés debido a la angustia financiera, al distanciamiento social, y a las medidas de restricción que han impactado nuestro funcionamiento personal, académico, laboral, y social. Por ello, se espera que los efectos psicológicos de estos cambios sean aún mayores que la propia enfermedad.

De hecho, los estudios en [Jacobson et al., 2020] han demostrado un aumento en las búsquedas de síntomas de salud en Internet y una mayor demanda de servicios de salud mental. Debido a que esta situación es nueva y se encuentra en plena expansión, es aún prematuro estimar las consecuencias emocionales del brote epidémico. Sin embargo, las investigaciones realizadas en (Wang et al., 2020; Liu et al., 2020) apuntan a que el miedo a lo desconocido y la incertidumbre pueden llevar a evolucionar distintas enfermedades de salud mental como: los trastornos de estrés, ansiedad, depresión, somatización y conductas que degeneran en aumento de consumo de alcohol, tabaco y otras sustancias nocivas para la salud (Shigemura et al., 2020).

En particular, se espera que las personas con enfermedades crónicas presenten niveles más altos de síntomas psicológicos. (Martínez-Taboas, 2020) También las personas mayores se pronostica que sean psicológicamente más vulnerables que los jóvenes en esta crisis (Landry et al., 2020).

Este proyecto surge debido a la gran problemática sobre casos de suicidio en jóvenes (Rodríguez-Esparza et al., 2019; Cabello-Rangel et al., 2020; Cervantes et al., 2020), por ello se decide desarrollar una herramienta que sea capaz de alertar sobre posibles casos y que permita evitarlos.

## Descripción del Método

### *La depresión y su relación con la inteligencia artificial*

Cabe destacar que, en México, se encontró que en adultos jóvenes (es decir, entre 15 y 25 años) presentan ideas suicidas muestran mayores estados depresivos, es decir, la depresión aparece en el 67.3% de quienes han intentado

<sup>1</sup> Alma Karen estudiante de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ciudad de México.  
[partidaherreraalma@gmail.com](mailto:partidaherreraalma@gmail.com)

<sup>2</sup> Peña Ramírez Geovani estudiante de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ciudad de México.  
[penaramirezgeovani@gmail.com](mailto:penaramirezgeovani@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Eduardo Vázquez-Fernández es profesor en el departamento de Computación del Instituto Politécnico Nacional.  
[eduardovf@hotmail.com](mailto:eduardovf@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Gandhi Hernández-Chan es investigador en el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial en la Unidad Yucatán [gherandez@centrogeo.edu.mx](mailto:gherandez@centrogeo.edu.mx)

<sup>5</sup> Dr. Arturo Pérez-Cebreros es asesor en el Centro de Postgrados del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente y profesor del Departamento de Computación del Instituto Politécnico Nacional. [perezcebreros@gmail.com](mailto:perezcebreros@gmail.com) (autor corresponsal)

suicidarse y en el 81.1% de quienes manifiestan ideas suicidas (Buitrago et al., 2018). Y las personas con enfermedades mentales tienden a revelar su condición mental en las redes sociales, como una forma de alivio (Camacho, 2021). Sin embargo, la investigación sobre el aprovechamiento de redes sociales para comprender trastornos de la salud del comportamiento aún está en su infancia. En (Kotikalapudi et al., 2012) analizaron patrones de actividad web de estudiantes universitarios que podrían indicar depresión. De manera similar, en (Moreno et al., 2011) demostraron que las actualizaciones de estado en Facebook podrían revelar síntomas de episodios depresivos. Aunque algunas diferencias han sido observadas, como que los usuarios deprimidos usan con más frecuencia pronombres en primera persona (Chung y Pennebaker, 2007) así como palabras de emociones negativas e ira. Por ello, la depresión ha sido asociada al uso de marcadores lingüísticos tales como el uso elevado de pronombres de primera persona.

Muchos estudios del lenguaje y la depresión se han limitado a entornos clínicos, y por lo tanto, a analizar discursos espontáneos o ensayos escritos. En esa dirección, algunas investigaciones (Coppersmith et al., 2015; Martínez-Castaño, 2020) propusieron metodologías innovadoras para recopilar contenidos textuales compartidos por personas diagnosticadas con depresión. Sin embargo, no hay colecciones disponibles públicamente. Esto se debe a que a menudo el texto se extrae de sitios de redes sociales, como Twitter o Facebook que no permiten la redistribución (Zivanovic et al., 2020).

De ahí que estos estudios previos, nos impulsen a la detección de la depresión en las redes sociales como primer paso contra el suicidio. El punto central de los estudios de la salud mental en redes sociales ha sido, tradicionalmente, llevado a cabo mediante el uso de cuentas. En donde el número de usuarios está limitado por aquellos que puedan completar la encuesta. Por ejemplo, en (Choudhury et al., 2013) solicitó a los usuarios de Twitter que hicieran el CES-D y compartieran su perfil a público. Este tipo de estudios ha producido datos de alta calidad, sin embargo, está limitado en tamaño y alcance. Por ello, en esta investigación examinaremos la depresión considerando muestras derivadas, automáticamente, de grandes cantidades de datos de Twitter.

El Internet ha permitido seguir la evolución del lenguaje y nos está proporcionando un medio muy accesible para que las personas expresen sus sentimientos de forma anónima. De ahí que, nosotros hemos adaptado el método en (Coppersmith et al., 2015) para la construcción de este conjunto de datos en español, procederemos a identificar auto expresiones de diagnósticos de enfermedades mentales y aprovechamos estos mensajes para construir nuestro conjunto de datos.

### *Metodología*

Para darle solución a este problema se propuso un modelo de tres fases:

#### *1. Fase de recolección*

Durante esta fase, se tomó ventaja de la gran cantidad de datos proporcionados por Twitter. El método de recolección se basa en dos pasos principales: primero, los tweets se filtran mediante expresiones regulares posteriormente son clasificados: en negativos y positivos.

Para adquirir los tuits para este estudio, desarrollamos una aplicación que utiliza la API de búsqueda de Twitter (Trupthi et al., 2017). Para filtrar los tuits que no están escritos en español, utilizamos la biblioteca de detección de idiomas disponible gratuitamente (Balazevic et al., 2021). Esta librería se basa en filtros bayesianos y tiene una precisión de 0.99 en la detección de los 53 idiomas que admite. Los tuits se adquirieron durante 90 días (del 01 de diciembre del 2020 al 03 de marzo del 2021), produciendo conjuntos de datos con aproximadamente 800 tweets para español.

En la tabla 1, se muestran las expresiones regulares usadas para detectar tuits relacionados a la depresión en español; en donde usamos palabras relacionadas a la depresión.

## Depresión

Tabla 1. Expresiones regulares para la detección de desórdenes en tuits en español	
Depresión	(depresio[a-z]+)
Deprimido	(deprim[a-z]*)
Frases asociadas	((problema[s] disturbio(s)) *(mental psicologico(s) psiquiatrico(s))) (quiero) * (morir morir[a-z]+) (todo(s))* (día(s))* (trist[a-z] + problema(s))

### 2. Fase de preprocesamiento

El preprocesamiento de datos es un paso, a menudo, descuidado pero importante en el proceso. Implica técnicas para transformar los datos sin procesar en un formato más comprensible. Las principales son limpieza del dato, integración de datos, transformación de datos y reducción de datos.

Nuestro mecanismo de preprocesamiento incluye: a) extracción, b) eliminación de números y URLs que involucra un efecto sobre nuestro análisis, pero si reduce el ruido y nuestra eficiencia (Khader et al., 2018), c) eliminación de palabras vacías como artículos, pronombres, y preposiciones (Saif et al., 2014), d) derivación de las palabras, el cual se utiliza para transformar diferentes formas de palabras en una forma raíz estándar (Jabbar et al., 2020).

En esta fase, además de estas técnicas incorporamos un paso de ponderación mediante el algoritmo Term Frequency-Inverse Document (TF-IDF). El TF-IDF refleja la importancia de una palabra en un documento; y este nivel de importancia se incrementa cuando la palabra aparece muchas veces, al punto que podemos determinar temas de tendencia (Zhu et al., 2019). La Frecuencia de Términos (TF) es la frecuencia con la que las palabras aparecen en un documento. Para un término  $t_i$  en un documento, podemos formularlo de la siguiente manera:

$$Tf_{ij} = n_{ij}$$

$n_{ij}$  es el número de ocurrencias de cada palabra  $t_i$  en el documento  $d_j$ . Por otro lado, la Frecuencia del Documento Invertido (IDF) mide la importancia general de una palabra en un documento. La podemos formular de la siguiente forma:

$$idf_{ij} = \log D/df_{ij}$$

$D$  es el número total de documentos de texto  $df_{ij}$  es un numero de documentos  $d_j$  el cual contiene el termino  $t_i$ . TF-IDF es una combinación de TF y de IDF, la formula queda así:

$$Tf - idf_{ij} = tf_{ij} * idf_{ij}$$

### 3. Fase de identificación/clasificación

El algoritmo de clasificación basado en máquinas de soporte vectorial (SVM) es una máquina de aprendizaje supervisado, en donde requiere de datos de entrenamiento y datos de prueba. A pesar de su sencillez ha demostrado ser un algoritmo robusto y que generaliza bien en problemas de la vida real. Por ello, se considera una alternativa eficiente ante las limitaciones de las RNA frente a la dimensionalidad y ruido en los datos. Hay estudios que reportan que las SVM superan en precisión a los modelos autorregresivos de medias móviles, las redes neuronales artificiales y los sistemas adaptativos de inferencia neuro-difusos (Jaramillo, 2015; Bakhtiarzadeh, et al., 2014; Bhaskar, 2015). El método propuesto, nos permite realizar una identificación de textos que nos permite tener una visualización precisa y directa, se puede determinar si este texto que fue extraído de Twitter tiene sentido positivo o negativo y así poder ayudar a la persona que se requiera.





- Cabello-Rangel, Héctor, María Elena Márquez-Caraveo, and Lina Díaz-Castro, 'Suicide Rate, Depression and the Human Development Index: An Ecological Study From Mexico', *Frontiers in Public Health*, 8 (2020), 561966 <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.561966>
- Rodríguez-Esparza, Luz Judith, Diana Barraza-Barraza, Jesús Salazar-Ibarra, and Rafael Gerardo Vargas-Pasaye, 'Index of Suicide Risk in Mexico Using Twitter', *Journal of Social Researches*, 2019, 1–13 <https://doi.org/10.35429/JSR.2019.15.5.1.13>
- Cervantes, Claudio Alberto Dávila, and Ana Melisa Pardo Montaña, 'Estudio de La Carga de La Mortalidad Por Suicidio En México 1990-2017', *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23 (2020), e200069 <https://doi.org/10.1590/1980-549720200069>
- Thakur, Vikram, and Anu Jain, 'COVID 2019-Suicides: A Global Psychological Pandemic', *Brain, Behavior, and Immunity*, 88 (2020), 952–53 <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.062>.
- Zenun Kastrati and others, "A Deep Learning Sentiment Analyser for Social Media Comments in Low-Resource Languages", *Electronics*, 10.10 (2021), 1133 <https://doi.org/10.3390/electronics10101133>.
- Krishna Prakash Kalyanathaya, D Akila, and P Rajesh, "Advances in Natural Language Processing – A Survey of Current Research Trends, Development Tools and Industry Applications", 7.5 (2019), 4.
- Slavica Zivanovic, Javier Martinez, and Jeroen Verplanke, "Capturing and Mapping Quality of Life Using Twitter Data", *GeoJournal*, 85.1 (2020), 237–55 <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9960-6>.
- Abinash Tripathy, Ankit Agrawal, and Santanu Kumar Rath, "Classification of Sentiment Reviews Using N-Gram Machine Learning Approach", *Expert Systems with Applications*, 57 (2016), 117–26 <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.03.028>.
- Shahab Saquib Sohail and others, "Crawling Twitter Data through API: A Technical/Legal Perspective", ArXiv:2105.10724 [Cs], 2021 <http://arxiv.org/abs/2105.10724> [accessed 26 July 2021].
- Abdul Jabbar and others, "Empirical Evaluation and Study of Text Stemming Algorithms", *Artificial Intelligence Review*, 53.8 (2020), 5559–88 <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09828-3>.
- Zhiliang Zhu and others, "Hot Topic Detection Based on a Refined TF-IDF Algorithm", *IEEE Access*, 7 (2019), 26996–7 <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2893980>.
- Hassan Saif and others, "On Stopwords, Filtering and Data Sparsity for Sentiment Analysis of Twitter", 9.
- Jyotika Singh, "Social Media Analysis Using Natural Language Processing Techniques", 2021, 7.
- Mariam Khader, Arafat Awajan, and Ghazi Al-Naymat, "The Impact of Natural Language Preprocessing on Big Data Sentiment Analysis", 16.3 (2019), 8.
- Fabio Giglietto, Luca Rossi, and Davide Bennato, "The Open Laboratory: Limits and Possibilities of Using Facebook, Twitter, and YouTube as a Research Data Source", *Journal of Technology in Human Services*, 30.3–4 (2012), 145–59 <https://doi.org/10.1080/15228835.2012.743797>
- Nicholas C Jacobson and others, "Flattening the Mental Health Curve: COVID-19 Stay-at-Home Orders Are Associated With Alterations in Mental Health Search Behavior in the United States" (Preprint) (*JMIR Mental Health*, 14 April 2020) <https://doi.org/10.2196/preprints.19347>.
- Qiang Wang and Min Su, "A Preliminary Assessment of the Impact of COVID-19 on Environment" – A Case Study of China', *Science of The Total Environment*, 728 (2020), 138915 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138915>.
- Cindy H. Liu and others, 'Factors Associated with Depression, Anxiety, and PTSD Symptomatology during the COVID-19 Pandemic: "Clinical Implications for U.S. Young Adult Mental Health"', *Psychiatry Research*, 290 (2020), 113172 <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113172>.
- Jun Shigemura and Mie Kurosawa, "Mental Health Impact of the COVID-19 Pandemic in Japan". *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12.5 (2020), 478–79 <https://doi.org/10.1037/tra0000803>.
- Michel D. Landry and others, "Betrayal of Trust? The Impact of the COVID-19 Global Pandemic on Older Persons", *Journal of Applied Gerontology*, 39.7 (2020), 687–89 <https://doi.org/10.1177/0733464820924131>.
- Alfonso Martínez-Taboas, "Pandemias, COVID-19 y Salud Mental: ¿Qué Sabemos Actualmente?," *Revista Caribeña de Psicología*, 4.2 (2020), 143–52 <https://doi.org/10.37226/rcp.v4i2.4907>.

- Raghavendra Katikalapudi and others, "Associating Internet Usage with Depressive Behavior Among College Students", IEEE Technology and Society Magazine, 31.4 (2012), 73–80 <https://doi.org/10.1109/MTS.2012.2225462>.
- Katie G. Egan and Megan A. Moreno, "Alcohol References on Undergraduate Males' Facebook Profiles", American Journal of Men's Health, 5.5 (2011), 413–20 <https://doi.org/10.1177/1557988310394341>.
- Cindy Chung and James Pennebaker, "The Psychological Functions of Function Words", 18.
- Munmun De Choudhury and others, "Predicting Depression via Social Media", 10.
- Priyavrat Chauhan, Nonita Sharma, and Geeta Sikka, "The Emergence of Social Media Data and Sentiment Analysis in Election Prediction", Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12.2 (2021), 2601–27 <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02423-y>.
- Stefano Baccianella, Andrea Esuli, and Fabrizio Sebastiani, "SENTIWORDNET 3.0: An Enhanced Lexical Resource for Sentiment Analysis and Opinion Mining", 5.
- M. Trupthi, Suresh Pabboju, and G. Narasimha, "Sentiment Analysis on Twitter Using Streaming API", in 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC) (presented at the 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC), Hyderabad, India: IEEE, 2017), pp. 915–19 <https://doi.org/10.1109/IACC.2017.0186>.
- Ivana Balazevic, Mikio Braun, and Klaus-Robert Müller, "Language Detection For Short Text Messages In Social Media", ArXiv:1608.08515 [Cs], 2016 <http://arxiv.org/abs/1608.08515> [accessed 4 August 2021].
- Vinod Kumar Chauhan, Kalpana Dahiya, and Anuj Sharma, "Problem Formulations and Solvers in Linear SVM: A Review", Artificial Intelligence Review, 52.2 (2019), 803–55 <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9614-6>.

## Physical Internet y el Sistema Logístico Global Abierto (GOALS)

M. en F. y L.C. Juan Carlos Pedraza Reyna<sup>1</sup>, L.C. Verónica Muñoz Ponce<sup>2</sup>,

**Resumen**— La globalización, ha generado que la logística y cadena de suministro sea más rentable sin dejar de lado la sustentabilidad medioambiental del planeta en cuanto a la distribución de mercancías. La tecnología participa de manera importante en resolver estas necesidades, la incorporación de tecnologías y dispositivos en las actividades de logística ha permitido procesar y transmitir datos e información de manera precisa e inmediata; dispositivos electrónicos en medios de transporte, en mercancías, códigos de barras e identificación por radiofrecuencia para conocer su trazabilidad e identificación, el Big Data e internet de las cosas colaboran de manera fundamental en la gestión logística, en su planeación y seguimiento en tiempo real. Derivado de la actual pandemia, el proyecto identificado como Physical Internet (PI) adquirirá importante relevancia, ya que propone un sistema que incentiva la conectividad operacional, física y digital, buscando el desarrollo de una logística universal colaborativa que incluye compartir recursos.

**Palabras clave**— Cadena de Suministro, Physical Internet, Conectividad, Sustentabilidad, GOALS.

**Abstract**— Globalization has made logistics and supply chain more profitable without neglecting the planet's environmental sustainability in terms of the distribution of goods.

Technology participates in an important way in solving these needs, the incorporation of technologies and devices in logistics activities has allowed to process and transmit data and information, precise communication immediately, electronic devices in means of transport, in goods, barcodes and radio frequency identification to know its traceability and identification, Big Data and the internet of things collaborate in a fundamental way in logistics management, planning and monitoring in real time. Derived from the current pandemic, the project identified as Physical Internet (PI) will acquire important relevance, since it proposes a system that encourages operational, physical and digital connectivity, seeking the development of a collaborative universal logistics that includes sharing resources.

**Key words**— Supply Chain, Physical Internet, Connectivity, Sustainability, GOALS.

### Introducción

En la actualidad, la operación logística requiere de la incorporación efectiva de diversos elementos y participantes, estableciendo una red de colaboración con el fin de que los procesos dentro de la cadena de suministro estén bien definidos, y por lo tanto, bien ejecutados. Dicha incorporación permite la realización armónica y adecuada de los procesos mediante el uso racional de los recursos.

### Descripción del Método

El objetivo de esta investigación es difundir las bondades y tendencia del Physical Internet en las operaciones de logística y cadena de suministro y su proyección hacia el año 2030, mediante un estudio teórico documental que identifique los aspectos significativos de incidencia e intervención en el sector logístico, refutando o confirmando la hipótesis sobre el uso de los recursos disponibles actuales, colaboración y sinergia, así como la simplificación en la gestión de trámites.

### Physical Internet y el Sistema Logístico Global Abierto (GOALS)

Los procesos de logística y cadena de suministro son cada vez más exigentes en el uso de tecnología, ya que se requiere de una visión de 360 grados, las 24 horas del día, todos los días, ya que es primordial conocer la posición y ubicación, tanto de la compra, como de la venta, procesos que demandan ser más precisos.

Actualmente, la competencia de mercado es definida por una cadena de suministro eficiente, que garantice en tiempo y forma la entrega de bienes, sin que exista motivo de rechazo por el consumidor final, en este punto, la competencia es entre cadenas de suministro rápidas y efectivas para satisfacer la necesidad de los clientes. Para alcanzar este objetivo se requiere de una infraestructura que logre optimizar tiempos de entrega al mejor y menor costo.

<sup>1</sup> M. en F. y L.C. Juan Carlos Pedraza Reyna es Profesor Investigador de la División de Contador Público en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. [juan.pr@cuautitlan.tecnm.mx](mailto:juan.pr@cuautitlan.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Lic. Verónica Muñoz Ponce es Profesora de la División de Contaduría en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. [veronica.mp@cuautitlan.tecnm.mx](mailto:veronica.mp@cuautitlan.tecnm.mx)

Las operaciones de logística requieren de una estructura sólida que permita consolidar alianzas estratégicas y sinergia entre compañías complementarias para armonizar un proceso logístico global de tal manera, que permita la interrelación de los diversos eslabones de la cadena de suministro de forma articulada, contribuyendo a la visibilidad de cada uno de los procesos de las compañías que participan en este proceso armónico y acoplado.

Para lograr lo anterior se busca generar una red que se conoce como “The physical internet”, cuyo objetivo es utilizar la infraestructura de manera eficiente y completa de cada empresa por medio de una logística global abierta.

Es aquí donde surge el Sistema Logístico Global Abierto (GOALS) por sus siglas en inglés y goals, en su traducción al español significa meta o metas.

La conectividad de internet pasa a un terreno físico (Physical Internet), la tendencia es la aplicación en contenedores, cajas de transporte, pallets que se mueven por todo el mundo a la misma velocidad y dinamismo que la información, creando una nueva red para centros logísticos, asociado a la capacidad del internet y el internet de las cosas.

El uso de big data precisa permitirá optimizar el uso tanto de recursos logísticos, como de espacio y capacidad de transportes como camiones, trenes, barcos y desde luego en los almacenes; los movimientos de bienes en todo el mundo generan un impacto ambiental significativo ya que se generan emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo tanto, dicha eficiencia contribuye positivamente al medio ambiente.

Se debe generar una cultura de colaboración entre los integrantes de la cadena de suministro, crear una estandarización de medidas, volúmenes y en general, capacidades de las formas tradicionales de manipular bienes por medio de contenedores que facilite la composición y descomposición de la carga de manera ágil en cualquier parte y a cualquier nivel dentro del proceso de preparación, distribución y entrega de mercancías.

Para lograr esta agilidad en el proceso, se debe cambiar la conceptualización de contenedores tradicional, ya que se transforma a contenedores modulares y contenedores inteligentes, mismos que deben tener la capacidad para adecuarse a los requerimientos de carga solicitados por la red, sin perder la flexibilidad de continuar dentro de un sistema intermodal y multimodal.

Un contenedor inteligente es mucho más que conocer la ubicación y posición del mismo en un mapa, ya que permite mediante el uso de internet de las cosas (IOT) dar seguimiento a los mismos, otorgando visibilidad en tiempo real del flujo de la carga y condiciones de los contenedores, permitiendo tomar decisiones, o bien, compartir actualizaciones con terceros para evitar interrupciones y retrasos.

Respecto al contenedor modular puede decirse que es un sistema que durante su desarrollo se ha aceptado de manera adecuada por el sector logístico debido a que reduce costos, tiempo de instalación en los transportes y almacenamiento, por su versatilidad en el ensamble, algunas de sus características son que tienen tamaños variables y un ensamble práctico.

La importancia de utilizar un contenedor inteligente modular es que permite que la cadena de suministro global adapte las unidades de medida, volúmenes y cubicajes a estos “nuevos” contenedores, que la información sobre el requerimiento del usuario se genere por medio de internet y de forma inteligente se ubique el contenedor que mejor se adapte a sus necesidades, permitiendo una modulación de los contenedores, prácticamente en línea para que éstos se adapten y cumplan con los requerimientos iniciales.

Adicionalmente, uno de los problemas para el sector logístico es la localización instantánea de los contenedores para evitar pérdidas, manipulación y robo de carga, por esto, el uso de sellos o candados inteligentes brindará más certidumbre sobre la seguridad y temperatura de los contenidos, así como un estricto control de cierre y apertura de puertas del contenedor, esta tecnología que participa en un sistema logístico abierto, sustituye toneladas de plástico anual, que actualmente se utilizan para controlar los contenedores, este método tecnológico se suma al respeto por el medio ambiente.

El siguiente elemento en el GOALS es el transporte, que como ya se ha explicado, la versatilidad de los contenedores, la trazabilidad de los mismos y la información en tiempo real, son vitales para la optimización y disposición del transporte.

La seguridad de la mercancía, de los conductores y la reducción de huella de carbono son problemáticas a las que se enfrentan las empresas de logística; el contar con un sistema de transporte inteligente apoya a mitigar estas problemáticas, ya que permite realizar recomendaciones de ruta al operador y que los responsables de tráfico tomen mejores decisiones basadas en la telemetría.

Por lo tanto, un sistema de transporte inteligente es una red de tecnología aplicada a las telecomunicaciones e informática diseñado para mejorar la operación y seguridad del transporte, teniendo mayor desarrollo y aplicación en el transporte terrestre como una arista más del internet de las cosas.

La finalidad de este sistema es vincular a transportistas con espacios disponibles para carga y empresas con cargas a transportar en tramos de ida y vuelta con la finalidad de aprovechar la infraestructura y no realizar operaciones en “vacío” que son muy comunes en el sector de la logística generando oportunidades de negocio.

Como tercer y último elemento del GOALS, son los usuarios o empresas que necesitan el transporte de cierta carga, los cuales requieren resolver necesidades diversas respecto a la carga, transporte, volúmenes y rutas, mismos que encontrarán en un espacio común, la disponibilidad de transportes y contenedores que logren cubrir las especificaciones del usuario.

Esto permite una vinculación entre los tres elementos que se han abordado aquí, oferta de espacios en contenedores modulares e inteligentes, transportes de diversos tipos y capacidades y medios que permiten compartir volúmenes en el traslado de bienes y minimizar el impacto financiero en los costos, ya que se aprovechan en su totalidad los medios de transporte (Figura1)



Elementos del GOALS

Figura 1. Elementos del GOALS

Con la llegada del internet, el mundo se ha revolucionado de manera global, surgiendo el “e-commerce” como indicador de conectividad, también lo es el intercambio de información, la trazabilidad de los bienes para proporcionar datos al fabricante o distribuidor sobre el uso y comportamiento de los productos, que contribuye a una gestión eficiente de inventarios.

Más allá de la administración virtual de los bienes y servicios, el transporte y las personas forman parte de un entorno físico, la distribución es una actividad real y tangible, ocasionando generación de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes que afectan al medio ambiente, adicionando en los bienes, el costo de transportarlos, manipularlos, almacenarlos, fabricarlos y suministrarlos globalmente, lo que provoca que no sea una opción viable en términos financieros.

La intención del GOALS es generar una cadena de suministro que simule a internet, creando una red logística abierta y universal que sea rentable financieramente, eficiente, sustentable y responsable socialmente. El physical internet busca lograr un sistema logístico global abierto, basado en la interconectividad física, digital y operacional, por medio de interfaces y protocolos para mover, almacenar y proveer objetos físicos a través del mundo.

Esto pretende evitar, o bien, minimizar la problemática de que los contenedores y transportes viajen sin ocupar todo su volumen disponible, y por otra parte, existen productos sin llegar al consumidor final, eliminando estas ineficiencias de manera similar como el internet lo hace alrededor del mundo, con el flujo de información.

Para lograr que esto se convierta en una realidad, se requiere de una apertura del mercado, lo que significa que las cadenas de suministro deben ser colaborativas, compartidas y abiertas con flexibilidad y agilidad para adaptarse a cualquier contingencia o necesidad inmediata.

Los productos, como ya se comentó, se transportarán en contenedores modulares e inteligentes, permitiendo su seguimiento y control, los productos deben adecuarse a este nuevo tipo de contenedores y, sin duda, comenzar con la creación de una normatividad y regulación ante este nuevo esquema de cadena de suministro digital colaborativa y compartida.

El primer paso ante esta realidad proyectada al 2050, es desarrollar un espíritu de colaboración que adicionalmente implica cambios culturales y estructurales en las empresas introduciendo los conceptos de cooperación y colaboración asumidos responsablemente por cada eslabón de la cadena de suministro e implantar cada vez más el internet de las cosas.

La iniciativa de Physical internet propone una solución sostenible para la cadena de suministro basada en una red global que puede ser utilizada por cualquier proveedor por medio de una logística interconectada, abarcando todas las etapas de la logística, surgiendo conceptos como MODULUSHCA (Modular Logistics Unit in Shared Co- Modal Networks), logística universal interconectada, compartiendo recursos, carga estandarizada, identificación en tiempo real y planificando rutas por infraestructuras abiertas.

El término Internet físico o Physical Internet surge desde hace varios años, sin embargo, es poco utilizado o desconocido, en los últimos años ha aumentado su incorporación, principalmente en la Unión Europea, ya que un grupo de empresas se ha fijado como meta el año 2050 para hacer realidad la operación que se describe en este artículo, denominándola “logística del futuro”, buscando una colaboración de manera horizontal y vertical en diferentes centros de distribución de diferentes propietarios, con la característica de que todos son usuarios de internet, y para lograr que esta operación sea exitosa, debe conocerse la capacidad de uso de toda la red, descentralizando productos y buscando almacenar productos en lugares próximos a su red comercial o de venta.

Es importante desarrollar una estrategia de innovación e implantación comercial de logística, innovando en la cadena de suministro mediante un ambicioso esquema de desarrollo, entre el año 2020 y 2030 se pretende una interoperabilidad de las redes por medio de la tecnología, se considera que en 2030 la cadena de suministro sea completamente visible, en 2040 comenzará el nacimiento de la red logística totalmente abierta, funcional y operativa, para que en 2050 se concrete el internet físico sea tangible.

Mediante varios proyectos como CHILL-ON, TIGER, COMCIS, MODULUSHCA, CO3, diversas compañías con presencia global, han comenzado a realizar estudios e investigación sobre el diseño de la red de redes para el sector logístico integrado.

Chill-On, busca, mediante etiquetas y embalaje inteligente, otorgar trazabilidad, principalmente a la cadena de frío.

TIGER, incorpora nuevos conceptos de logística y pretende descongestionar los puertos, conectando el mar con terminales tierra adentro de forma continua.

COMCIS articula servicios colaborativos de información para la gestión y administración de contenedores, permitiendo obtener información estandarizada y consolidada de diferentes fuentes de datos, con el objeto de planificar dinámicamente, aumentando la eficacia y la reutilización de recursos, participando activamente la compañía DHL, quienes generaron una visibilidad global de datos de los contenedores para el envío por mar.

MODULUSHCA propone una logística interconectada, diseñada para compartir recursos abiertos, utilizando unidades de carga estandarizadas, identificación de rutas y planeación en infraestructura abierta, por lo que los productos pueden estar almacenados en contenedores inteligentes que pueden ser transportados y manipulados de manera adecuada en los transportes.

CO3 busca la colaboración horizontal entre modelos empresariales similares, disminuyendo tanto los costos de logística, como la emisión de CO2, al ser más eficientes, participando empresas como Procter & Gamble (P&G), Kraft, Pepsico, Mars logísticos, las cuales se encuentran dentro del pilotaje del proyecto Physical Internet, mediante el Sistema Logístico Global Abierto (GOALS).

La versión 2019 de la conferencia internacional de internet físico es un espacio donde los diferentes sectores, público, privado y académico, exponen proyectos y avances tecnológicos para la implementación a corto y largo plazo del internet físico; es un espacio en el cual se discuten los resultados de la logística interconectada, nuevos modelos de negocio y términos innovadores como “Transporte sincromodal”, mismo que no debe ser confundido con multimodal, en el multimodal se conocen previamente las opciones de transporte a utilizar para el movimiento de mercancía; el sincromodal se basa en la flexibilidad, es decir, detecta y utiliza el mejor medio para cada momento determinado, cambiando de modalidad en cualquier momento.

## Comentarios Finales

### *Conclusiones*

La creciente actividad logística en un mundo cada vez más globalizado, requiere implementar sistemas efectivos que sean capaces de atender las necesidades de las partes involucradas en el proceso; crear e implementar el Internet físico requiere de cooperación multilateral y un nivel de recursos sin precedentes, ya que éste se encuentra basado en tecnología avanzada y supone que las empresas participantes deben estar a la vanguardia, considerando que los desembolsos que se realicen para mantenerse actualizados son una inversión, misma que reeditarán mediante la eficiencia operativa, con disminución de costos logísticos y tiempo.

### *Recomendaciones*

La dinámica actual exige automatizar y agilizar los procesos, el establecimiento de métodos y controles va a permitir que el área logística se desempeñe de manera óptima y genere beneficios a las organizaciones; es de vital importancia que todos estos sistemas se modernicen y que se adopten a fin de estar a la vanguardia.

## Referencias

- Ballot, E. (2015). The Physical Internet, the Network of Logistics Networks (1.a ed.). La Documentation française.
- Ballou, R. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro (1.a ed.). Prentice Hall México.



# Desarrollo de una Metodología para la Determinación de la Toxicidad por Microplásticos en *Daphnia magna*

Biól. Beatriz Pérez Aragón<sup>1</sup>, Dr. Juan Carlos Álvarez Zeferino<sup>2</sup> y Dra. Alethia Vázquez Morillas<sup>3</sup>

**Resumen**— Por su naturaleza, los microplásticos (MP) poseen características únicas que los distinguen de otros contaminantes, por lo que los protocolos existentes para la evaluación de la toxicidad de sustancias en agua requieren de adaptaciones. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología para la realización de pruebas de toxicidad de MP provenientes de cuatro fuentes: bolsas de plástico (compostables, oxodegradables y de polietileno) y exfoliantes comerciales en *Daphnia magna*. Como resultado de las pruebas, se observó que la exposición y consumo de MP alteró el número de neonatos nacidos y el tiempo de vida de los organismos expuestos. De acuerdo con los resultados obtenidos, sugerimos que los protocolos existentes para *D. magna*, al ser aplicados para la evaluación de la toxicidad de MP podrían considerar alargar el tiempo de evaluación y ampliar los efectos en la reproducción.

**Palabras clave** —bolsas de plástico, microperlas, exfoliantes

## Introducción

Los plásticos son materiales que se encuentran en cada aspecto de la vida actual, desde el cuidado personal, el vestido, la alimentación, la salud y la tecnología, ya que sus características físicas y químicas, junto a su bajo costo de producción los hacen utilizables en casi cualquier actividad (Ryberg et al., 2018). Así como se consumen, también se desechan, pues muchas veces la vida útil de estos productos es corta o dejan de ser utilizados el mismo año en que se produjeron (Geyer et al., 2017; Plastics Europe, 2019).

A las partículas plásticas > 5 mm que se presentan en los ambientes marinos se les denomina macroplásticos (Koelmans A et al., 2017), aquellas que se encuentran entre 1-5 mm, se les denomina microplásticos (GESAMP, 2016), y las que tienen un tamaño <1 mm se les identifica como nanoplásticos (Arthur et al., 2009).

Mientras que los efectos toxicológicos de los macroplásticos han sido ampliamente estudiados y comprobados (Chen, 2015; Thevenon et al., 2015), para los MP los resultados aún no son contundentes. Estudios recientes afirman que las especies acuáticas que se alimentan más que otras de MP son aquellas omnívoras o filtradoras, por lo que se cree que las especies en el nivel más bajo de la cadena trófica son las más susceptibles a ingerirlas (Chen, 2015; Cole et al., 2011; Walkinshaw et al., 2020). Pese al aumento mundial en los estudios relacionados a microplásticos, aún existen vacíos del conocimiento en relación a distintos aspectos sobre el tema, como por ejemplo, la dosis letal (CL50) de los microplásticos, el efecto de la formación de biofilms, los efectos genéticos o mutagénicos, el fenómeno de bioincrustación o “biofouling”, la bioacumulación a través de redes tróficas complejas y el efecto como vía de transporte de otros contaminantes y patógenos (Karami, 2017; Thevenon et al., 2015). A pesar de que los estudios realizados hasta ahora sugieren distintos efectos toxicológicos provocados por la ingesta de microplásticos, como la disminución de la fecundidad, aumento en la mortalidad y la alteración de la alimentación (Cole et al., 2015; Picardo et al., 2020; Van Colen et al., 2020), aún existe controversia sobre dichos efectos. Esta discrepancia es causada en parte por la falta de estandarización en las metodologías para el muestreo, contabilización y determinación de los MP en ambientes acuáticos; la falta de categorización en las diferentes clases de partículas plásticas; y hasta por la falta de un consenso sobre los términos técnicos utilizados (e.g. microplástico) (Hartmann et al., 2019; Karami, 2017). Aunado a lo anterior, cabe mencionar que tampoco existe en la literatura una prueba toxicológica específica para la evaluación de la toxicidad de microplásticos en ambientes acuáticos (Karami, 2017).

La sistematización y adecuación en las metodologías relativas al tema de los microplásticos servirá como herramienta en la obtención de datos confiables, para generar e implementar nuevas normas y leyes que contemplen el efecto toxicológico para el control y medición de la contaminación por microplásticos en los ecosistemas acuáticos. Por lo anterior, este trabajo de investigación desarrolló una propuesta metodológica para la evaluación de

<sup>1</sup> Beatriz Pérez Aragón es alumna de la Maestría en Ciencias e Ingeniería Ambientales de la Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México. [beatriz.paragon@gmail.com](mailto:beatriz.paragon@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> El Dr. Juan Carlos Álvarez Zeferino es Profesor en la Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México. [jucaf@azc.uam.mx](mailto:jucaf@azc.uam.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Alethia Vázquez Morillas es Profesora-Investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México. [alethia@azc.uam.mx](mailto:alethia@azc.uam.mx)

la toxicidad de microplásticos en organismos acuáticos, utilizando como especie de prueba al cladóceros *Daphnia magna*.

## Descripción del Método

### *Extracción de MP*

Para la realización de los bioensayos se utilizaron tres tipos de MP: polietileno, oxodegradables y compostables, estos últimos son plásticos certificados de la marca Ecovio®. Se tuvieron cuatro fuentes de MP, bolsas de plástico (compostables, oxodegradables y de polietileno) y exfoliantes comerciales.

El análisis sobre la forma y tamaño de todos los microplásticos utilizados se realizó con un microscopio digital marca ODAR, modelo ODAR63 y el software CoolingTech Microscope.

La identificación de los MP sólo se realizó para los exfoliantes con el fin de corroborar la composición química que mencionaba el empaque. La técnica utilizada fue infrarrojo por transformada de Fourier.

Para obtener MP de PE, se extrajeron micropartículas de dos exfoliantes comerciales, uno de la marca Ceraphil® y otro de la marca Avène®; ambos productos fueron elegidos después de una búsqueda exhaustiva de productos que contuvieran fragmentos pequeños a simple vista y en su lista de ingredientes mencionaran algún tipo de plástico. En ambos casos, los productos mencionaban al polietileno como ingrediente en sus etiquetas.

El proceso de extracción de los MP de productos exfoliantes, compuestos de PE, se realizó con base a la metodología descrita por Kokalj (2018), la cual consiste en pesar 2 g de producto en un recipiente, y colocarlos en un vaso de precipitado con 200 ml de agua destilada; se mantuvo en agitación constante a 50 °C hasta disolver el producto en el agua. Posteriormente, la disolución se filtró al vacío utilizando círculos de papel filtro de algodón Whatman 40, con un tamaño de poro de 8 µm. Una vez que las muestras fueron filtradas, se realizaron varios enjuagues sobre el mismo papel. Las partículas retenidas en el papel filtro se sometieron al mismo proceso de agitación y filtración por repetidas ocasiones, para enjuagar el producto restante en las partículas plásticas y que éste no interfiriera en los bioensayos. Los MP retenidos en el papel filtro se colocaron en cajas Petri de vidrio y se secaron a 60 °C con la tapa semiabierta durante toda la noche.

Una vez extraídos los MP, se trituraron varias veces sobre la caja de Petri con una navaja para rasurar con el fin de disminuir su tamaño; se utilizó una navaja distinta para cada tipo de MP para evitar contaminación de las muestras. Se utilizó la técnica de infrarrojo por transformada de Fourier para la corroboración del tipo de MP obtenidos de ambos exfoliantes.

Para la obtención de MP de bolsas de plástico (PE, oxodegradables y compostables), el primer paso fue colocar distintas bolsas en una cámara de intemperismo acelerado con luz UV y humedad constantes durante 92 días, con el fin de simular condiciones ambientales y acelerar la degradación del plástico. Cabe mencionar que las bolsas fueron rotadas continuamente a lo largo de la cámara. Posteriormente, se retiraron de la cámara de intemperismo y se procesaron por separado, por un lado, los fragmentos de la bolsa compostable y por el otro las bolsas oxodegradables y de PE.

La bolsa compostable se trituró manualmente con una navaja de afeitar hasta conseguir los fragmentos deseados. Por otro lado, para obtener MP de las bolsas oxodegradables y de PE, el primer paso fue cortar las zonas transparentes de las bolsas para evitar que los colorantes interfirieran en los resultados, posteriormente se utilizó una rasuradora marca REMINGTON para obtener MP del tamaño deseado de los fragmentos transportados obtenidos anteriormente. Para las bolsas oxodegradables se utilizó una rasuradora modelo PG6160 (BV) F, mientras que para la bolsa de PE se eligió el modelo PG6025 (110) F; por último, los MP obtenidos se trituraron nuevamente pero ahora con una navaja metálica para afeitar. Cabe mencionar que se utilizó una navaja distinta para cada tipo de plástico, con el fin de evitar contaminación entre muestras. Los materiales auxiliares durante la trituración fueron palillos de madera.

### *Aplicación de bioensayos*

Los bioensayos se llevaron a cabo en recipientes de vidrio esféricos de 1.3 L con un volumen útil de 1 L de agua dura reconstruida (19 L de agua bidestilada colocando 2.4 g de MgSO<sub>4</sub>, 3.84 g de NaHCO<sub>3</sub>, 0.16 g de KCl y 2.4 g de Ca<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O), con dos réplicas y dos controles, uno para las bolsas y otro para los exfoliantes. Dichos controles solo contenían a los organismos y el agua dura reconstruida. Los organismos se expusieron a una concentración de 20 mg/L de MP. Todos los bioensayos estuvieron sometidos a las mismas condiciones de luz (16:8) y temperatura (19.6 ± 1.5). El diseño de experimentos se puede observar en la Figura 1. Se realizaron dos tipos de bioensayos con el organismo de prueba *D. magna*, uno de tipo agudo o corta duración, con una exposición total de 48 h y el otro de tipo crónico o larga exposición, durante todo su ciclo de vida. Para determinar la toxicidad aguda, los organismos

expuestos fueron observados a las 24 y 48 h en busca de inmovilización después de 15 segundos de agitación del contenedor, mientras que para evaluar la toxicidad crónica se observó la tasa de natalidad y la muerte.



Figura 1. Diseño de experimentos.

### Desarrollo de la metodología

Con base en las Guías 202 y 211 de la OECD, con relación a la evaluación de la toxicidad de sustancias en *D. magna*, así como los resultados obtenidos a partir de los bioensayos aplicados, se propusieron adaptaciones a estas guías tomando en cuenta las características propias de los MP.

### Resultados

Después de 48h de exposición (toxicidad aguda) a los distintos MP probados, los neonatos expuestos no presentaron inmovilización o algún otro efecto visible. Posterior a este tiempo de exposición se prosiguió con las pruebas de exposición crónica. Se evaluó el número de neonatos promedio acumulados, la tasa reproductiva acumulada por hembra, así como la mortandad.

Con respecto al primer *endpoint* evaluado, la tasa de neonatos promedio acumulados, existió una diferencia entre los distintos tipos de bolsas probados. Los organismos expuestos a las bolsas compostables (Ecovio) fueron los que más neonatos tuvieron. A diferencia del control, todos los organismos expuestos a bolsas plásticas tuvieron un número mayor de neonatos. Por otro lado, con respecto a los MP provenientes de exfoliantes, se puede observar que los organismos expuestos al exfoliante Avène tuvieron un mayor número de neonatos nacidos, a diferencia de aquellos del exfoliante Ceraphil y el control, los cuales tuvieron resultados muy similares entre sí. De todos los experimentos realizados, los organismos expuestos a los MP de tipo compostables fueron los que mayor número de neonatos nacidos produjeron, seguido de aquellos expuestos a bolsas comunes de PE.

Para ambos casos, bolsas y exfoliantes, el control tuvo un tiempo de vida reducido. El control 1 perteneciente a la exposición a exfoliantes tuvo un tiempo de vida de 48 días y el control 2, que corresponde a la exposición con bolsas plásticas, 42 días. Por su parte, los organismos expuestos tuvieron un tiempo de vida de hasta 54 días. La prolongación del tiempo de vida de los organismos, contribuye a que se pueda observar un mayor número de neonatos nacidos; a mayor tiempo de vida, más tiempo para observar nacimientos.

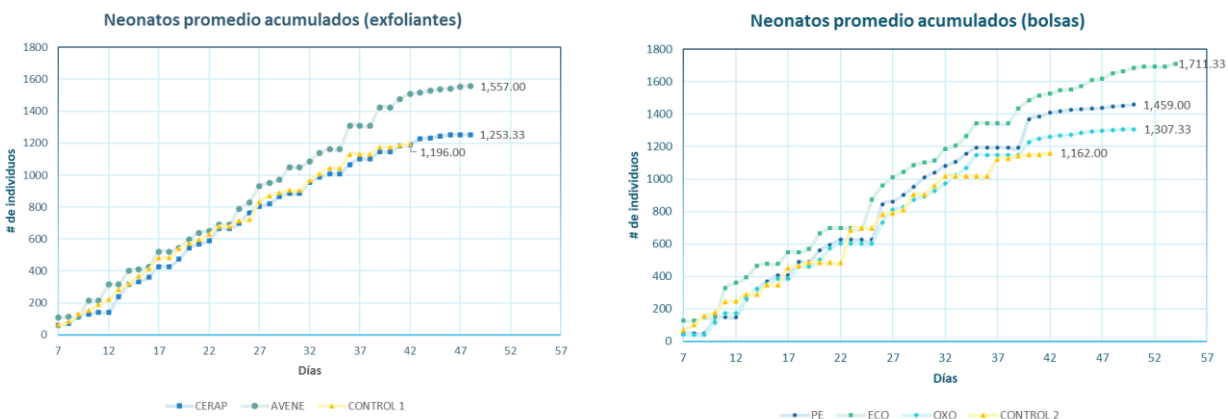


Figura 2. Neonatos promedio acumulados.

Con respecto a la tasa reproductiva acumulada por hembra, se observaron diferencias similares a las mencionadas anteriormente. En el caso de los organismos expuestos a MP provenientes de bolsas, la mayor tasa reproductiva se presentó en aquellos expuestos a las bolsas compostables (Ecovio), seguido de las bolsas comunes de PE y las oxodegradables (Figura 3). El control por su parte, presentó la tasa más baja, alcanzando sólo 116.2 neonatos por hembra, mientras que los expuestos a MP de bolsas compostables alcanzaron hasta 168.3 neonatos por hembra. Por su parte, los organismos expuestos a MP provenientes del exfoliante de la marca Avène fueron los que tuvieron una mayor tasa reproductiva a comparación de los de la marca Ceraphil y el control.

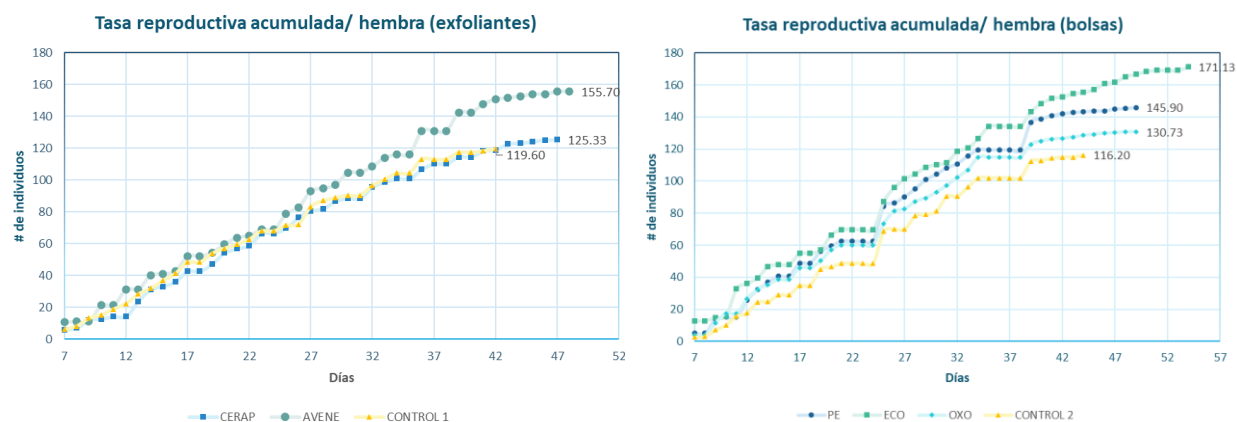


Figura 3. Tasa reproductiva acumulada por hembra.

### Metodología

Uno de los aspectos que se decidió modificar fue el tiempo de exposición. La Guía 211 de la OCDE estipula que la exposición crónica debe de ser por un periodo de 21 días, sin embargo, como se puede observar en la Figura 2, existe una diferencia entre los distintos tipos de MP y el número de neonatos promedio acumulados. Dicha diferencia se acentúa más con el paso del tiempo, siendo más evidente en los últimos días de vida.

A su vez, la guía menciona un recambio del agua por lo menos una vez a la semana. En el caso de los MP, al ser contaminantes insolubles, éstos quedan suspendidos en el agua, lo que dificulta realizar el recambio de manera similar a contaminantes solubles. Por ello, en este trabajo se propone realizar una modificación y filtrar el agua antigua para retener los MP utilizados, posterior a esto, separar el 50 % del volumen de agua, como lo estipula la norma. Una vez preparada el agua y que los contenedores hayan sido limpiados, proceder a colocar nuevos MP con la cantidad que está siendo probada.

Otro aspecto importante es el monitoreo de los neonatos. La contabilización y extracción de los neonatos <24h de nacidos se puede realizar con una pipeta Pasteur de plástico, sin embargo, al introducir la pipeta los MP pueden adherirse a ella y así alterar la concentración de estos en el experimento. Por lo anterior, se sugiere se enjuague la pipeta con el mismo medio de crecimiento utilizado en la experimentación, ya que, si se utiliza agua destilada, con el tiempo podría alterar la concentración del medio de cultivo.

Debido a que algunos MP tienden a quedar suspendidos en la superficie del agua, podría utilizarse el momento de la alimentación para sumergirlos con las gotas de alimento y romper la tensión superficial del agua.

En este estudio se utilizaron contenedores circulares, los cuales eviten la aglomeración de los MP en las esquinas, lo que permite una mejor dispersión y disponibilidad de las partículas. Debido a esto, se recomienda utilizar contenedores sin esquinas cuando se evalúen MP.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La exposición a MP compostables, de PE y oxodegradables provenientes de bolsas plásticas, así como aquellos de PE provenientes de exfoliantes comerciales, tuvieron un impacto en la reproducción de *D. magna*,

aumentando el número de neonatos nacidos y la tasa reproductiva por hembra. A su vez, estos MP también alargaron la vida de los organismos expuestos.

Las Guías 2011 y 202 de la OCDE fueron modificadas con respecto del tiempo de exposición; se añadieron la filtración de los MP suspendidos cuando se requiere el recambio del medio, así como medidas extras a tomar cuando se extraigan y contabilicen los neonatos <24 h con el fin de no alterar la concentración de los MP.

### Conclusiones

Las adaptaciones a metodologías ya existentes como la Guía 202 y 211 de la OCDE aplicadas para este trabajo, permitieron observar efectos en los organismos probados. Estas adaptaciones son necesarias para la evaluación de la toxicidad de MP, ya que éstos presentan características particulares que los diferencian de contaminantes solubles.

En este trabajo, los MP evaluados no mostraron efectos tóxicos en los organismos, por el contrario, la exposición a MP tuvo efectos positivos en la reproducción de *D. magna*, incrementando su tasa reproductiva, así como su tiempo de vida y el número de individuos nacidos. Los MP de tipo compostables fueron los que mayor número de individuos produjeron.

### Recomendaciones

Considerar acciones para evitar la contaminación cruzada de MP, como la envoltura de las pipetas utilizadas, así como la utilización por separado de instrumentos cuando se evalúen distintos tipos de MP.

Este trabajo es solo una base para la consolidación de una metodología completa que considere todas las características intrínsecas de los MP, ya que no tienen el mismo comportamiento que un contaminante soluble.

Se recomienda continuar este trabajo probando distintos tipos de MP donde la densidad sea distinta para abarcar el mayor tipo de partículas para consolidar una metodología.

### Referencias

- Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. *Group, January*, 530.
- Chen, C. L. (2015). Regulation and management of marine litter. In *Marine Anthropogenic Litter*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_15)
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2015). The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science and Technology*, 49(2), 1130–1137. <https://doi.org/10.1021/es504525u>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- GESAMP. (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment. In *IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* (Vol. 93).
- Geyer, R., Jambeck, J., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Dagaard, A. E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M., Herrling, M. P., Hess, M. C., Ivleva, N. P., Lusher, A. L., & Wagner, M. (2019). Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. *Environmental Science and Technology*, 53(3), 1039–1047. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>
- Karami, A. (2017). Gaps in aquatic toxicological studies of microplastics. *Chemosphere*, 184, 841–848. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.048>
- Koelmans A. A., van Sebille, E., Lavender Law, K., & Kooi, M. (2017). All is not lost: deriving a top-down mass budget of plastic at sea. *Environ. Res. Lett*, 12, 114028. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9500>
- Picardo, M., Provenza, F., Grazioli, E., Cavallo, A., Terlizzi, A., & Renzi, M. (2020). PET microplastics toxicity on marine key species is influenced by PH, particle size and food variations. *Science of the Total Environment*, 715, 100632. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.019>
- Plastics Europe. (2019). *Plastics in Facts 2019*. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>
- Ryberg, M. W., Laurent, A., & Hauschild, M. (2018). Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment (with a

particular focus on marine environment). *UN Environment*, 1–99.

Thevenon, F., Carroll, C., & Sousa, J. (2015). Plastic debris in the ocean: the characterization of marine plastics and their environmental impacts, situation analysis report. In *IUCN*. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2014.03.en>

Van Colen, C., Vanhove, B., Diem, A., & Moens, T. (2020). Does microplastic ingestion by zooplankton affect predator-prey interactions? An experimental study on larvipagy. *Environmental Pollution*, 256, 113479. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113479>

Walkinshaw, C., Lindeque, P. K., Thompson, R., Tolhurst, T., & Cole, M. (2020). Microplastics and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190(December). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110066>



# El Rol de la Detección Asistida por Computadora en la Nueva Era de la Inteligencia Artificial

Juan Arturo Pérez-Cebreros<sup>1</sup> Eric Efraín Solano-Uscanga<sup>2</sup>

**Resumen**— La inteligencia artificial (IA) es un campo en crecimiento con una amplia gama de aplicaciones, creemos que en los próximos años la IA llevará a cabo una parte esencial en el diagnóstico y tratamiento que tradicionalmente realiza el médico. Hoy en día, en la lucha contra COVID-19, las tecnologías de IA y bigdata han jugado un papel importante en muchos aspectos; incluida la rápida agregación de múltiples fuentes, visualización rápida de información epidémica, rastreo geoespacial de casos confirmados, predicción de transmisión, segmentación espacial del riesgo epidémico y eliminación del pánico, lo cual ha brindado un sólido apoyo para la toma de decisiones. En particular, las plataformas asistidas por computadora podrían ayudar a los médicos a tomar mejores decisiones clínicas. Sin embargo, las implementaciones de la IA en la práctica clínica aún son escasas en México. En este artículo, hacemos un breve análisis de los diferentes métodos utilizados para la detección asistida por computadora.

**Palabras clave**—Aprendizaje Maquina, Aprendizaje Profundo, Detección asistida por computadora, Radiografías.

## Introducción

La inteligencia artificial (IA) es el término utilizado para describir el uso de computadoras y tecnología para simular un comportamiento inteligente y un pensamiento crítico comparable al de un ser humano; incluido el aprendizaje automático (ML), procesamiento de lenguaje natural (PLN), visión por computadora, biometría, realidad virtual y aumentada (Wang, 2019). ML se puede dividir en ML tradicional y aprendizaje profundo (DL). En el ML tradicional, los métodos incluyen regresión logística, árbol de decisión, bosque aleatorio, vecino más cercano, modelos ocultos de Markov, máquina de soporte vectorial, entre otros. DL es un subconjunto de ML y es un método de aprendizaje para construir modelos de redes neuronales profundas (Pouyanfar et al., 2018).

En las décadas de 1980 y 1990 se vio un aumento en el interés por la IA, pero no fue hasta a partir del 2016 que la mayor parte de las inversiones se realizaron en el campo de la medicina en comparación con el resto de áreas, y se espera que continúe en aumento (Pakdemirli et al., 2020).

La IA en medicina se puede clasificar en dos subtipos: virtual y física (Hamet y Tremblay, 2017). La parte virtual abarca desde aplicaciones como los sistemas de registros médicos hasta la orientación basada en redes neuronales en la toma de decisiones del tratamiento. Por otro lado, la parte física trata sobre los robots que ayudan a realizar cirugías, prótesis inteligentes para personas discapacitadas entre otras. El objetivo de este estudio es comparar la información sobre los estudios de “inteligencia artificial en medicina”, y en concreto, el diagnóstico asistido por computadora.

## Discusión

Las radiografías médicas son una de las primeras opciones para el diagnóstico debido a su capacidad de revelar algunas alteraciones patológicas insospechadas (Campadelli y Casiraghi, 2005). Existen muchos beneficios en el desarrollo de herramientas asistidas por computadora para análisis de rayos X. Sin embargo, el diagnóstico asistido por computadora es una frase que inspira fuertes opiniones entre los radiólogos y muchas de esas opiniones son negativas.

El término detección asistida por computadora (CAD) surgió durante las décadas de 1980 y 1990, durante la segunda era de la inteligencia artificial (IA). Al igual que en la primera era de la IA en las décadas de 1950 y 1960, y la actual tercera era, en la que vivimos; la segunda era surgió alrededor de muchas nuevas y emocionantes tecnologías que prometían que podrían resolver todos nuestros problemas. Sin embargo, la segunda era estuvo muy

1 Juan Arturo Pérez-Cebreros es profesor de Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ingeniería en Computación, CDMX, México.

2 Eric Efraín Solano-Uscanga es profesor en la Universidad de Xalapa en la División de Postgrados, Xalapa, Ver., México.

por debajo de estas elevadas expectativas y condujo a un periodo de desilusión, a menudo descrito como un “invierno de IA” (Hendler, 2008).

Dada la historia de la IA, no es de extrañar que muchos consideran a las CAD como una decepción. En especial, los radiólogos tienen más razones que la mayoría para sentirse decepcionados, porque la CAD en las imágenes médicas fue solo una promesa no realizada (Bahl, 2019).

En primer lugar, estas herramientas automáticas ayudan al radiólogo a tomar una decisión cuantitativa y bien informada. A medida que va aumentando el volumen de radiografías, será cada vez más complicado para los radiólogos mantener el mismo nivel de eficiencia. Por lo que, la automatización será muy necesaria para mantener la calidad del diagnóstico. Varias investigaciones llegaron a la conclusión de que las CAD tradicionales no han proporcionado un beneficio sino que han reducido la precisión del radiólogo lo que conlleva a tasas más altas de biopsias (Lehman et al., 2015; Fenton et al., 2007). En esta misma dirección, podemos decir que los resultados médicos no solo fueron decepcionantes, sino que también supusieron un aumento estimado del 20% en el tiempo necesario para interpretar cada estudio, como resultado del radiólogo de descartar las falsas alarmas que producían estos sistemas (Tchou et al., 2010).

Dada estas malas experiencias y promesas incumplidas, ¿por qué los radiólogos ahora expresan su interés en CAD? La respuesta es se ha desarrollado una nueva tecnología que supera ampliamente los anteriores métodos, esta tecnología se conoce como aprendizaje profundo que se ha popularizado su uso en diferentes problemas y parece capaz de cumplir las promesas del CAD de la segunda era de la IA (Alzubaidi et al., 2021).

Lo anterior, nos lleva a la primera diferencia entre el aprendizaje profundo y los sistemas tradicionales de visión por computadora, al menos fuera del campo de la medicina el aprendizaje profundo funciona. Prueba de ello, es la conocida competencia de análisis de imágenes, los mejores métodos tradicionales de la segunda era produjeron cinco veces más errores que un humano cuando se le pidió que identificara objetos cotidianos en fotografías, como bicicletas, perros y automóviles (Krizhevsky et al., 2017). Por otro lado, podemos observar como los algoritmos de aprendizaje profundo contribuyen en muchas tareas solo atribuibles, en otros tiempos, al ser humano, por ejemplo, en la identificación de personas en medio de la multitud (Wang y Deng, 2021), el intervenir en juegos complejos como el ajedrez, el Go, el Shogi (Schrittwieser et al., 2020), sistema de reconocimiento de escritura a mano (Mishra, 2021), procesamiento natural del lenguaje (Landolt et al., 2021), incluso los vehículos autónomos prácticamente no podían salir del estacionamiento y ahora se están probando en cientos de carreteras reales (Chan y Chin, 2021).

Los problemas que la tercera era de la IA aborda están relacionados al manejo de grandes volúmenes de datos para derivar información útil que permita la solución de problemas complejos asociados al razonamiento, percepción, planeación, aprendizaje (Azuela, 2020). Algunos ejemplos, son:

1. Correo Electrónico, en los últimos años, se ha convertido en uno de los medios de comunicación más rápidos y económicos. Sin embargo, el aumento de usuarios de correo electrónico ha dado a un aumento increíble de los correos electrónicos no deseados. Por ello, se utilizan algoritmos inteligentes de clasificación para determinar si es spam o no spam (Yağanoğlu e Irmak, 2021).
2. Banca, todo lo que tenga que ver con la comprensión y el control del riesgo está en juego a través del crecimiento de las soluciones impulsadas por la IA, por ejemplo, desde decidir cuánto debe prestar un banco a un cliente, mensajes de advertencia a los clientes del mercado financiero sobre el riesgo de alguna posición, prevención de fraudes, entre otros (El-Gohary et al., 2021).
3. Redes sociales, nos permiten comunicarnos con otros usuarios mediante la creación de perfiles de información personal y nos ayudan enormemente. Sin embargo, también pueden hacer daño, como compartir información falsa (D’Ulizia et al., 2021; Bhogade et al., 2021) o ciber-acoso que hoy en día se ha convertido en uno de los riesgos en línea más urgentes para los jóvenes debido en parte al rápido aumento en el uso de las redes sociales y ha suscitado serias preocupaciones en la sociedad (Pericherla y Ilavarasan, 2021). Por ello, se han examinado varios enfoques de IA para la detección del acoso cibernético centrándose en unos párrafos de textos pero aún hay mucho por estudiar en redes sociales, en donde generalmente el acoso consiste en una publicación inicial (imágenes/videos) que desata una

- secuencia de comentarios que suelen ser en tiempo real y geo-espacial (Perera y Fernando, 2021).
4. Compras en línea, la transformación digital impulsada por el apalancamiento de la IA ha sido un factor de influencia fundamental que ha desencadenado un gran ola de disrupción empresarial, por ejemplo, las compras que se hacen hoy, incluyen recomendadores inteligentes en donde el comportamiento del cliente se puede analizar, y con ello, averiguar qué productos se encuentran bajo demanda y cuales no (Mussa, 2020).
  5. Telefonía móvil, muchos de estos móviles actuales incluyen capacidades de voz, mensajería de texto, alta capacidad de procesamiento de datos, así como una conectividad inalámbrica mejorada. Por ello, se espera ver un espectro de nuevos servicios y aplicaciones inteligentes dirigida a la vida diaria de las personas e informática empresarial (Manikanthan et al., 2020; Lu et al., 2020).
  6. Agricultura, los sistemas inteligentes son aplicados en varios campos agrícolas con el objetivo de sacar conclusiones a corto y largo plazo sobre el patrón meteorológico, la fertilidad del suelo, la calidad actual de cultivos, cantidad de agua que se necesitará para las próximas semanas, etc (Hashim et al., 2015; Vadlamudi et al., 2021).
  7. Reconocimiento de matriculas, tienen un importante rol en varias aplicaciones como en estacionamientos (Frag et al., 2019), control de seguridad de zonas restringidas (Saadouli et al., 2020), refuerzo en la aplicación de leyes de tráfico (Liu et al., 2018), entre otros (Silva y Jung, 2018).

Con los anteriores ejemplos, queremos decir que la IA se ha convertido en un campo multidisciplinario con un amplio potencial para generar beneficios para la sociedad. Aunque estas aplicaciones no están relacionadas con las imágenes médicas, representa un cambio en la capacidad de percepción de nuestros sistemas computacionales. Es decir, en la segunda era de la IA, los sistemas de visión por computadora no podían realizar tareas visuales que un pequeño niño encontraría muy fácilmente, pero la IA de la tercera era, está teniendo éxito en tareas que originalmente eran del dominio de los humanos. Sin embargo, todavía no tenemos el nivel de evidencia requerido para demostrar que el aprendizaje profundo puede hacer el trabajo de los médicos, aunque los resultados preliminares muestran sistemas que parecen funcionar a nivel humano en tareas médicas comunes como la evaluación de la retina (Rezvantablab et al., 2020) y las lesiones cutáneas (Gulshan et al., 2016). También hemos visto resultados similares en radiología; por ejemplo, en (Chilamkurthy et al., 2018) se muestra un sistema que puede detectar una gran variedad de hallazgos críticos en tomografías.

### Conclusiones

Finalmente, podemos concluir que se requieren más pruebas, dada la historia de experiencias con los CAD tradicionales, pero el éxito del aprendizaje profundo en tantos dominios de los humanos, no tiene precedentes y justifica nuestro grado de optimismo. Además esta capacidad de aprendizaje profundo que le permite tener éxito en una variedad de tareas de percepción también se distingue de la tecnología del DAC tradicional. Es decir, la IA de la segunda era, se enfocaba a una tarea específica en donde cada sistema tenía que diseñarse específicamente para cada tarea. Una prueba de ello, es que se han definido subgrupos específicos de CAD en función de su uso previsto. Tenemos los términos más utilizados CADx (diagnóstico asistido por computadora) y CAde (detección asistida por computadora) pero también hay otras variantes como CADq (cuantificación asistida por computadora) y CAST (clasificación simple asistida por computadora), entre otros. Estos subgrupos, tienen sentido en la tecnología de la segunda era, cuya tecnología solo podía realizar una única tarea.

Por otro lado, el aprendizaje profundo es independiente de la tarea; pero para lograr entrenar a la máquina para que aprenda a clasificar nuevos casos con éxito, se requiere contar con un gran volumen de conocimiento acumulado de miles de casos de pacientes, con características de cada enfermedad. A partir de este conjunto de datos, se puede crear un algoritmo que genere ecuaciones para clasificar correctamente los nuevos casos y que se vuelva más sólido con el tiempo, a medida que va aprendiendo de nuevos casos. Esta característica de ir auto aprendiendo así como el éxito en el reconocimiento de objetos en imágenes naturales son las que han estimulado un interés renovado en aplicar el aprendizaje profundo también a las imágenes médicas (Krizhevsky et al., 2017; He et al., 2015). Han surgido algunos informes en los que se obtuvieron buenas precisiones en una serie de tareas relacionadas a la detección de anomalías. Por ejemplo, en campos de la medicina, como lo es clasificación de cáncer de piel (Rezvantablab et al., 2020), identificación de hemorragias (Grewal et al., 2018), detección de arritmias (Rajpurkar et

al., 2017), y detección de retinopatía diabética (Gulshan et al., 2016). En particular, el diagnóstico automático realizado por radiografías está recibiendo un creciente interés en donde se está incrementando su uso en la detección de nódulos pulmonares (Huang et al., 2018) así como en la identificación de tuberculosis (Lakhani y Sundaram, 2017). El estudio sobre algunos modelos convolucionales sobre anomalías, tiene su validez debido a que el desempeño obtenido es muy diferente entre diferentes anomalías (Islam et al., 2017). Sin duda, este abordaje multidisciplinario cambiará la forma en que se practica la medicina, por lo que los profesionales en la salud deberán prepararse, aprender y adaptarse.

## Referencias

- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: Concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Azuela, J. H. S. (2020). *El papel de la inteligencia artificial en la Industria 4.0*. 38.
- Bahl, M. (2019). Detecting Breast Cancers with Mammography: Will AI Succeed Where Traditional CAD Failed? *Radiology*, 290(2), 315-316. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018182404>
- Bhogade, M., Deore, B., Sharma, A., Sonawane, O., & Singh, M. (2021). A Research Paper on Fake News Detection. *Internation Journal of Advance Scientific Research and Engineering Trends*, 6(6), 5.
- Campadelli, P., & Casiraghi, E. (2005). Lung Field Segmentation in Digital Postero-Anterior Chest Radiographs. En S. Singh, M. Singh, C. Apte, & P. Perner (Eds.), *Pattern Recognition and Image Analysis* (Vol. 3687, pp. 736-745). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/11552499\\_81](https://doi.org/10.1007/11552499_81)
- Chan, T. K., & Chin, C. S. (2021). *Review of Autonomous Intelligent Vehicles for Urban Driving and Parking*. 14.
- Chilamkurthy, S., Ghosh, R., Tanamala, S., Biviji, M., Campeau, N. G., Venugopal, V. K., Mahajan, V., Rao, P., & Warier, P. (2018). Development and Validation of Deep Learning Algorithms for Detection of Critical Findings in Head CT Scans. *ArXiv:1803.05854 (Cs)*. <http://arxiv.org/abs/1803.05854>
- Cruz, A. G. B., Seo, Y., & Rex, M. (2018). Trolling in online communities: A practice-based theoretical perspective. *The Information Society*, 34(1), 15-26. <https://doi.org/10.1080/01972243.2017.1391909>
- D'Ulizia, A., Caschera, M. C., Ferri, F., & Grifoni, P. (2021). Fake news detection: A survey of evaluation datasets. *PeerJ Computer Science*, 7, e518. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.518>
- Donahue, J., Jia, Y., Vinyals, O., Hoffman, J., Zhang, N., Tzeng, E., & Darrell, T. (2013). DeCAF: A Deep Convolutional Activation Feature for Generic Visual Recognition. *ArXiv:1310.1531 (Cs)*. <http://arxiv.org/abs/1310.1531>
- El-Gohary, H., Thayaseelan, A., Babatunde, S., & El-Gohary, S. (2021). An Exploratory Study on the Effect of Artificial Intelligence-Enabled Technology on Customer Experiences in the Banking Sector. *Journal of Technological Advancements*, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.4018/JTA.20210101.oa1>
- Farag, M. S., Mohie El Din, M. M., & Elshenbary, H. A. (2019). Parking entrance control using license plate detection and recognition. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 15(1), 476. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v15.i1.pp476-483>
- Fenton, J. J., Sickles, E. A., & Barlow, W. E. (2007). Influence of Computer-Aided Detection on Performance of Screening Mammography. *N Engl J Med*, 11.
- Grewal, M., Srivastava, M. M., Kumar, P., & Varadarajan, S. (2018). RADNET: Radiologist Level Accuracy using Deep Learning for HEMORRHAGE detection in CT Scans. *ArXiv:1710.04934 (Cs, Stat)*. <http://arxiv.org/abs/1710.04934>
- Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., Venugopalan, S., Widner, K., Madams, T., Cuadros, J., Kim, R., Raman, R., Nelson, P. C., Mega, J. L., & Webster, D. R. (2016). Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*, 316(22), 2402. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.17216>
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Hashim, N. M. Z., Mazlan, S. R., Abd Aziz, M. Z. A., Salleh, A., Ja'afar, A. S., & Mohamad, N. R. (2015). Agriculture Monitoring System: A Study. *Jurnal Teknologi*, 77(1). <https://doi.org/10.11113/jt.v77.4099>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. *ArXiv:1512.03385 (Cs)*. <http://arxiv.org/abs/1512.03385>
- Hendler, J. (2008). Avoiding Another AI Winter. *IEEE Intelligent Systems*, 23(2), 2-4. <https://doi.org/10.1109/MIS.2008.20>
- Huang, P., Park, S., Yan, R., Lee, J., Chu, L. C., Lin, C. T., Hussien, A., Rathmell, J., Thomas, B., Chen, C., Hales, R., Ettinger, D. S., Brock, M., Hu, P., Fishman, E. K., Gabrielson, E., & Lam, S. (2018). Added Value of Computer-aided CT Image Features for Early Lung Cancer Diagnosis with Small Pulmonary Nodules: A Matched Case-Control Study. *Radiology*, 286(1), 286-295. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162725>

- Islam, M. T., Aowal, M. A., Minhaz, A. T., & Ashraf, K. (2017). Abnormality Detection and Localization in Chest X-Rays using Deep Convolutional Neural Networks. *ArXiv:1705.09850 (Cs)*. <http://arxiv.org/abs/1705.09850>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84-90. <https://doi.org/10.1145/3065386>
- Lakhani, P., & Sundaram, B. (2017). Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology*, 284(2), 574-582. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326>
- Landolt, S., Wambsganss, T., & Söllner, M. (2021). *A Taxonomy for Deep Learning in Natural Language Processing*. Hawaii International Conference on System Sciences. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.129>
- Lehman, C. D., Wellman, R. D., Buist, D. S. M., Kerlikowske, K., Tosteson, A. N. A., & Miglioretti, D. L. (2015). Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. *JAMA Internal Medicine*, 175(11), 1828. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.5231>
- Liu, Z., Li, R., Wang, X., & Shang, P. (2018). Effects of vehicle restriction policies: Analysis using license plate recognition data in Langfang, China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 118, 89-103. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.09.001>
- Lu, Y., Stathopoulou, T., Vasiloglou, M. F., Pinault, L. F., Kiley, C., Spanakis, E. K., & Mougiakakou, S. (2020). goFOODTM: An Artificial Intelligence System for Dietary Assessment. *Sensors*, 20(15), 4283. <https://doi.org/10.3390/s20154283>
- Manikanthan, S. V., Padmapriya, T., Hussain, A., & Thamizharasi, E. (2020). Artificial Intelligence Techniques for Enhancing Smartphone Application Development on Mobile Computing. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(17), 4. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i17.16569>
- Mishra, A. (2021). Handwriting Recognition using Neural Networks, Deep Learning and Support Vector Machines. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3797658>
- Mounika, A. (2020). *Developments of Intelligent Machines and the Current State of AI*. 3(12), 8.
- Mussa, M. (2020). The impact of Artificial Intelligence on Consumer Behaviors An Applied Study on the Online Retailing Sector in Egypt. *المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة*, 4(5), 293-318. <https://doi.org/10.21608/jsec.2020.128722>
- Pakdemirli, A., & Leblebici, A. (2020). AI in Medicine versus AI in Prehospital. *Medicine Science | International Medical Journal*, 9(2), 293. <https://doi.org/10.5455/medscience.2020.09.9186>
- Perera, A., & Fernando, P. (2021). Accurate Cyberbullying Detection and Prevention on Social Media. *Procedia Computer Science*, 181, 605-611. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.207>
- Pericherla, S., & Ilavarasan, E. (2021). A Study of Machine Learning Approaches to Detect Cyberbullying. En S. C. Satapathy, V. Bhateja, M. Ramakrishna Murty, N. Gia Nhu, & Jayasri Kotti (Eds.), *Communication Software and Networks* (Vol. 134, pp. 369-377). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-5397-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5397-4_38)
- Pouyanfar, S., Sadiq, S., Yan, Y., Tian, H., Tao, Y., Reyes, M. P., Shyu, M.-L., Chen, S.-C., & Iyengar, S. S. (2019). A Survey on Deep Learning: Algorithms, Techniques, and Applications. *ACM Computing Surveys*, 51(5), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3234150>
- Philpotts, L. E. (2009). Can Computer-aided Detection Be Detrimental to Mammographic Interpretation? *Radiology*, 253(1), 17-22. <https://doi.org/10.1148/radiol.2531090689>
- Rajpurkar, P., Hannun, A. Y., Haghpahani, M., Bourn, C., & Ng, A. Y. (2017). Cardiologist-Level Arrhythmia Detection with Convolutional Neural Networks. *ArXiv:1707.01836 (Cs)*. <http://arxiv.org/abs/1707.01836>
- Rezvantalab, A., Safigholi, H., & Karimijeshni, S. (s. f.). *Dermatologist Level Dermoscopy Skin Cancer Classification Using Different Deep Learning Convolutional Neural Networks Algorithms*. 15.
- Saadouli, G., Elburdani, M. I., Al-Qatouni, R. M., Kunhoth, S., & Al-Maadeed, S. (2020). Automatic and Secure Electronic Gate System Using Fusion of License Plate, Car Make Recognition and Face Detection. 2020 IEEE International Conference on 15 Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIoT), 79-84. <https://doi.org/10.1109/ICIoT48696.2020.9089615>
- Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Hubert, T., Simonyan, K., Sifre, L., Schmitt, S., Guez, A., Lockhart, E., Hassabis, D., Graepel, T., Lillicrap, T., & Silver, D. (2020). Mastering Atari, Go, Chess and Shogi by Planning with a Learned Model. *Nature*, 588(7839), 604-609. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03051-4>
- Silva, S. M., & Jung, C. R. (2018). License Plate Detection and Recognition in Unconstrained Scenarios. En V. Ferrari, M. Hebert, C. Sminchisescu, & Y. Weiss (Eds.), *Computer Vision – ECCV 2018* (Vol. 11216, pp. 593-609). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01258-8\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01258-8_36)
- Tchou, P. M., Haygood, T. M., Atkinson, E. N., Stephens, T. W., Davis, P. L., Arribas, E. M., Geiser, W. R., & Whitman, G. J. (2010). Interpretation Time of Computer-aided Detection at Screening Mammography. *Radiology*, 257(1), 40-46. <https://doi.org/10.1148/radiol.10092170>
- Vadlamudi, S., Paruchuri, H., Ahmed, A. A. A., Hossain, S., & Donepudi, K. (2021). *Rethinking Food Sufficiency with Smart Agriculture using Internet of Things*. 11.

- Wang, P. (2019). On Defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1-37. <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>
- Wang, M., & Deng, W. (2021). Deep Face Recognition: A Survey. *Neurocomputing*, 429, 215-244. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.10.081>
- Yağanoğlu, M., & Irmak, E. (2021). Yapay Zeka Teknikleri İle Gelen E-Postaların Ayırıştırılması. *European Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31590/ejosat.841299>



# Uso de las Tics en la Educación ante la Pandemia Covid-19: ¿Estamos Preparados?

MEBC.Blanca Lucía Pérez Guzmán<sup>1</sup>. LE.Marisol Sánchez Flores<sup>2</sup>  
LCC.Edgar Valdés Suárez<sup>3</sup> ME. Israel Bony Sandoval Bahena<sup>4</sup> MEDI. Laura Alicia Flores Durán<sup>5</sup>

**Resumen**—Este trabajo nos muestra una mirada a la realidad que viven muchos docentes ante la pandemia por COVID-19 que causó algunos estragos en la educación a distancia, los retos a los que se enfrentaron, así como los obstáculos que se han superado y la movilización de habilidades que se pusieron en juego para sacar adelante la educación.

Se realiza desde un abordaje técnico y con trabajo de campo para analizar las situaciones que han enfrentado los docentes y la educación en general, no sólo en nuestro país sino a nivel global; así mismo la manera en que los docentes han vivido la transición de manera presencial a la educación a distancia.

Dando evidencia de los esfuerzos que se han realizado y los resultados que han obtenido en este modo de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave**—Covid 19, pandemia, educación a distancia.

## Introducción

### 1.1 Antecedentes

A lo largo de la historia la educación ha sufrido grandes cambios los cuales han llevado a afrontar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde diversas perspectivas sobre las nuevas metodologías y la calidad educativa.

Sin lugar a dudas al hablar de calidad educativa juega un papel muy importante el rol del profesor, así como las competencias que posee para llevar a cabo un buen desempeño docente.

Actualmente ante la situación de salud que azotó al mundo en el 2020, el COVID-19; se considera se deben abordar temas de investigación donde las TICS sean el protagonista de la facilidad de brindar acceso a la educación a los grupos más vulnerables, opciones, que ayuden a que la educación desde básica hasta superior en México.

E Educación superior el artículo pone de referencia al Tecnológico Nacional de México por ser la institución más grande de formación de ingenieros en América Latina.

### 1.2 ¿Por qué se plantea de esta forma?

La causa de la deserción de muchos estudiantes han sido la falta de instrumento tecnológico para poder tomar sus clases de forma virtual, así como la conectividad, no solo se trata de tener un equipo con acceso a internet o al radio, tv o diferentes

medios por los cuales se han impartido clases a partir del mes de marzo que se inició con este cambio en la docencia y aprendizaje, sino brindar la conectividad, señal al alcance de todos. Hay zonas vulnerables como el estado de Guerrero donde a pesar de tener medios móviles, en poblados alejados del centro del estado, solo una antena es la responsable de brindar señal telefónica, de internet, radio y tv, la cual al saturarse dificulta el acceso a su mayoría.

**Según datos del TICómetro, diagnóstico de acceso y habilidades en el uso de TIC de la UNAM (DGTIC): En la generación 2019 del bachillerato el 16% de los estudiantes no tiene una computadora (PC o laptop) para estudiar desde casa. Si bien 95% tiene acceso a Internet, muchos lo tienen desde un teléfono celular.**

## Descripción del Método

### 2.1 Necesidad de uso de las TIC's

Ante el surgimiento del virus COVID-19, estudiantes, profesores y directivos de las diversas instituciones se han visto en la necesidad de hacer uso de los medios digitales para dar continuidad a la educación de niños, jóvenes y adultos, implementando y adecuando plataformas digitales, así como radio y televisión, sin embargo, han generado desafíos en el uso adecuado de las mismas, así como el marcado de las desigualdades sociales y económicas que existen en el país.

Los docentes deben contar con las habilidades necesarias para poder llevar a cabo sus actividades y poder fomentar en los alumnos las competencias necesarias para su aprendizaje, por tanto es necesario un compromiso ético con su profesión, poseer un pensamiento crítico y reflexivo, estar en constante autoevaluación de su desempeño, participar

activamente en cursos para desarrollar más habilidades y ser consciente de sus fortalezas, así como de sus áreas de oportunidad mostrando una mentalidad de crecimiento para poder seguir mejorando cada día.

**“Para trabajar a distancia es necesario transformar muchísimas cosas que en presencia pueden funcionar, pero a distancia no. Por ejemplo, dar una clase donde solo se habla puede ser difícil de seguir para los estudiantes de manera virtual. Hay que diseñar actividades donde los estudiantes estén activos desde un punto de vista cognitivo y dónde se les pida que hagan y no solo que escuchen o vean”** comenta la doctora Marina Kriscautzky Laxague, coordinadora de Tecnologías para la educación hábitat puma de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación.

En la labor docente implica la adecuación de estrategias pedagógicas adaptables a la educación a distancia y claro, limitación de muchas personas del acceso a ella.

**De acuerdo al extinto INEE en el ciclo escolar 2007-2008 la mitad de las primarias contaba con una computadora para uso educativo; para el 2013-2014 este porcentaje se redujo a 39.6%, y para el ciclo 2015.2016 llegó a 40.4%.** En la educación secundaria, en el ciclo escolar 2007-2008, 71.5% del total de estas escuelas tenía una computadora para uso educativo; en el 2013-2014 el porcentaje bajó a 68.4% y se recuperó en el 2015-2016, al llegar a 70.1%. De acuerdo a los datos las condiciones en las escuelas no son las viables y ahora generar propuestas educativas haciendo uso de las TIC's es todo un enigma que tendrán que resolver maestros, alumnos y padres de familia.<sup>1</sup>

Sin embargo, en una sociedad tan cambiante y en un mundo cada vez más globalizado el rol docente se ha visto modificado en diversas ocasiones, ¿Cómo es que los docentes se han adaptado a las innovaciones?, ¿Cómo homologar nuestro rol con las nuevas tendencias educativas?, ¿Qué actitud han mostrado los docentes ante la educación actual en México?, ¿Cómo el contexto impacta en el desempeño de los docentes?, estas son sólo algunas de las interrogantes que surgen al hablar de las transformaciones que han tenido que hacer los docentes para adaptarse a la realidad que vivimos en cuanto a la educación.

Por otro lado, la irrupción de las nuevas tecnologías ha provocado un cambio radical a la hora de acceder a la información. Esto, aplicado en el campo de la enseñanza o el aprendizaje, supone una modificación igual de drástica en el rol del docente. Ahora, todo el contenido que deben aprender los alumnos está en la red, así que lo que debemos cuestionarnos es: ¿Cuál debe ser el papel de los docentes en el actual sistema de formación a distancia?

## 2.2 Educación a distancia

Comencemos por aclarar el concepto de educación a distancia, el cual se entiende como la **forma de estudio en la que el proceso de aprendizaje se desarrolla sin la existencia de un vínculo directo instructor-estudiante**, por tanto, sin tener que acudir sistemáticamente a un salón de clases, lo que posibilita el acceso al aprendizaje a todos aquellos que, por diferentes razones, no pueden asistir a los cursos de la modalidad presencial.

Establece la relación entre la Educación a Distancia y la presencial, a partir de la inclusión de los medios técnicos, para lograr así un proceso de enseñanza aprendizaje más abarcador.

El uso de herramientas de fácil uso y acceso como el correo electrónico o algunas redes sociales como Whatsapp o Facebook, son de gran utilidad para mantener la comunicación y compartir información, sin embargo, en zonas rurales, la carencia de energía eléctrica imposibilita la actividad del quehacer docente y del alumnado, orillando a la deserción.

**De acuerdo con el INEGI (2019) 18.3 millones de viviendas (52.7% del total en México) cuentan con acceso a internet. La mayoría de viviendas que no cuentan con acceso (16.4 millones) corresponde a la sociedad con menores recursos, ubicada en los estados de Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Puebla y Veracruz.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INEE. (23 de Marzo de 2020). *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. Obtenido de Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación: <https://www.inee.edu.mx/>

<sup>2</sup> INEGI. (29 de Diciembre de 2019). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía : <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/>

Disponibilidad y Uso de TIC

Indicadores sobre Disponibilidad y Uso de TIC	2015	2016	2017	2018	2019
Hogares con computadora como proporción del total de hogares	44.9	45.6	45.4	44.9	44.3
Hogares con conexión a Internet como proporción del total de hogares	39.2	47.0	50.9	52.9	56.4
Hogares con televisión como proporción del total de hogares	93.5	93.1	93.2	92.9	92.5
Hogares con televisión de paga como proporción del total de hogares	43.7	52.1	49.5	47.3	45.9
Usuarios de computadora como proporción de la población de seis años o más de edad	51.3	47.0	45.3	45.0	43.0
Usuarios de Internet como proporción de la población de seis años o más de edad	57.4	59.5	63.9	65.8	70.1
Usuarios de computadora que la usan como herramienta de apoyo escolar como proporción del total de usuarios de computadora	51.3	52.2	46.8	46.7	44.6
Usuarios de Internet que han realizado transacciones vía Internet como proporción del total de usuarios de Internet	12.8	14.7	20.4	23.7	27.2
Usuarios de Internet que acceden desde fuera del hogar como proporción del total de usuarios de Internet	29.1	20.5	16.7	13.4	10.7
Usuarios de teléfono celular como proporción de la población de seis años o más de edad	71.5	73.6	72.2	73.5	75.1

Fig.1. Disponibilidad y uso de las TIC's en los hogares de México.

3.HALLAZGOS

3.1 Canales de información

En el intento de aportar instrumentos que faciliten el trabajo del docente en el ámbito virtual, la Secretaría de Educación en Coahuila a través del área de Informática, creó una aplicación en la cual los docentes tendremos un canal de comunicación abierta con los padres de familia, sin necesidad de compartir nuestros números telefónicos, esta es solo una de sus muchas funciones, entre ellas captura del Sisat, informes de evaluaciones entre las más importantes.

Actualmente, el mercado laboral no busca el mismo perfil profesional que hace algunos años atrás. En la actualidad demanda trabajadores que tengan entre sus competencias el trabajo en equipo, liderazgo, flexibilidad, formación continua, entre otras; habilidades que pueden adquirirse o perfeccionarse mediante las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).<sup>3</sup>

3 -. (2020). La importancia de las TIC en el sector educación. octubre 30, 2020, de universia Sitio web: <https://www.universia.net/mx/actualidad/orientacion-academica/importancia-tic-sector-educacion-1129074.html>



Fig.2. Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SISAT)

La aplicación está disponible en ios y android, sin costo alguno, el panorama pintaba para ser una excelente opción para los docentes, se creó una gran expectativa y el día que se realizó la presentación mediante un en vivo en YouTube, el presentador de la aplicación tuvo una serie de problemas de conectividad que no le permitieron seguir el desarrollo de la presentación como debía ser, incluso tuvo que optar por utilizar los datos de su celular para terminar la presentación ya que los servidores de Secretaria De Educación de Coahuila fallaron, así mismo la aplicación no fue capaz de cargarse en el celular, instaló y desinstaló en varias ocasiones esperando lograr proseguir y no le permitía, pidió públicamente que no entraran los docentes al mismo tiempo a la aplicación, porque se describe todo esto, para que nos percatamos que a pesar de los intentos hechos por ellos, la conectividad no está al 100% para dar buen funcionamiento, esto a pesar de ser una gran institución de la que depende toda la educación en Coahuila, qué podemos esperar de los hogares de nuestros alumnos.

### 3.2 Redes sociales como medios de comunicación

Después de lo sucedido, muchos docentes optamos por seguir en comunicación con los padres de familia y los alumnos a través de aplicaciones como whatsapp o facebook para evitar que se nos presenten estas situaciones en nuestro quehacer diario, dado que el desafío de educación a distancia es grande, tenemos que conseguir herramientas que faciliten el trabajo no que lo dificulten.

José Manuel Robles, coautor e investigador de la UNIR, explica que **para completar la última etapa se pueden tardar años e incluso puede que nunca se logre**. En conclusión, asegura, la incorporación de las TIC en la educación es inminente, siempre que ésta no suponga cambios radicales en los procesos establecidos.

## 4. CONCLUSIONES

Como en todos los países México no es la excepción la pandemia del nuevo coronavirus está dando un golpe duro en todos los sectores, pero sin embargo uno de los más vulnerables es la educación ya que se encuentra la población en aislamiento y distanciamiento social en esta nueva realidad es una cuarentena, por lo tanto, las TIC se volvieron el centro de la educación virtual, el teletrabajo, la telemedicina y hasta de ocio.

Las TIC's han brindado nuevas formas de ejecutar cada una de las tareas realizadas del ser humano y que han puesto en comunicación e interacción a millones de ciudadanos en el mundo. Durante esta emergencia se ha evidenciado las brechas de conectividad en el territorio nacional y socioeconómico, pero es claro que la apropiación de las tecnologías por parte de todos los sectores educativos ha significado un verdadero reto para la educación, por lo tanto hay una parte de oportunidad por innovar el papel docente.

### 4.1 El coronavirus y sus cambios

El coronavirus está cambiando instantáneamente la forma en que se imparte la educación, ya que la escuela y el hogar, ahora se convierten en el mismo lugar tras las necesarias regulaciones efectuadas.

Según la UNESCO, más de 861.7 millones de niños y jóvenes en 119 países se han visto afectados al tener que hacer frente a la pandemia global que nos ha sacudido este año.



Fig 3. Impacto del COVID-19 en la Educación del mundo.

¿Realmente es la pandemia la que nos está poniendo en crisis o será la poca digitalización que existe en el ámbito educativo?

Las TIC's en la gestión educativa ante la pandemia han mostrado una gran importancia para apoyar la toma de decisiones de millones de personas que se encuentran en la educación, estas son nuevas

estrategias de aprendizaje con sus alumnos.

Y es justo aquí en donde entran en juego nuestras competencias docentes, no podemos frenar la educación y es difícil parar nuestra vida, así que los docentes debemos poner nuestro esfuerzo para poder sacar adelante los aprendizajes esperados.

#### 4.2 Áreas de oportunidad

Los docentes debemos anclar en nuestras fortalezas y trabajar en nuestras áreas de oportunidad, pero ¿Cómo lo podríamos hacer?

- Primero es perder miedo a la tecnología y animarnos a probar nuevas herramientas.
- Ver los cambios como oportunidades.
- Cultiva la perseverancia y la determinación.
- Autoevalúa tu desempeño
- Pide ayuda a alguien más experimentado.

El apoyo directo de las instituciones educativas es un parte de los eslabones en las mejoras educativas, ellos gestionan los recursos para que docentes lleven a cabo capacitaciones que ayuden a la familiarización de las TICS con sus asignaturas, es de entenderse que hay factores que son un obstáculo en la actualización del quehacer docente, como el poco uso de las tecnologías, la edad, la poca disposición por aprender, entre otros.

#### 4.3 Necesidades

La comunidad estudiantil de cada nivel educativo genera una necesidad distinta, de acuerdo a las asignaturas que se imparten, no es lo mismo una clase de nivel básico como lo es kínder a una de nivel superior como una ingeniería, cada una tiene sus dificultades y necesidades, es trabajo del docente adaptar sus planes de estudio a las distintas plataformas ya mencionadas para poder generar una clase dinámica y acorde al nivel que se necesite.

Conforme la necesidad crece, junto con ellas salen las ventajas como son:

1. La interacción con personas de otras partes del mundo, donde las barreras geográficas no existen.
2. La información se diversifica y se traduce a diferentes idiomas, llegando a más personas.
3. Fomento del autoaprendizaje, los cursos online o moocs son los aliados en la formación con el uso de las TICS, cada usuario puede estudiar a su propio ritmo y en el horario que le convenga, ahorrando tiempo y dinero.
4. Habilidades de investigación, se trabaja la habilidad de buscar información confiable en la red.
5. Proactividad, cada alumno es responsable de su aprendizaje y el docente toma el papel de guía en el proceso.
6. De igual manera podemos encontrar varias desventajas en el uso de estas herramientas como lo son:
7. Distractores, siendo el abuso de las redes sociales una de las principales en el proceso de aprendizaje.
8. Interacción Humana, es nula debido a que todo contacto es a través de web cam, chats de las plataformas o foros de intercambios de ideas.

9. No accesibilidad, desgraciadamente el acceso a las redes de comunicación no es para todos, aún contamos con zonas marginadas, en las que el internet es una realidad lejana e incluso la energía eléctrica, así como un dispositivo electrónico, lo cual impide el aprendizaje con el uso de las TICS.

#### 4.4 Abuso de las nuevas tecnologías,

Organización Mundial de la Salud (OMS) reveló que una de cada cuatro personas padece trastornos asociados a las nuevas tecnologías, entre los que se destacan: síndrome del túnel carpiano, problemas de audición, de salud mental, sobrepeso, lesiones en el sistema nervioso, enfermedades visuales e incluso adicción.

Implementar el uso de las TICS en las aulas es un proceso que genera nuevas formas de adaptación, así como la planificación y la capacitación tanto de docentes como alumnos.

Sin embargo, somos docentes y llevamos en la vocación el espíritu innovador, siempre tratando de dar lo mejor de nosotros no importando las circunstancias, adaptando las metodologías, recursos y estrategias didácticas para nuestras clases aunque éstas sean virtuales, tenemos el poder de traspasar una pantalla y así llegar al corazón de cada uno de los estudiantes con los que estamos; nuestra finalidad es generar aprendizajes, desarrollar habilidades y fomentar actitudes que lleven a cada uno de nuestros estudiantes a dar lo mejor de sí mismos, sin duda aún hay mucho por mejorar y hacer, pero si cada uno rompe con las barreras que limitan y anclamos en nuestras fortalezas entonces podremos y seremos capaces de llegar más lejos; los desafíos no son más que una prueba más para demostrar que un buen docente puede adaptarse al cambio, renovarse y buscar la mejor manera de enseñar; dejemos los “pero” para después es tiempo de accionar, el mundo está avanzando y cambiando constantemente y la educación debe hacerlo también para garantizar y seguir reafirmando que somos el medio idóneo para cambiar vidas, un entorno, una sociedad y movilizar un país.

La educación a distancia no es una visita, llegó para quedarse; aprovechemos y saquemos la mejor versión de nosotros mismos, sigamos preparándonos para ser guías que motiven a sus estudiantes, fomentemos el que sean aprendices de por vida y se sumen al cambio que el mundo necesita, como dijo Nelson Mandela “La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”

### Referencias

- UNESCO. (2019). La educación en situaciones de crisis. octubre 30, 2020, de UNESCO Sitio web: <https://es.unesco.org/themes/educacion-situaciones-crisis>
- Téllez Alarcía, Diego (2015). Plague Inc.: Pandemias, Videojuegos Y Enseñanza-Aprendizaje De Las Ciencias Sociales. Enseñanza de las Ciencias Sociales, (14),135-142.[fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020].
- Sánchez Duarte, Esmeralda (2008). Las Tecnologías De Información Y Comunicación (Tic) Desde Una Perspectiva Social. Revista Electrónica Educare, XII (), 155-162. [Fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020].
- Castro, Santiago, & Guzmán, Belkys, & Casado, Dayanara (2007). Las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Lauros, 13(23),213-234.[fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020]. ISSN: 1315-883X.
- López Domínguez, Hilda y Carmona Vázquez, Héctor (2017). El uso de las TIC y sus implicaciones en el rendimiento de los alumnos de bachillerato. Un primer acercamiento. La educación en la sociedad del conocimiento, 18 (1), 21-38. [Fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020].
- Sierra Llorente, José y Bueno Giraldo, Isidro y Monroy Toro, Stella (2016). Análisis del uso de las tecnologías TIC por parte de los docentes de las Instituciones educativas de la ciudad de Riohacha. Omnia, 22 (2), 50-64. [Fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020]. ISSN: 1315-8856.
- Henao-Kaffure, Lilibiana (2010). El concepto de pandemia: debate e implicaciones a propósito de la pandemia de influenza de 2009. Revista Gerencia y Políticas de Salud, 9(19),53-68.[fecha de Consulta 14 de Agosto de 2020]. ISSN: 1657-7027. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=545/54519045005>
- Secretaría de Educación Pública. (2019). ORIENTACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN ESCUELAS DE EDUCACIÓN BÁSICA. octubre 30, 2020, de seslp Sitio web: [http://www.seslp.gob.mx/consejostecnicosescolares/2017/doctosdeconsulta/Manual\\_Orientaciones\\_SisAT.pdf](http://www.seslp.gob.mx/consejostecnicosescolares/2017/doctosdeconsulta/Manual_Orientaciones_SisAT.pdf)
- Laura García. (2020). Coronavirus. Educación y uso de tecnologías en días de pandemia. Agosto 13, 2020, de Ciencia UNAM Sitio web: <http://ciencia.unam.mx/leer/1006/educacion-y-uso-de-tecnologias-en-dias-de-pandemia>
- Jesús Adriano. (2020). La brecha digital en la educación ante el COVID-19. Agosto 13, 2020, de Pluma invitada Sitio web: <https://www.educacionfutura.org/la-brecha-digital-en-la-educacion-ante-el-covid-19/>
- Aguilar, R. (2020). Sin televisión o internet en comunidades de Guerrero durante regreso a clases. octubre 30, 2020, de imagen radio Sitio web: <https://www.imagenradio.com.mx/sin-television-o-internet-en-comunidades-de-guerrero-durante-regreso-clases>
- Universidad de la Rioja. (2020). El uso de las redes sociales en Educación: consideraciones para sacarle el máximo partido. octubre 30, 2020, de UNIR Sitio web: <https://www.unir.net/educacion/revista/redes-sociales-educacion/>
- UNESCO. (2020). La educación en América Latina y el Caribe ante la COVID-19. octubre 30, 2020, de UNESCO Sitio web: <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/covid-19-education-alc/medios>
- Etxeberri, J.M. y J.A. Blanco Gorrichó. "Un método óptimo para la extracción de proteínas del mero en Bilbao," *Revista Castellana* (en línea), Vol. 2, No. 12, 2003, consultada por Internet el 21 de abril del 2004. Dirección de internet: <http://revistacastellana.com.es>.
- Puebla Romero, T., C. Dominguini y T. T. Micrognelli. "Situaciones inesperadas por el uso de las ecuaciones libres en la industria cocotera," *Congreso Anual de Ingeniería Mecánica*, Instituto Tecnológico y Científico Gatuno, 17 de Abril de 2005.
- Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," *Transactions of ESMA*, Vol. 15, No. 30, 2007.
- Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," *Interfaces*, Vol. 5, No. 3, 2003.



### **Apéndice**

#### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Son necesarias las Tic's en la educación?
2. ¿Es viable la educación a distancia?
3. ¿El uso de las redes sociales de un método efectivo para continuar la educación?
4. ¿El impacto del COVID ha sido de gran magnitud en la educación?

# El Uso del Transporte Público Concesionado ante la Pandemia del Covid-19

Vanessa Pérez Salinas<sup>1</sup>, Lizbeth Colula Méndez<sup>2</sup>, Ing. Juan Alberto Bernal Soriano<sup>3</sup>

**Resumen**—El uso del transporte público a pesar de ser un servicio indispensable para la población se ha visto afectado desde comienzos del mes de abril del año 2020 cuando la población tuvo que resguardarse en sus hogares, lo cual fue desfavorable para los concesionarios de unidades de transporte público viéndose reflejado en sus ingresos. El presente artículo mediante un análisis cuantitativo muestra los resultados de una simulación utilizando el Método de Montecarlo, con respecto al uso del transporte concesionado en escenarios antes de la pandemia y durante la pandemia. Los hallazgos de este estudio ayudaran a que los concesionarios comparen la situación que se ha vivido en el transporte público y puedan realizar una toma de decisiones más acertada para lograr mantener sus unidades en movimiento, permitiendo aumentar sus ingresos actuales.

**Palabras clave**— concesionarios, transporte público, pandemia, usuarios, movilidad, simulación, Monte Carlo

## Introducción

La pandemia de coronavirus (Covid-19) trajo consigo el confinamiento de la población lo cual disminuyo el aforo de usuarios en el transporte público, de acuerdo con un estudio en la Ciudad de México, el uso del transporte público según la data y estadística de la plataforma Moovit, ha ido notoriamente a la baja hasta llegar a una disminución del 63.9% en su ocupación es decir, 36.1% de uso (Armenta, 2020). En la actualidad el transporte público es la vía de movilidad más utilizada de la CDMX por la población debido a su costo y disponibilidad, por eso se considera un servicio esencial ya que muchas personas dependen de este para trasladarse a sus destinos, para todas aquellas personas que no cuentan con automóvil propio para movilizarse.

Por otra parte, es importante mencionar que la disminución de usuarios en el transporte público durante la pandemia afecta directamente al concesionario, los cuales han buscado alternativas para mantener sus unidades en circulación.

## Descripción del Método

En este trabajo se realizó una simulación con el Método de Monte Carlo. Podemos tomar la siguiente definición de simulación según Espíndola “ Una simulación es la representación, lo más cercana posible a la realidad, de una situación problemática” (ESPÍNDOLA CASTRO, 2005).

Las representaciones gráficas no tienen por qué ser estáticas. En los problemas que implican movimiento, la estrategia de hacer simulaciones suele ser muy eficaz; de hecho, algunos consideran la simulación como la forma más potente de plantear problemas tanto de tipo estructurado como de tipo no estructurado (ESPÍNDOLA CASTRO, 2005).

La idea básica de la simulación Monte Carlo es la construcción de un dispositivo experimental, o simulador, que “actuará como” (simulará) el sistema de interés en ciertos aspectos importantes, de una manera rápida y redituable (EPPEN, 2000), el objetivo consiste en crear un entorno en el cual se pueda obtener información sobre posibles acciones alternativas a través de la experimentación (EPPEN, 2000).

En un modelo de simulación Monte Carlo, los valores de las variables de decisión son entradas. El modelo evalúa la función objetivo en relación con un conjunto particular de valores. Los modelos de simulación se utilizan a menudo para analizar una decisión bajo riesgo; esto es, un modelo en el cual el comportamiento de uno o más de los factores no se conoce con certeza. En estos casos el factor que no se conoce con certeza se considera una variable aleatoria. El comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante una distribución de probabilidad (EPPEN, 2000).

Los modelos de simulación normalmente no se diseñan para encontrar soluciones óptimas o mejores, como se hace en la programación lineal y en el análisis de decisiones. En su lugar, se evalúan diversas alternativas propuestas y se

<sup>1</sup> Vanessa Pérez Salinas, es estudiante de la Licenciatura en Ingeniería en gestión empresarial del Tecnológico Nacional de México, Plantel Instituto Tecnológico de Iztapalapa, Av. Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, [1171080199@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:1171080199@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Lizbeth Colula Méndez, es estudiante de la Licenciatura en Ingeniería en gestión empresarial del Tecnológico Nacional de México, Plantel Instituto Tecnológico de Iztapalapa, Av. Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez. [1171080200@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:1171080200@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Ing. Juan Alberto Bernal Soriano, es Profesor del Instituto Tecnológico de Iztapalapa, Av. Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, [juan.bs@itiztapalapa.edu.mx](mailto:juan.bs@itiztapalapa.edu.mx)

toma una decisión con base en la comparación de los resultados. En otras palabras, se evalúa el rendimiento de un sistema previamente especificado (Harold Bierman, Bonini, & Hausman, 1997).

La mayor parte de las simulaciones se llevan a cabo en hojas de cálculo, debido a que el número de cálculos requeridos sobrepasa pronto las capacidades humanas (Harold Bierman, Bonini, & Hausman, 1997). Las simulaciones se pueden llevar a cabo con la hoja de cálculo sola “sin la ayuda de software complementario especial”, es por ello que para analizar el comportamiento del caso en estudio “el uso del transporte público concesionado ante la pandemia del covid-19” se va a utilizar solo la herramienta de Excel para realizar la simulación de los escenarios antes de la pandemia y en pandemia, a continuación, se describen las fases o pasos que se siguieron durante el método de Monte Carlo para este artículo:

Primeramente, se tomaron los datos del número de unidades de transporte concesionadas en una ruta determinada las cuales 5 son el mínimo y 25 el máximo por día, al igual que el número de usuarios que utilizan este tipo de transporte donde el mínimo son 225 y el máximo 1125 por día, proponiendo una probabilidad de que ocurrieran esos casos, todo ello se plasmó en 2 tablas para el escenario antes de la pandemia que se muestran a continuación:

La Tabla 1 describe los clústeres que se tomaron respecto a la cantidad de unidades de transporte, la selección se refirió las unidades disponibles según a la demanda por día.

En la Tabla 2 se consideró la misma probabilidad, tomando en consideración el mínimo y máximo de usuarios que utilizan el transporte durante una vuelta completa en la ruta.

No. Unidades de transporte concesionadas	Probabilidad
5	5%
10	10%
15	20%
20	40%
25	25%
	100%

**Tabla 1.** Unidades propuestas de transporte concesionadas por día con la probabilidad que estén en funcionamiento.

**Fuente:** Elaboración propia

No. de usuarios	Probabilidad
225	5%
450	10%
675	20%
900	40%
1125	25%
	100%

**Tabla 2.** No. de usuarios propuestos por día con la probabilidad que utilicen el transporte concesionado.

**Fuente:** Elaboración propia.

Después se propusieron las tablas de intervalos en relación con tabla 1 y 2 como se muestra a continuación: La tabla 3 nos muestra los límites inferiores y superiores sobre el uso de transporte concesionado al día, y la Tabla 4 al igual nos muestra los límites inferiores y superiores sobre el número de usuarios al día.:

LI	LS	No. Uds transporte concesionado
0%	5%	5
5%	15%	10
15%	35%	15
35%	75%	20
75%	100%	25

**Tabla 3.** Unidades de transporte concesionadas por día con probabilidades acumuladas.

**Fuente:** Elaboración propia.

LI	LS	No. de usuarios
0%	5%	225
5%	15%	450
15%	35%	675
35%	75%	900
75%	100%	1125

**Tabla 4.** No. de usuarios por día con probabilidades acumuladas.

**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el promedio de los ingresos de una semana obtenidos de la Tabla 1 a la Tabla 4, aplicando una simulación de Monte Carlo con números aleatorios de acuerdo con 10 corridas, tomando en cuenta que el pasaje promedio del transporte concesionado es de 5 pesos mexicanos, como se muestra en la Tabla 5.

Día	Número de Corridas en una semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	\$ 112,500.00	\$ 67,500.00	\$ 45,000.00	\$ 84,375.00	\$ 112,500.00	\$ 67,500.00	\$ 112,500.00	\$ 90,000.00	\$ 67,500.00	\$ 90,000.00
2	\$ 90,000.00	\$ 112,500.00	\$ 67,500.00	\$ 22,500.00	\$ 28,125.00	\$ 84,375.00	\$ 112,500.00	\$ 67,500.00	\$ 67,500.00	\$ 84,375.00
3	\$ 84,375.00	\$ 33,750.00	\$ 90,000.00	\$ 67,500.00	\$ 84,375.00	\$ 67,500.00	\$ 67,500.00	\$ 84,375.00	\$ 22,500.00	\$ 140,625.00
4	\$ 112,500.00	\$ 33,750.00	\$ 45,000.00	\$ 67,500.00	\$ 90,000.00	\$ 90,000.00	\$ 33,750.00	\$ 90,000.00	\$ 33,750.00	\$ 67,500.00
5	\$ 67,500.00	\$ 50,625.00	\$ 140,625.00	\$ 112,500.00	\$ 140,625.00	\$ 67,500.00	\$ 112,500.00	\$ 112,500.00	\$ 45,000.00	\$ 84,375.00
6	\$ 84,375.00	\$ 84,375.00	\$ 50,625.00	\$ 112,500.00	\$ 90,000.00	\$ 90,000.00	\$ 67,500.00	\$ 56,250.00	\$ 67,500.00	\$ 90,000.00
7	\$ 67,500.00	\$ 33,750.00	\$ 84,375.00	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00	\$ 90,000.00	\$ 84,375.00	\$ 67,500.00	\$ 90,000.00	\$ 67,500.00
<b>Total Ingresos</b>	\$ 618,750.00	\$ 416,250.00	\$ 523,125.00	\$ 511,875.00	\$ 590,625.00	\$ 556,875.00	\$ 590,625.00	\$ 568,125.00	\$ 393,750.00	\$ 624,375.00

**PROMEDIO INGRESOS SEMANALES \$ 539,437.50**

**Tabla 5.** Simulación de Monte Carlo con números aleatorios.

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla 5 nos muestra el total de ingresos sobre las 10 corridas obtenidas en una semana, teniendo como referencia que el promedio de ingresos semanales es de \$539,437.50 por las 25 unidades trabajando.

Ahora con referencia al escenario de pandemia se muestra la disminución de las unidades de transporte concesionadas y el número de usuarios, manteniendo las probabilidades utilizadas en el escenario anterior.

La Tabla 6 describe el número de unidades de transporte concesionadas en una ruta determinada, la selección se refirió a las unidades disponibles según a la demanda, teniendo como mínimo 2 unidades y máximo 10 unidades trabajando al día.

En la Tabla 7 se consideró la misma probabilidad, tomando en consideración el mínimo y máximo de usuarios que utilizan el transporte durante una vuelta completa por día en la ruta en escenario de pandemia.

No. Unidades de transporte concesionadas	Probabilidad
2	5%
4	10%
6	20%
8	40%
10	25%
	100%

No. de usuarios	Probabilidad
50	5%
100	10%
150	20%
200	40%
250	25%
	100%

**Tabla 6.** Unidades de transporte concesionadas por día con la probabilidad que estén en funcionamiento en escenario de pandemia.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 7.** No. de usuarios por día con la probabilidad que utilicen el transporte concesionado.

**Fuente:** Elaboración propia.

LI	LS	No. Uds transporte concesionado
0%	5%	2
5%	15%	4
15%	35%	6
35%	75%	8
75%	100%	10

**Tabla 8.** Unidades de transporte concesionadas por día con probabilidades acumuladas en escenario de pandemia.

**Fuente:** Elaboración propia

LI	LS	No. de usuarios
0%	5%	50
5%	15%	100
15%	35%	150
35%	75%	200
75%	100%	250

**Tabla 9.** No. de usuarios por día con probabilidades acumuladas en escenario de pandemia.

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla 8 nos muestra los límites inferiores y superiores sobre el uso de transporte concesionado al día, y la Tabla 9 al igual nos muestra los límites inferiores y superiores sobre el número de usuarios al día.

Día	Número de Corridas en una semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	\$ 3,000.00	\$ 7,500.00	\$ 8,000.00	\$ 12,500.00	\$ 10,000.00	\$ 4,000.00	\$ 10,000.00	\$ 4,500.00	\$ 8,000.00	\$ 10,000.00
2	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 6,000.00	\$ 10,000.00	\$ 7,500.00	\$ 10,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
3	\$ 6,000.00	\$ 8,000.00	\$ 7,500.00	\$ 5,000.00	\$ 4,000.00	\$ 7,500.00	\$ 4,500.00	\$ 8,000.00	\$ 10,000.00	\$ 4,000.00
4	\$ 4,000.00	\$ 2,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 8,000.00	\$ 10,000.00	\$ 12,500.00	\$ 2,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00
5	\$ 8,000.00	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 8,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 6,000.00	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
6	\$ 6,000.00	\$ 8,000.00	\$ 2,500.00	\$ 4,500.00	\$ 4,500.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 7,500.00	\$ 4,000.00
7	\$ 10,000.00	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00	\$ 8,000.00	\$ 10,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 7,500.00	\$ 2,500.00
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$ 49,500.00</b>	<b>\$ 46,000.00</b>	<b>\$ 46,000.00</b>	<b>\$ 54,000.00</b>	<b>\$ 54,000.00</b>	<b>\$ 55,500.00</b>	<b>\$ 59,000.00</b>	<b>\$ 42,500.00</b>	<b>\$ 50,000.00</b>	<b>\$ 40,500.00</b>

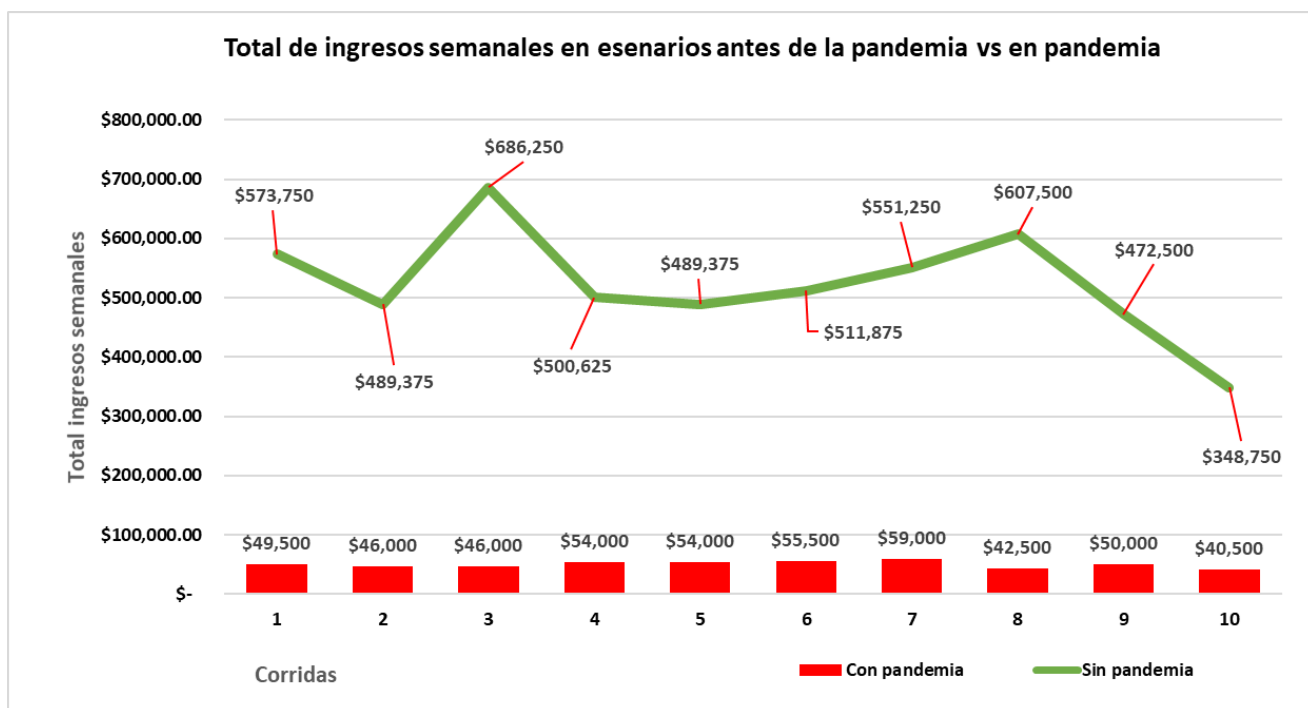
**PROMEDIO INGRESOS SEMANALES \$ 49,700.00**

**Tabla 10.** Simulación de Monte Carlo con números aleatorios en escenario de pandemia.

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla 10 nos muestra el total de ingresos sobre las 10 corridas obtenidas en una semana, teniendo como referencia que el promedio de ingresos semanales es de \$49,700.00 por las 10 unidades trabajando.

Para finalizar la Simulación de Monte Carlo aplicada en Excel, se resuelve y se obtuvo el gráfico 1, el cual nos indica la comparación entre los ingresos semanales de 10 corridas del transporte concesionado en escenario antes de la pandemia y en de pandemia.



**Gráfico 1.** Comparación de los ingresos semanales del transporte concesionado en 10 corridas. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Grafico 1, existe una disminución significativa de ingresos semanales de 10 corridas durante el escenario de pandemia esto aunado a la disminución de uso por parte de la población del transporte público, en la corrida número 3 se muestra el máximo de ingresos en escenario antes de la pandemia \$686,250 durante 1 semana, mientras que en escenario durante la pandemia se obtuvieron \$46,000 de ingresos semanales, teniendo los concesionarios una pérdida de ingresos sumamente caótica a la semana de \$640,250

### Comentarios Finales

#### *Conclusiones*

Este análisis de simulación de Monte Carlo nos arrojó las notables pérdidas de ingresos que han sufrido los concesionarios de transporte público como lo vemos en la tabla 5, donde el promedio de ingresos semanal en escenario antes de la pandemia fue de \$523,125.00, mientras que en la tabla 10 se observa que el promedio semanal de ingresos durante la pandemia es de \$49,700.00, de esta manera se confirma la reducción del uso de transporte público por parte de la población.

Por lo tanto, se determinó que dentro de la crisis económica derivada de la pandemia Covid-19, la problemática por no tener usuarios que utilicen el servicio público, así como la reducción de unidades de transporte recomendada por el Gobierno de la Ciudad de México afecta los ingresos de los concesionarios, los cuales deben tomar decisiones acertadas para poder recuperarse de esta crisis y al mismo tiempo seguir con las medidas de seguridad para las personas que utilizan este servicio.

#### *Recomendaciones*

Es de importancia considerar que actualmente los concesionarios deben empezar a implementar estrategias que los ayuden a salir adelante en esta crisis económica y prevenir cualquier situación parecida que pueda llegar a ocurrir, una de ellas y la más importante puede ser adoptar el modelo de empresas operadoras de corredores de transporte, lo cual permite que las unidades en operación cubran la demanda de los usuarios y por consecuencia se economiza en combustibles y salarios de los operadores y mecánicos, esto puede ayudarles a sobre llevar las pérdidas en caso de cualquier escenario de dificultad para sus unidades de transporte.

### I. REFERENCIAS

- Armenta, M. H. (03 de abril de 2020). *Forbes*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/data-asi-se-ha-comportado-el-uso-del-transporte-publico-en-cdmx-ante-la-pandemia/>
- EPPEN, G. D. (2000). *Investigación de Operaciones en la Cuiencia Administrativa* (QUINTA EDICION 2000 ed.). México: PRENTICE-HALL. Recuperado el 29 de Julio de 2021
- ESPÍNDOLA CASTRO, J. L. (2005). *Análisis de problemas y toma de decisiones*. (Tercera Edición ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 30 de Julio de 2021
- Harold Bierman, J., Bonini, C. P., & Hausman, W. H. (1997). *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*. McGRAW-HILL.



# Sistema Experto para la Mejora de la Comunicación y el Aprendizaje

MTE. Miguel Ángel Piedras Morales<sup>1</sup>, Rodolfo Juárez Martínez<sup>2</sup>  
y Van der Rohe Barbosa Ramírez<sup>3</sup>

**Resumen**— Con el fin de mejorar el entorno de aprendizaje y comunicación de los estudiantes con discapacidad intelectual, se puso en marcha el desarrollo de un software capaz de brindarle un entorno de comunicación sencilla y muy completa a cada uno de estos estudiantes.

Este artículo es un compendio de mejoras estructurales, refactorización de código y desarrollo de algoritmos para consultas de una base de datos no relacional, de manera que la interacción de los usuarios sea sencilla y brinde resultados confiables en tiempos de respuesta cortos, con base a los conocimientos de materias clave que forman parte del Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

**Palabras clave**— Sistema, Sistemas, Educación, Software, Discapacidad

## Introducción

A lo largo de este documento se dará a la tarea de englobar el desarrollo e implementación de un sistema capaz de brindarle al usuario un entorno de comunicación, que se apoye en la inteligencia artificial, un sistema experto. El primer paso para tratar este tema es comprender que cualquier sistema experto se define por el área o dominio que este posee y generalmente las prestaciones para la solución de un problema o automatización de sus valores de entrada. Para ello se enlistan las funciones que contendrá dicho proyecto en este documento, así como el desarrollo de cada una de ellas.

En el ámbito educativo, una de las fuertes preocupaciones de los docentes es la toma de decisiones en torno a la forma de ejecutar el proceso didáctico desde el planteamiento específico de su planificación. En este sentido, muchas han sido las propuestas sobre la forma de planificar la acción educativa, las estrategias que se pueden aplicar y los modelos que se pueden adoptar. Sin embargo, este proceso sigue resultando un camino de difíciles pruebas, dado el número de variables a considerar a la hora de apropiarse de algunas de estas propuestas metodológicas. Existe la necesidad de hacer más eficiente la toma de decisiones sobre los modelos instruccionales, apoyándose de las potencialidades que tienen las TIC's y los avances en las técnicas de la Inteligencia Artificial, que están dirigidos al desarrollo de programas computarizados, que emulan los procesos del pensamiento humano utilizando estructuras que contienen conocimiento y la experiencia de los expertos humanos, por lo tanto con el desarrollo de este sistema se busca brindar ese entorno de conocimiento a los usuarios..

## Descripción del Problema

En el ámbito educativo, una de las fuertes preocupaciones de los docentes es la toma de decisiones en torno a la forma de ejecutar el proceso didáctico desde el planteamiento específico de su planificación. En este sentido, muchas han sido las propuestas sobre la forma de planificar la acción educativa, las estrategias que se pueden aplicar y los modelos que se pueden adoptar, sin embargo, este proceso sigue resultando un camino de difíciles pruebas, dado el número de variables a considerar a la hora de apropiarse de algunas de estas propuestas metodológicas.

Para definir el escenario de la instrucción, el docente debe plantearse una serie de interrogantes, opciones y propuestas pertinentes, y tomar luego una decisión tendiente a favorecer el proceso de aprendizaje de sus estudiantes, pero en la mayoría de los casos, acude a sus variables más cercanas: la subjetividad empírica y la base de sus experiencias, para ejecutar la acción pedagógica. Esto, aunque pueda resultar eficiente, puede no serlo de manera

<sup>1</sup> El MTE. Miguel Ángel Piedras Morales es Profesor en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, México, México. [mte.miguelp@tesci.edu.mx](mailto:mte.miguelp@tesci.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Rodolfo Juárez Martínez es Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, México, México [163107093@tesci.edu.mx](mailto:163107093@tesci.edu.mx)

<sup>3</sup> Van der Rohe Barbosa Ramírez es Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, México, México [163107180@tesci.edu.mx](mailto:163107180@tesci.edu.mx)

efectiva y no brindarle a su praxis un contexto sistematizado llevado por criterios más formales que garanticen el logro de los objetivos didácticos.

Desde este contexto, la toma de decisiones sobre los modelos de enseñanza o modelos instruccionales se convierte en un proceso de especial atención en el ámbito de la planificación educativa, pues las responsabilidades de docentes y alumnos quedan claramente definidas en un marco de acción validado.

### Objetivo General

Elaborar una propuesta, basada en la Ingeniería del Conocimiento, para el desarrollo de un sistema experto que recomendó el docente, donde existan modelos de enseñanza e implementación de la actividad didáctica.

### Objetivos Específicos

- Desarrollo de una aplicación web que permita generar un listado de palabras para estructurar una frase.
- Desarrollo de una base de datos para el almacenamiento de frases estructuradas con los listados de palabras.
- Generación de una interfaz de “uso” para realizar un manejo didáctico en torno a la estructura sintáctica de las frases y el compendio de imágenes para estructurar las mismas.
- Implementar herramientas de visualización, dinamismo e intuición.
- Manejo de consultas estructuradas conforme a las interacciones presentadas.

### Justificación

En virtud de que la Inteligencia Artificial proporciona herramientas y técnicas que permiten con un sistema basado en conocimiento, enfrentar problemas asociados a la toma de decisiones, se pretende con este trabajo, el desarrollo de un sistema experto que, posterior a la evaluación de diferentes criterios o variables, le proponga al estudiante un modelo dinámico aplicable a su propia habilidad de retención y estructura gramatical. La propuesta de un proyecto ligado a las habilidades del estudiante y al ámbito de la Inteligencia Artificial en la educación, con sistemas basados en conocimiento o sistemas expertos, viene a constituirse en un apoyo permanente al alumno y representa una respuesta orientada a la eficiente la toma de decisiones sobre los modelos de enseñanza y las estrategias didácticas a implementar durante las sesiones de clases.

### Desarrollo de la base de datos

Para el desarrollo de este software sé necesito de la ayuda de la instalación de un servidor local la programación dada a lo largo de este sistema experto es una aplicación web montada en un servidor. Se desarrolló un entorno de base de datos en PHP con el fin de realizar una red neuronal. En la cual se respeta la metodología de desarrollo de un sistema experto para con sus bases de datos en este caso se llevó a cabo el levantamiento de una base de datos no relacional en el sistema gestor de base de datos de PHPMYADMIN. La estructura de dicha base de datos se presenta en la Figura 1.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar
<input type="checkbox"/> categories	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	29	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> images	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1,129	InnoDB	latin1_swedish_ci	144 KB	-
<input type="checkbox"/> interface	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> phrases	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	16	InnoDB	latin1_swedish_ci	32 KB	-
<input type="checkbox"/> test	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> words	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	889	InnoDB	latin1_swedish_ci	80 KB	-
<input type="checkbox"/> word_types	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	5	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<b>7 tablas</b>	<b>Número de filas</b>	<b>1,971</b>	<b>InnoDB</b>	<b>utf8mb4_0900_ai_ci</b>	<b>320 KB</b>	<b>0 B</b>

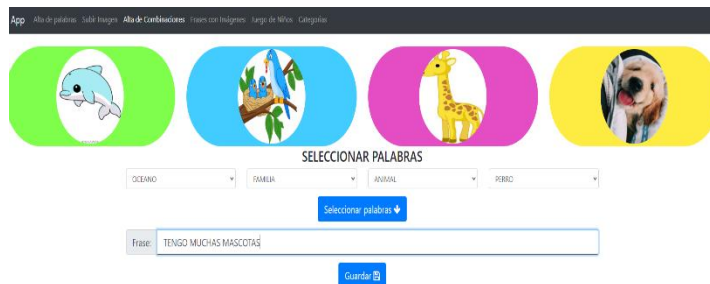
**Figura 1.** Estructura de la base de datos  
**Fuente:** Elaboración propia

### Funcionalidades del Software

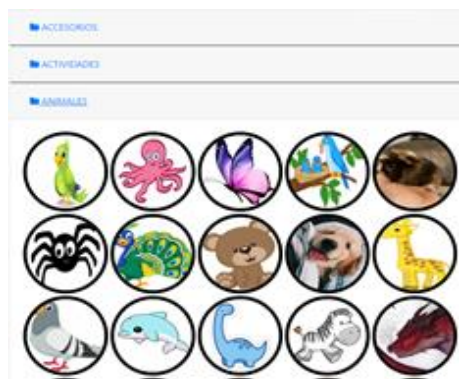
El sistema experto cuenta con un apartado el cual permite dar de alta de combinaciones con base a un catálogo de imágenes que el experto seleccione tenga la posibilidad de dar de alta frases significativas con las imágenes. Pues gracias a que cada imagen está relacionada a alguna categoría es posible realizar el alta de combinaciones.

Al seleccionar cuatro imágenes se desplegará un listado de palabras que se encuentran relacionadas con el entorno que se desee enseñarle al programa, como se muestra en la figura 2.

De esta manera es posible guardar una frase que represente la combinación de imágenes. Cabe resaltar que el algoritmo se basa en un modelo matemático de Regla de tres que se detallará a continuación. Pues al momento de realizar la consulta de las imágenes el estudiante tiene la capacidad y/o la opción de elegir al azar las mismas imágenes no necesariamente en el mismo orden para transmitir la misma idea, el modelo matemático le permite relacionar las imágenes y las veces que se repiten estas imágenes para que el usuario pueda estructurar la frase.



**Figura 2.** Alta de Combinaciones  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3.** Categorías de Imágenes.  
**Fuente:** Elaboración Propia

El sistema experto, cuenta con un apartado que va a permitir que el usuario seleccione alguna imagen que tenga almacenada dentro del ordenador y a su vez, relacionar dicha imagen a la categoría más adecuada que encaje con el tópico de la imagen, así como el listado de palabras para las cuales se va a relacionar. Este algoritmo programado permite categorizar todo el listado de imágenes acorde al tema perteneciente, ya sean temas de televisión, temas sobre comida y hasta temas relacionados con la comunicación básica. Las categorías se van almacenando en diferentes contenedores como los que se muestran en la figura 3.

### Regla de Laplace

A cada imagen se le asigna un compendio de palabras, cada palabra está dada de alta en la base de datos y le permite al software realizar las consultas de forma más rápida. En el siguiente punto se describirá de forma muy breve el uso de La regla de Laplace para con la impresión de resultados y el conteo del valor aleatorio que puede brindar al usuario.

La regla de Laplace se utiliza cuando se busca normalizar el resultado de un experimento al azar y no se puede predecir de antemano el resultado, por ejemplo, si se requiere obtener el resultado de un lanzamiento de moneda para calcular el valor probabilístico de este, es necesario ocupar la regla de Laplace especificada en la Figura 4.

$$\text{REGLA DE LAPLACE : } p(A) = \frac{\text{Casos favorables a que ocurra A}}{\text{Casos posibles}} = \frac{\text{Nº de elementos de A}}{\text{Nº de elementos de E}}$$

**Figura 4.** Regla de Laplace  
**Fuente:** Rafael Núñez Nogales. Bachillerato LOMCE.Tema 10. Probabilidad y Estadística.

Lo primero que hay que identificar dentro de la regla de Laplace es el espacio muestral del experimento aleatorio, por tanto, se ocupará el conjunto formado por todos los resultados que se pueda obtener al realizar el experimento (En este caso todas las combinaciones posibles que se pueden realizar con las imágenes o las palabras guardadas).

El siguiente factor que se debe considerar para utilizar la regla de Laplace, es el suceso aleatorio, qué es el conjunto formado por todos los Sucesos que pueden ocurrir dentro del experimento aleatorio (en este caso el parámetro de repetición de imágenes en la combinación).

El último punto por tratar será la probabilidad de un suceso aleatorio, teniendo en consideración todos los posibles sucesos que pueden aparecer como casos favorables sí se realizan los 2 puntos anteriores (en este caso las oraciones que se dan como sugerencia a la hora de completar el juego).

La probabilidad de los sucesos se indica en la fórmula que vimos anteriormente, es decir se divide el número de elementos posibles entre el número de elementos posibles B.

En este caso el valor que contiene la imagen de guardado (ID) y la palabra a la que la imagen está relacionada. El algoritmo implementado a nivel código fuente se muestra en la Figura 5.

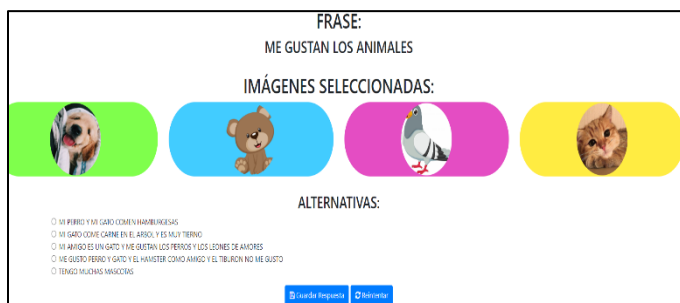
```
// Probabilidad. Regla de Laplace
function getProbabilityByPhrase($phrases){
    $probability = 0;
    $allProbabilities;
    $ids = array();
    $max = 0;
    $mejorCoincidencia = array();

    for($i=0; $i<count($phrases);$i++){
        $probability = $phrases[$i]["results"]/count($phrases);
        $ids[] = array("id" => $phrases[$i]["id"], "phrase" => $phrases[$i]["phrase"], "probability" => $probability);
    }
    for($j=0; $j<count($ids); $j++){
        if($ids[$j]["probability"]>$max){
            $max=$ids[$j]["probability"];
            $mejorCoincidencia = $ids[$j];
        }
    }
    return $mejorCoincidencia;
}
// Fin de Probabilidad. Regla de Laplace
```

**Figura 5.** Regla de Laplace en Código Fuente: Elaboración propia

*Resultados del Sistema Experto*

El resultado final del sistema experto la frase que manda en letras grandes en la parte superior del centro es lo que contiene el valor calculado probabilístico más elevado de coincidencia, todas las demás frases son los sucesos posibles que arroja el cálculo realizado en el arreglo con la regla de Laplace representado en la figura 6. Un punto que hay que tener en consideración y también se encuentra programado dentro del código de este software es el suceso imposible aquel que nunca ocurre y nunca se puede obtener en este caso tendría que ser una selección de imágenes que no se encuentra dado de alta en la base de datos y por lo tanto no se presentará en el software ningún tipo de resultado hasta que se haga la alta de este conocimiento, tal como se muestra en la figura 7.



**Figura 6.** Resultado del Sistema Experto. Fuente: Elaboración Propia



**Figura 7.** Suceso Imposible Fuente: Elaboración Propia

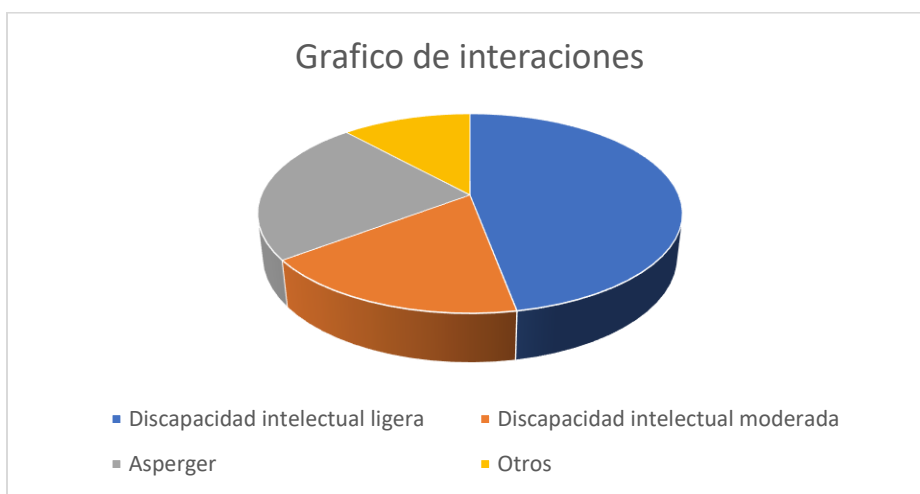
### *Funcionamiento del aprendizaje del sistema experto*

El algoritmo cuenta con un funcionamiento que le permite aprender con base a las interacciones que tiene con el usuario o los usuarios, al existir una lógica de programación en la base de datos y en el algoritmo del software el usuario tiene la posibilidad de estructurar lo que se entiende por conocimiento dentro del funcionamiento del programa; esto se realiza mediante una regla de interacción calculada, dicha regla se ve definida en el paradigma de programación orientada a objetos y funcional; basadas en la correlación que existe entre los valores que ingresa un usuario y el valor que se muestra una vez se completa el proceso del algoritmo, a su vez también se cuenta con objetos de interacción de la programación orientada a objetos que se puede categorizar como aprendizaje del programa.

### *Análisis Poblacional*

Dentro de un propio entorno de desarrollo estudiantil se puso en marcha un análisis poblacional de los alumnos participantes del proyecto con el sistema experto, se tuvieron en consideración los tiempos pertinentes para el desarrollo de este proyecto y únicamente se pudo dar seguimiento de uso con unos cuantos estudiantes con discapacidad intelectual ligeramente moderada y discapacidad intelectual moderada, así como la participación de un alumno con Asperger; dentro de la institución se manejan otros tipos de niveles para la discapacidad intelectual pero se aclaró desde el comienzo del desarrollo de este proyecto que la implementación de este software se enfoca a los dos grupos mencionados previamente.

En total se realizaron 6 visitas durante el desarrollo del proyecto de las cuales una media de 3 a 4 alumnos participaron en el uso e interacción con el software, a su vez cada uno de los estudiantes formaba parte de un grupo o nivel como se menciona previamente, cada estudiante acotó aportaciones con sus interacciones en el software, dichas interacciones se muestran en la figura 8.



**Figura 8.** Gráfico de Interacciones  
**Fuente:** Elaboración propia

Cabe mencionar que se realizaron actualizaciones en el software con base a las interacciones realizadas, dicho total de alumnos que interactuaron con el software son un promedio de 16 a 20 alumnos en todo el transcurso del desarrollo del proyecto, mayor parte de los alumnos que interactuaron con el software mencionaron que era importante la visualización de imágenes y qué tan amigables estas se veían para ser seleccionadas, así como la variedad de imágenes que se encuentran dadas de alta en la galería, por lo mismo muchas acciones se realizaron para monitorear el comportamiento de un software a la hora de personalizarse con los gustos e intereses de los alumnos.

En su mayoría las categorías de películas, televisión y música fueron las más utilizadas y de las cuales nos fueron proporcionadas más opciones de interacción.

Con base en el análisis realizado acorde a estas interacciones nos dimos cuenta de que el software transmite ideas muy marcadas en los alumnos cómo lo pueden ser sus gustos por géneros musicales e incluso comida.

## Comentarios Finales

### *Resumen de Resultados*

Debido a la contingencia sanitaria que se presentó a nivel mundial fue muy difícil realizar mayores pruebas de uso para conceptualizar los resultados que se obtenían mediante el uso del software, no obstante basándonos en la primicia de adaptabilidad que posee un sistema experto se optó por desarrollar entonces herramientas que le permitan al sistema evolucionar acorde a los conocimientos del entorno en el cual fue implementado, como resultado se obtuvo la aplicación de competencias de la ingeniería en sistemas computacionales que nos permiten llevar a cabo la adaptabilidad de un software en un entorno realista, y permita enfocar los conocimientos que abarca el área de sistemas a un entorno deficiente, gracias al desarrollo de este software es posible que a largo plazo el sistema mismo se pueda adaptar a muchas de las funciones de los sistemas que existen allá afuera para volverlos más versátiles y útiles en un futuro, pensando más allá de los años la utilidad que los usuarios le den al sistema con base a las funciones programadas será de mayor beneficio. El uso que se le dé será acorde del propio conocimiento e información que el software ya posee, por eso se obtuvo como resultado la idea de que el software de conocimiento seguirá aprendiendo y seguirá creciendo, aunque ya no se le de soporte, debido al buen manejo estratégico que se le dio durante todas las fases de desarrollo.

### *Conclusiones*

Con este programa se tiene un entorno de aprendizaje basado en el desarrollo de una red neuronal de conocimiento, mientras más se usa más aprende el programa, pues el uso de la base de datos es muy extenso y permite el uso de un número de combinaciones muy elevado, por lo mismo este software va dirigido a personas que tienen ciertas discapacidades para comunicarse, este software busca impulsar el lazo comunicativo de esas personas y brindarles una herramienta dinámica pero completa para sus necesidades. Con base a lo aprendido en inteligencia artificial podemos desatacar que este programa hace gran uso de las estructuras de datos ocupadas en el desarrollo de Inteligencia Artificial y por lo mismo comprende los aprendizajes de la materia y los temas a tratar. Lo mismo que su adaptabilidad y funcionamiento van de la mano con el entorno del usuario y por lo mismo se le da un valor especial. Adicional, las pruebas de estrés a las que se sometió el aplicativo web fueron de utilidad ya que gracias a estas se pudieron encontrar posibles fallas de rendimiento que fueron mitigadas en su momento, así como aplicar en su mayor plenitud el paradigma de programación orientado a objetos.

## Referencias

- SEP. (2019). IGN EN SISTEMAS. 01/01/2021, de SEP Sitio web: <https://www.lerdo.tecnm.mx/ing-en-sistemas-computacionales>
- Miguel Ángel Martínez Sarmiento. (2006). ADMINISTRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN. México DF: Cengage learning.
- Kenneth C. Laudon. (1991). Sistemas de información gerencial. USA: PEARSON.
- Mario Piattini. (2002). Calidad de Sistemas de Información. España: RA-MA.
- Julie E. Kendall. (1998). Análisis y diseño de sistemas. USA: KENDALL & KENDALL.
- Kenneth C. Laudon. (1996). Administración de los sistemas de información: organización y tecnología. MEXICO: PHH.
- Marr, D., Ullman, Professor and Head of Department Shimon, & Poggio, T. A. (2010). Vision: A Computational Investigation Into the Human Representation and Processing of Visual Information. MIT Press.



# Aplicación de Ingeniería Industrial para la integración de Nuevo Modelo en Planta Automotriz

Francisco Agustín Poblano Ojinaga MA<sup>1</sup>, Ing. Brenda Pedroza Figueroa<sup>2</sup>,  
Ana Ernestina Poblano Ojinaga M.A<sup>3</sup>, Ing. Imelda de León Campos<sup>4</sup> y Karla Rocío Castillo Almanza<sup>5</sup>

**Resumen.** El mercado mundial automotriz exige innovación y vanguardia aplicada en el diseño y producción de vehículos con el fin de satisfacer al mercado mundial, que tienden a adquirir vehículos deportivos utilitarios (SUV). Para la Empresa automotriz alemana, representa cómo integrar la producción de nuevos modelos al proceso de manufactura actual. El propósito de este proyecto es el de incorporar nuevos modelos en la gama SUV a través de herramientas de Ingeniería Industrial como auditoría de procesos, balanceo de línea y simulación, alcanzando un cumplimiento de más del 80%, logrando el tiempo de proceso fuera menos al tiempo tacto, así como la reducción de desperdicios y el monitoreo de estándares ambientales, obteniendo un ahorro significativo en la compra de nuevas herramientas. Luego de aplicar los métodos, se observó que se cumple el plan de producción, la reducción de costos y se cumplen las especificaciones requeridas por cada país.

**Palabras clave**— Manufactura Esbelta, Metodología Seis Sigma, Tiempo tacto, Auditorías.

## Introducción

Hoy en día es imposible imaginar un mundo sin transporte, sin embargo, en la prehistoria, la forma de moverse no siempre fue como se conoce. El verdadero nacimiento y parteaguas de la industria automotriz se ve reflejado en dos grandes eventos históricos: el Fordismo y Toyotismo, los cuales marcan el inicio y evolución de la producción en serie a partir de la década de los cincuenta y sesentas del siglo XX, de acuerdo con Báez (2016). Como se menciona en el libro Salud mental y el sistema de producción citado anteriormente (Báez 2016), la empresa Ford fue la primera en poner en el mapa la manufactura vehicular al implementar el uso de la línea de montaje o la producción en bandas móviles, dando paso a la producción masiva en serie, disminuyendo costos de producción y dejando de lado la fabricación de forma artesanal.

Por otro lado, también contenido en el libro, se encuentra la aportación de la empresa Toyota al final de la segunda guerra mundial, la cual propone una producción ajustada, con maquinaria flexible para productos variados, la reducción de los defectos y la integración de los procesos de fabricación. Siendo estos dos acontecimientos de gran impacto, las diferentes empresas automotrices empezaron a incursionar en el ensamblaje en serie de autos, sistema de ensamble que aún es utilizado en la actualidad. Con las necesidades y exigencias del mundo globalizado, la industria automotriz debe adaptarse a ellas para sobrevivir.

Por estas constantes necesidades de cambio que las tendencias guían hacia la producción de autos SUV (Sport Utility Vehicle), acrónimo que se le da a las “camionetas que combinan elementos de autos todo terreno y automóviles de turismo” (VW 2020). Que, además, cuenta con características especiales como ser ligera, con capacidad de remolque, construida en plataformas de tracción delantera, integral o en las 4 ruedas y con espacio cómodo; combinando las cualidades más representativas de los autos en uno solo.

La planta automotriz donde se implementaron las mejoras, cuenta con diversas líneas de ensamble compartidas por más de un modelo de producción, es por eso que el objetivo fue integrar los nuevos modelos de autos sin alterar la programación existente y cumpliendo con los requisitos y legislaciones de cada país.

<sup>1</sup> Francisco Agustín Poblano Ojinaga MA es Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México. I.T. La Laguna. Torreón, Coahuila, México. a\_poblano@yahoo.com (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> La Ing. Brenda Pedroza Figueroa es Profesora de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México. I.T. La Laguna. Torreón, Coahuila, México. bpedfig@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> Ana Ernestina Poblano Ojinaga M.A es Profesora de Administración en el Tecnológico Nacional de México. I.T. La Laguna. Torreón, Coahuila, México. anapoblano2604@gmail.com

<sup>4</sup> La Ing. Imelda de León Campos es Profesora de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México. I.T. La Laguna. Torreón, Coahuila, México. imeldadeleon@hotmail.com

<sup>5</sup> Karla Rocío Castillo Almanza es egresada de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México. I.T. La Laguna. Torreón, Coahuila, México. rocio\_ananga@hotmail.com

## Descripción del Método

La metodología utilizada en este proyecto es la Manufactura esbelta. Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta son implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios ocasionados por actividades que no aportan valor al producto para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad, de acuerdo con Vargas (2016).

Se aplicaron varias de sus herramientas y métodos, entre los principales destacan: La metodología 6 sigma es una técnica enfocada en monitorear y mejorar la calidad, reduciendo los defectos en el rango de 6 sigma, lo que se traduce en 3.4 partes de defectos máximos por millón de productos producidos, el cual se basa en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) (Garza 2016). El método de mejora continua fijado en 5 pilares fundamentales conocidos como las 5M, que reciben su nombre por hacer referencia al método, maquinaria, mano de obra, medio ambiente y materia prima, como menciona Candelaria (2017), siendo parte del diagrama de Ishikawa para localizar la causa raíz de un problema.

La herramienta para la medición del trabajo consiste en la determinación del tiempo que requiere completar un proceso, actividad, tarea o paso específico, así como eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar la calidad del producto o la productividad en general, según Andrade (2019). La simulación, que es la representación de la realidad mediante un modelo matemático que reacciona bajo condiciones dadas permitiendo que el participante activo interactúe y explore los efectos de las decisiones tomadas sobre el funcionamiento del mismo sin alterar la realidad (Giraldo 2016). Y las Auditorías, que son consideradas en la industria actual como proceso de control que verifica el grado de cumplimiento de documentación y procesos, durante las cuales se busca, según Álvarez y Bermúdez (2016), mejorar la eficiencia mediante el perfeccionamiento de los procedimientos; proporcionar análisis y recomendaciones; y evaluar la efectividad de la aplicación de las políticas.

### *Desarrollo de la metodología.*

Paso 1. Determinación de tolerancias. Las tolerancias del llenado de clima mediante los requerimientos ambientales y de seguridad establecidos por la compañía como permisibles, lo cual surge por la introducción de nuevos modelos. Antes de determinar el cálculo de los niveles de sigma, cabe mencionar que dicho nivel se determina calculando cuántas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso, como mencionan Socconini y Reato (2019), los cuales generan distintos defectos producidos por millón de oportunidades (DPMO) como se muestra en el cuadro 1.

Si el DPMO es	El rendimiento es	El nivel de sigma es
690,000 o más	30.9 %	1
308,000	62.9 %	2
66,800	68.3 %	3
6,210	99.4 %	4
320	99.98 %	5
3	99.9997 %	6

Cuadro 1. Niveles de sigma.

Para ello, con el análisis del proceso y los requerimientos mediante Excel, se concluye que debe basarse en el cálculo de 3 Sigma (66,800 DPMO) ya que las características del gas refrigerante cambian según las condiciones de temperatura donde se encuentre, provocando que el gramaje de llenado no sea homólogo entre los países. Lo anterior se realizó tomando muestras en la línea de producción actual y filtrando los resultados de acuerdo a los límites de las nuevas tolerancias para compararlo con el método de la botella que consiste en llenar a presión una botella simulando el auto y así comprobar si se obtiene el gramaje deseado con la presión establecida, para después ajustar las tolerancias según 3 Sigma en la línea de producción.

Paso 2. Participación y ejecución de auditorías. Por la naturaleza del producto, requiere continuas auditorías tanto internas como externas por políticas de calidad y seguridad. Para ello es necesario contar con un método de recolección de documentos. Se inició llenando una bitácora con la información actual, después se hizo una base de datos virtual con la documentación requerida para posteriormente desarrollar una matriz con el cumplimiento, en base a los estándares de la empresa, que fue entregada a mantenimiento.

Paso 3. Desarrollo de la distribución la planta. Desarrollo de los planos-Layout de las naves de ensamblaje, mediante Diseño Asistido por Computadora (CAD), en los que se incluyen las características de las herramientas utilizadas para las operaciones, así como la secuencia de ensamble, el número de operadores requeridos y el tiempo tacto.

Paso 4. Simulación del proceso de ensamble. La simulación del proceso de ensamble que tiene como objetivo reducir tiempos muertos, el personal de ingeniería encargado de cada equipo o instalación durante el recorrido del auto por la línea de producción. Para ello se tomó como referencia el desarrollo del Layout, los tiempos estándar, los horarios de producción, las instalaciones y equipos, además del tiempo tacto necesario para el ensamble completo. Se realizó la simulación en computadora, se revisó su efectividad y se distribuyó a las áreas involucradas.

Paso 5. Toma de tiempos y movimientos de la secuencia de producción actual. Con la finalidad de ser comparada contra las operaciones que se deben integrar con el nuevo modelo, lo cual se analizó en la nave piloto siguiendo la secuencia de ensamble del auto nuevo. Posteriormente se balancearon las operaciones de la línea y se presentó una propuesta para el montaje de faros, así como de las partes bajas del auto mediante el método de las 5M que se muestra a continuación en la figura 1.

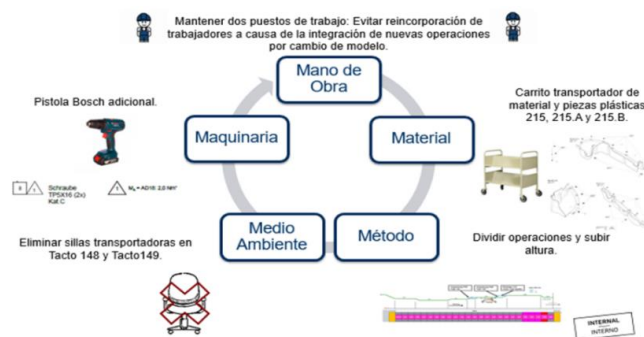


Figura 1. Método 5M aplicado a integración de montaje del piso trasero del auto.

### Comentarios Finales

Las actividades programadas del proyecto culminaron satisfactoriamente; sin embargo, es necesario monitorear cada uno de los hallazgos y actualizarlos por la etapa en la que se encuentran los proyectos de integración de los nuevos modelos (pre-series), donde aún no son los cambios definitivos, buscando generar mejoras significativas en el desempeño de las mismas antes de iniciar la producción en serie. Los resultados obtenidos durante el proyecto fueron satisfactorios ya que se consiguieron implementar nuevos sistemas y métodos de apoyo como se muestra a continuación:

*Sigma*. El estudio 3 Sigma dio como resultado los nuevos límites de llenado de gas refrigerante de acuerdo a los requerimientos, así como un formato en Excel como base para futuras muestras de procesos variados tanto de llenado como de otras pruebas. La representación gráfica de los valores obtenidos se muestra en la figura 2.

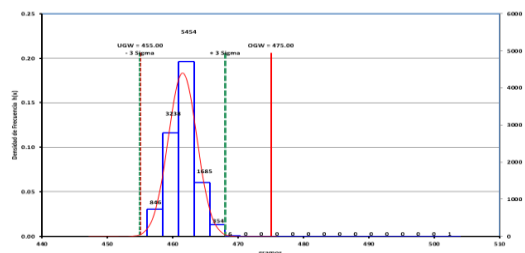


Figura 2. Valores del Método llenado de gas refrigerante.

*Estudio de tiempos y movimientos.* El estudio de tiempos y movimientos trajo múltiples resultados como fueron:

1. Método de montaje y optimización de herramientas. Se integraron las nuevas operaciones de ensamble de piso trasero de acuerdo a la secuencia de ensamblado agregando únicamente un operador, en vez de tres, tras haber llevado a cabo el balanceo de línea. Las cuales se muestran en la figura 3.

Integración del montaje en tacto 151 con 1 técnico adicional

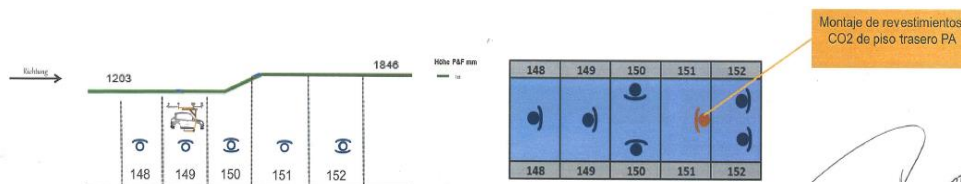


Figura 3. Integración de operaciones de montaje de revestimientos CO2 de piso trasero.

El método de montaje de los faros nuevos, que se observa en la figura 4, optimiza las operaciones y cumple con el tiempo tacto, aun con la sujeción adicional a comparación del proceso de montaje de los antiguos faros.

Secuencia	1	2	3	4	5
Serie	A	C	E	D	
PDM	C	D	A	B	E
Propuesta	A	B	C	D	E

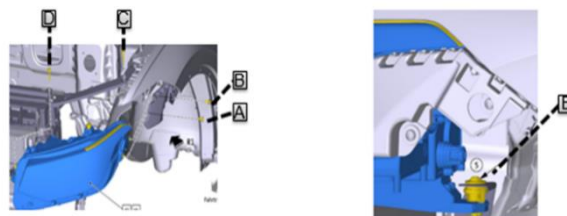


Figura 4. Método de montaje de nuevos faros.

Siguiendo las disposiciones ambientales, se remplazaron las herramientas con batería de nueva generación, alcanzando un ahorro de \$116,270.11, debido a que los componentes de la vieja batería eran más costosos y próximamente prohibidos por las leyes. Esto se explica en la cuadro 2.

COTIZACIÓN			
DESCRIPCIÓN	GENERACIÓN	PIEZAS REQUERIDAS	TOTAL
EXACT LION 300-TI	Nueva	8	\$120,835.28
EXACT LION 12-700 TI	Nueva	11	\$166,148.51
		19	\$286,983.79

COTIZACIÓN			
DESCRIPCIÓN	GENERACIÓN	PIEZAS REQUERIDAS	TOTAL
EXACT 30	Vieja	8	\$249,377.04
EXACT 12	Vieja	11	\$153,876.86
		19	\$403,253.90

AHORRO= \$116,270.11

Cuadro 2. Reemplazo de herramientas.

2. Análisis de capacidad y cumplimiento de demanda en pegado de cristales. Por el cambio de modelo se ajustó el volumen de producción de cada auto, la simulación dio como resultado el correcto acomodo de la producción para cumplir con la demanda y el tiempo tacto de 1.8 min., como se muestra en la cuadro 3.

ATN				
Tipo de Cristal	Tiempo Total	Vol. de producción (unidades/día)	Mezcla	Tiempo Ponderado
Medallon	0.9	0	0%	0
Parabrisas	1	0	0%	0
Medallon	0.9	110	19%	0.17
Parabrisas	1	110	19%	0.19
Medallon	0.8	0	0%	0
Parabrisas	1	0	0%	0
Medallon	0.76	480	81%	0.62
Parabrisas	1	480	81%	0.81
				1.79

SCA				
Tipo de Cristal	Tiempo Total	Vol. de producción (unidades/día)	Mezcla (% día)	Tiempo Ponderado
Laterales	1.12	0	0%	0
Triangulares	0.96	111	19%	0.18
Laterales	1.12	0	0%	0
Laterales	0.96	480	81%	0.78
				0.96

Cuadro 3. Análisis de capacidad de pegado de cristales.

**Simulación.** 1. Layout de herramientas y procesos actualizado.

El resultado obtenido es el Layout actualizado, figura 5. contiene información completa de cada herramienta utilizada para el proceso de ensamble, desde categoría C hasta las que son de documentación. Así como mantenimiento a las instalaciones, costo y depreciación.

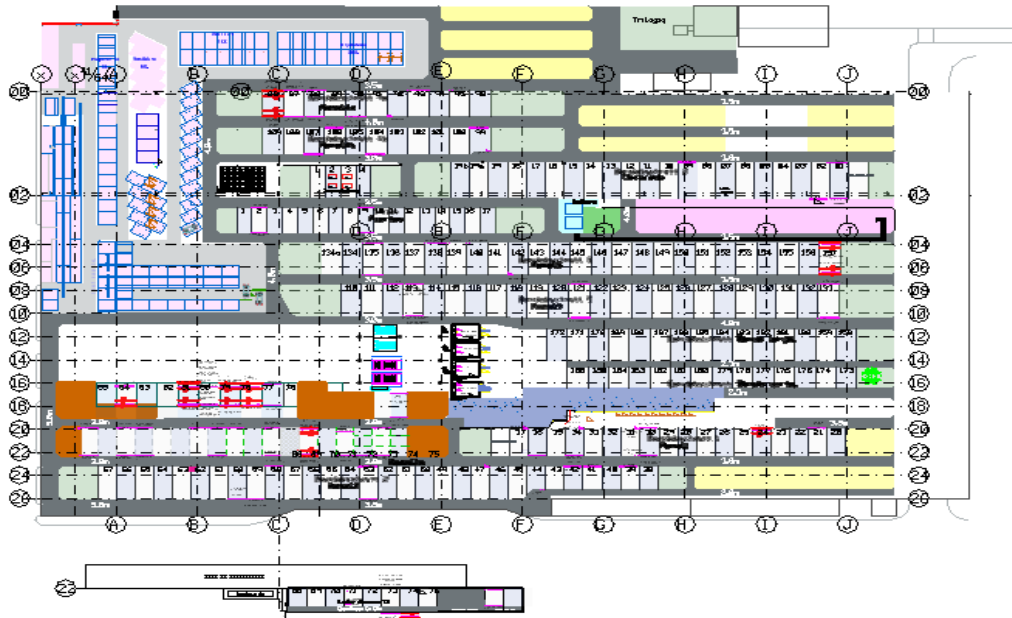


Figura 5. Layout de nave de montaje.

2. Simulación real del proceso de montaje. Recopilación del proceso que sigue el auto de forma gráfica, que se puede observar en la Figura 6. con ayuda de Microsoft Excel, representando en la realidad la hora en que un auto determinado se encontrará en cada instalación, lo cual es un apoyo a logística y a los encargados de cada área para cumplir con la cadena de suministro Lean según Just in Time y Just in Sequence.

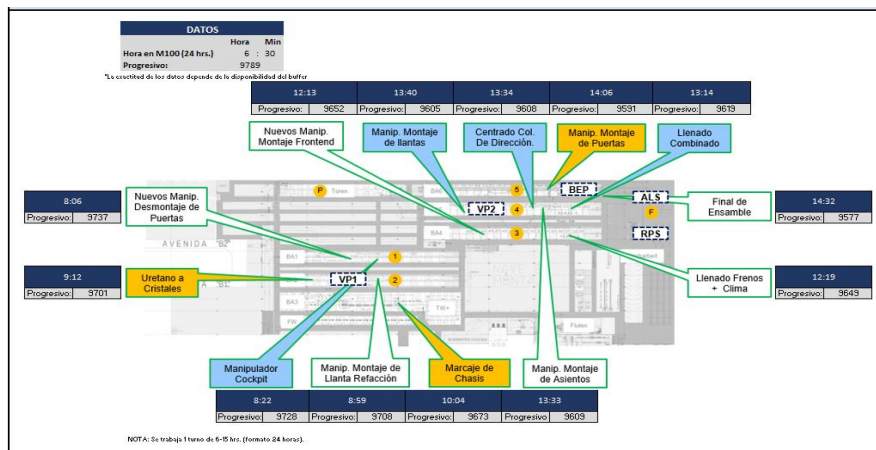


Figura 6. Simulación de proceso de montaje.

**Auditorías.** En el ámbito de las auditorías se logró alcanzar un cumplimiento de 82% en comparación del 20% que se tenía al inicio. Véase Figura 7. Cumplimiento con requerimientos de auditoría por mes. Cabe mencionar que el 18% restante se encuentra pendiente por el estatus del nuevo modelo.



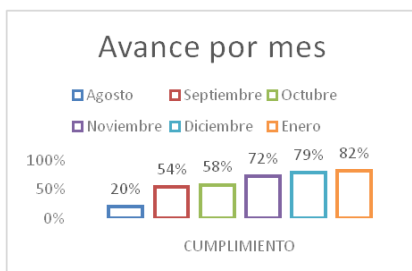


Figura 7. Cumplimiento con requerimientos de auditoría por mes.

### Conclusiones

El proyecto demostró la importancia de la ingeniería industrial a través de las herramientas y métodos de la manufactura esbelta, en los procesos como mecanismo estratégico fundamental para la toma de decisiones y para la correcta planificación de nuevos productos. Además logró su objetivo principal al aumentar el cumplimiento de las auditorías en 82%, así como alcanzar un ahorro de \$116,270.11 en la adquisición de nuevas herramientas y mantener el tiempo de las máquinas de pegado de cristales en 1.79 min y 0.96 min (debajo del tiempo tacto de 1.80 min), cumpliendo con los volúmenes de producción y porcentaje de mezcla requeridos.

Con la introducción de un nuevo auto, o de nuevos modelos, debe modificarse por completo la línea de producción ya que la adaptación requiere no solo del correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones para dicho producto, sino que, también debe mantener su producción en serie de los autos que ya se manufacturaban en esas naves. Por ello, es de vital importancia el empleo de herramientas ingenieriles para reducir o incluso eliminar errores o retrasos en la puesta en marcha que podría representar grandes pérdidas para la empresa. Sin embargo, con el desarrollo del proyecto se cumplió con el objetivo como se mostró en los resultados.

### Referencias

- Andrade, A. "Estudio de Tiempos y Movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado". Inf. Tecnol., vol.30, no.3, La Serena, jun. 2019. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642019000300083](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083)
- Baéz, J.. Salud mental y el sistema de producción. Bogotá, D.C., Colombia: Press, 2016 [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=4EvzDwAAQBAJ&pg=PA175&dq=la+historia+de+la+producci%C3%B3n+en+serie+toyotismo+y+fordismo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9yLLV9eHrAhUPZKwKhcXbd8oQ6AEwAHoECAUQAQ#v=onepage&q=la%20historia%20de%20la%20producci%C3%B3n%20en%20serie%20toyotismo%20y%20fordismo&f=false>
- Bermúdez, H. Auditoría y control: Reflexiones a la luz de la legislación. Bogotá, D.C., Colombia: Press, 2016. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=aSejDwAAQBAJ&pg=PA135&dq=que+es+una+auditor%C3%ADa+y+funcionamiento+pdf&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiIjbjYi-LrAhUOPa0KHT8YArkQ6AEwAXoECAUQAQ#v=onepage&q=que%20es%20una%20auditor%C3%ADa%20y%20funcionamiento%20pdf&f=false>
- Candelaria, R. "Mejora de Procesos con la Metodología Lean Six Sigma en Áreas de Nómina" Cd. Mx., México: Press 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14873/Tesina.pdf?sequence=1>
- Garza, R. "Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio" Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, vol. 22, pp. 19-35, diciembre, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233148815002.pdf>
- Giraldo, J. "Simulación de Procesos de Negocios (BPSIM) como Soporte Didáctico en el Aprendizaje de la Gestión de Procesos de Servicio" Formación Universitaria, vol. 9, núm. 1, pp. 99-108, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3735/373544194011.pdf>
- Socconini, L. Reato.C. Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas. Barcelona, España: Press, 2019. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=ODyeDwAAQBAJ&pg=PA150&dq=niveles+de+dpmo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjV5MDf0-HrAhVMgK0KHUG3BDgQ6AEwAXoECAUQAQ#v=onepage&q=niveles%20de%20dpmo&f=false>
- Vargas, J. "Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?". Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. V, núm. 17, pp. 153-174, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Volkswagen de México S.A. de C.V. "¿Cuál es la diferencia entre un sedán, SUV o hatchback?" 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.vw.com.mx/es/experiencia/tips/diferentes-tipos-de-autos.html>



# Estudio Experimental de la Influencia del Proceso de Bruñido en las Propiedades Mecánicas de un Acero TRIP

Jonathan Uriel Posada Ramírez Ing.<sup>1</sup>, Dr. Gustavo Capilla González<sup>2</sup>,  
Dr. Alberto Saldaña Robles<sup>3</sup>, Dr. Israel Martínez Ramírez<sup>4</sup>, Dr. Felipe de Jesús Torres del Carmen<sup>5</sup>

**Resumen**—Este trabajo presenta un estudio experimental del proceso de bruñido sobre un acero avanzado de alta resistencia. Se analiza el efecto del bruñido sobre probetas de tensión de lámina de acero TRIP a diversas combinaciones de fuerza (125, 250 y 400 N) y velocidad de bruñido (1000, 2000 y 3000 mm/min) sobre el esfuerzo de cedencia, esfuerzo último a la tensión y porcentaje de elongación. Los resultados muestran que el proceso de bruñido permite incrementar el esfuerzo de cedencia y el porcentaje de elongación del acero TRIP, lográndose un máximo incremento de alrededor del 29.0% y 7.5%, respectivamente. Por otro lado, el esfuerzo último a la tensión disminuyó con los parámetros de bruñido utilizados en este estudio. Finalmente, es evidente que el proceso de bruñido permite modificar las propiedades mecánicas de este acero, lo que brinda una base para la aplicación de esta técnica en procesos de formado de metales.

**Palabras clave**—AHSS, bruñido con bola, esfuerzo de cedencia, esfuerzo último a la tensión, porcentaje de elongación.

## Introducción

Los aceros avanzados de alta resistencia AHSS (Advanced High Strength Steel, por sus siglas en inglés), se distinguen por una resistencia ante impactos mucho mayor que otros aceros convencionales. Dentro de los aceros AHSS, se encuentran los conocidos como: Doble Fase DP (Dual Phase, por sus siglas en inglés), los aceros de Transformación inducida por plasticidad TRIP (Transformation Induced Plasticity, por sus siglas en inglés), los aceros de Fase Compleja CP (Complex Phase, por sus siglas en inglés) y los aceros martensíticos MART (Martensitic Steels, por sus siglas en inglés) (Kusiak et al. 2018).

Los aceros TRIP son los más adecuados para la fabricación de los componentes estructurales de los automóviles. Zackay et al. (1967) fueron los primeros en trabajar con este tipo de materiales, los cuales debido a su austenita retenida en su microestructura se logró incrementar el endurecimiento por deformación del material al estar sometido a estados de deformación plástica.

Por otro lado, debido a su alta resistencia los aceros TRIP presentan dos principales problemas cuando son utilizados en los procesos de formado de lámina. Primero el *springback* o recuperación elástica de los materiales, el cual está relacionado con el nivel de esfuerzos en la etapa final de formado y que éste aumenta con la resistencia de los materiales. Aunado a esto, se relaciona directamente con las propiedades mecánicas como módulo de elasticidad ( $E$ ) y esfuerzo de cedencia ( $\sigma_Y$ ). Por otro lado, estos aceros presentan una reducción en su formabilidad que tiene influencia en la aparición de grietas, fracturas o adelgazamiento excesivo del material durante el proceso de formado (Galán et al. 2012, Kardes et al. 2012 y Kim et al. 2009).

Debido a esto, diversos métodos han sido implementados con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de estos materiales. El proceso de bruñido con bola es un proceso de acabado superficial a temperatura ambiente, el cual consiste en aplicar una fuerza de compresión con una bola rígida sostenida por la herramienta de bruñido. La bola se desliza sobre la superficie del componente, la cual induce micro deformaciones que resultan en la mejora de propiedades físicas y mecánicas de la pieza manufacturada.

El proceso consiste en el desplazamiento de material de los picos a los valles de las micro irregularidades de la superficie, provocando una reducción de la rugosidad. Así como un incremento en la dureza superficial (Saldaña et al. 2017a). Este proceso induce esfuerzos residuales de compresión a cierta profundidad de la superficie lo que aumenta la resistencia a la corrosión, al desgaste y a la fatiga (Hamadache et al. 2006, Travieso et al. 2011, Rodríguez et al. 2012, Hassan y Al-Dhifi 1999, Yen et al. 2005, Rodríguez y López 2012, Bouzid y Sai 2005, Sayahi et al. 2013).

<sup>1</sup> Jonathan Uriel Posada Ramírez es Ingeniero en Mecatrónica de DICIS de la Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato. [ju.posadaramirez@ugto.mx](mailto:ju.posadaramirez@ugto.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Gustavo Capilla González es Profesor-Investigador de DICIS de la Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato. [g.capilla@ugto.mx](mailto:g.capilla@ugto.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Alberto Saldaña Robles es Profesor-Investigador de DICIVA de la Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato. [alberto.saldana@ugto.mx](mailto:alberto.saldana@ugto.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Israel Martínez Ramírez es Profesor-Investigador de DICIS de la Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato. [israel.martinez@ugto.mx](mailto:israel.martinez@ugto.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Felipe de Jesús Torres del Carmen es Profesor-Investigador de DICIS de la Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato. [fdj.torres@ugto.mx](mailto:fdj.torres@ugto.mx)

Gharbi et al. (2012) investigaron el efecto del bruñido con bola en láminas de aluminio 10150A usando una herramienta diseñada por los autores, el estudio reveló que el proceso permitió mejorar la ductilidad del material bajo ciertos parámetros del proceso de bruñido. En otro estudio realizado por Alghazoul et al. (2019) propusieron una variación en la trayectoria de bruñido en una aleación de aluminio AL6061-O aumentando de manera significativa la dureza de la superficie. Egea et al. (2019) describieron el efecto del proceso de bruñido con bola en una aleación de aluminio 2050, donde se reportó que el parámetro más significativo para inducir esfuerzos residuales de compresión es la fuerza de bruñido.

Los parámetros que más influyen en el proceso de bruñido con bola son; fuerza de bruñido, número de pases, velocidad de rotación de la herramienta, velocidad de avance y material de la bola. De acuerdo con Saldaña et al. (2017b) la fuerza de bruñido y la velocidad de avance son los parámetros más influyentes dentro del proceso, siendo éstos incluidos en aproximadamente el 80% de los estudios consultados.

De la literatura revisada, se observa que este proceso se ha utilizado en una gran variedad de materiales metálicos permitiendo mejorar diversas propiedades que alargan la vida útil de las piezas mecánicas. Sin embargo, a la fecha el proceso no se ha aplicado en aceros de alta resistencia, específicamente en láminas de acero TRIP. Con base en lo antes mencionado y con la creciente demanda de estos materiales en la industria automotriz, analizar la influencia del proceso de bruñido con bola resulta en un área de oportunidad para mejorar sus propiedades mecánicas como la ductilidad, rugosidad, esfuerzos residuales, entre otras.

### Descripción del Método

#### *Proceso de bruñido con bola*

En el presente trabajo se utilizó un bruñidor mecánico con un vástago compuesto por un fragmento esférico de diamante el cual funge como bola. Para aplicar la fuerza de bruñido se utilizó una herramienta de bruñido novedosa con sistema de adquisición de datos y celda de carga. Se empleó esta herramienta principalmente para calibrar el desplazamiento vertical del bruñidor en función de la fuerza de bruñido. La herramienta de bruñido se montó en una fresadora de 3 ejes VIWA modelo VF1050 M400, donde además en la base de la máquina se colocó un molde para sujetar la probeta como se puede ver en la Figura 1. Una vez que se terminó de calibrar se retiró del sistema la celda de carga y se realizaron las pruebas de acuerdo con la combinación de parámetros propuesta.

Se evaluaron las 2 variables más importantes que afectan las propiedades mecánicas de las piezas manufacturadas, la fuerza de bruñido ( $F$ ) y la velocidad de avance ( $V$ ). De acuerdo con el análisis de literatura que se consultó para este material se utilizaron 3 valores de fuerza de bruñido: 125, 250 y 400 N. Estos valores se definieron con base en un estudio previo del proceso de bruñido con el mismo material. Por otro lado, los valores que se utilizaron relacionados con la velocidad de avance fueron: 1000, 2000 y 3000 mm/min, los cuales se seleccionaron acorde a la literatura y a la máquina herramienta donde se montó el bruñidor. El análisis de velocidad se llevó a cabo con el objetivo de reducir el tiempo del proceso a nivel industrial en caso de que este factor no afecte las variables de respuesta. Se realizaron 2 pruebas de cada combinación de parámetros lo que resultó en 18 pruebas. Las variables de respuesta se midieron mediante pruebas de tensión, las cuales posteriormente se analizaron.



Figura 1: Probeta sujeta en molde durante el proceso de bruñido.

*Pruebas de tensión*

Para el presente proyecto se utilizó lámina de acero TRIP de 1.07 mm de espesor, de donde se cortaron las probetas mediante láser con la geometría propuesta por la norma ASTM E-8 (ASTM, 2021). No fue aplicado ningún proceso de acabado superficial previo ni posterior al corte.

Para el proceso de bruñido se utilizó una trayectoria paralela a la dirección de tensión de la probeta, con un tamaño de paso del  $S_0 = 50\%$  del trazo del vástago de diamante como se puede observar en la Figura 2. Se consideró bruñir 10 mm más fuera de la zona de activa de la probeta para alcanzar una deformación uniforme ya que en pruebas anteriores se presentó fractura fuera de esta zona al realizar las pruebas de tensión. Para el estudio experimental de bruñido se utilizaron diversas combinaciones entre la fuerza (125, 250 y 400 N) y la velocidad (1000, 2000 y 3000 mm/min) de bruñido, resultando en 9 pruebas experimentales, las cuales se realizaron por duplicado.

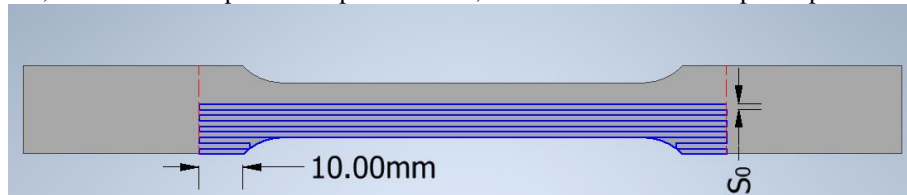


Figura 2: Trayectoria de bruñido.

Las pruebas de tensión se realizaron en una máquina marca Instron modelo 8872, operada por una unidad de control Fasttrack modelo 8800 con ranuras para la conexión de sensores, se utilizó una de estas ranuras para conectar un extensómetro Instron de 50 mm de longitud calibrada para medir la deformación.

En las pruebas realizadas se configuró una frecuencia de adquisición de datos a 10 Hz y una velocidad de 5 mm/min. Además, se activó el recurso Static Break Detector, el cual permite detener la prueba antes del punto de ruptura. La secuencia de la prueba y los parámetros utilizados se seleccionaron con base en las especificaciones de la norma ASTM E-8.

Se diseñó la prueba para medir el esfuerzo máximo de cada una de las probetas bruñidas hasta su fractura, posteriormente se recopilaron los datos de carga, desplazamiento y deformación de los cuales se determinaron las gráficas de esfuerzo-deformación de donde se determinó el esfuerzo último a la tensión, el porcentaje de elongación, y el esfuerzo de cedencia calculado con el método de límite elástico compensado al 0.2% de la deformación del origen.

*Resumen de resultados*

En la Figura 3(a) se observa que para el esfuerzo de cedencia ( $\sigma_Y$ ) mientras más alta sea la fuerza de bruñido mayor es el incremento de este con un comportamiento con tendencia lineal. También se observa que en este caso la velocidad no presenta efecto significativo en los niveles evaluados experimentalmente. El proceso de bruñido permite incrementar el esfuerzo de cedencia del acero TRIP de 444 MPa hasta 561 MPa con una fuerza de 400 N y una velocidad de avance de 2000 mm/min.

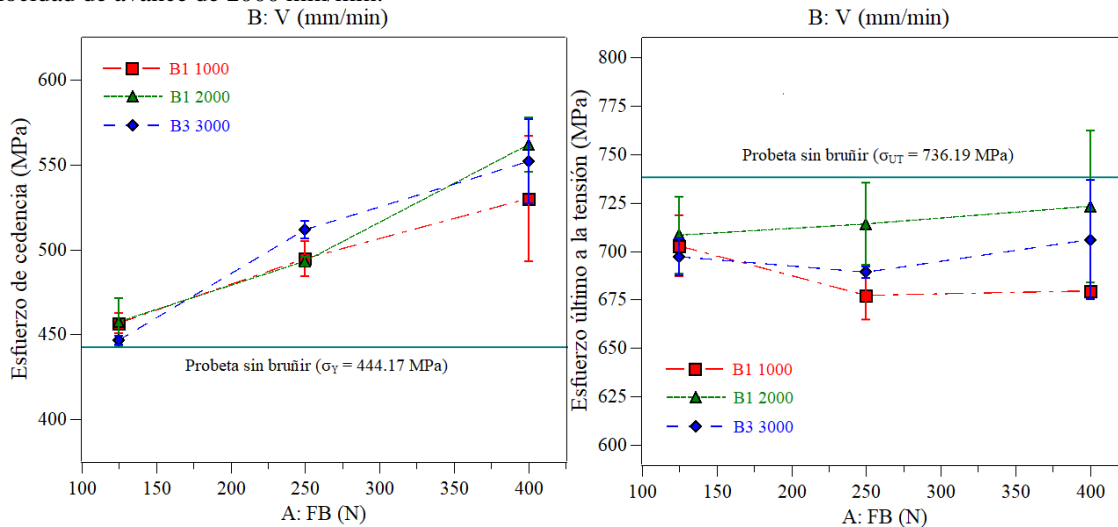


Figura 3: a) Esfuerzo de cedencia ( $\sigma_Y$ ) en función de la velocidad y fuerza de bruñido, b) Esfuerzo último a la tensión ( $\sigma_{UT}$ ) en función de la velocidad y fuerza de bruñido.

La respuesta del esfuerzo último a la tensión ( $\sigma_{UT}$ ) se muestra en la Figura 3 (b), donde se observan valores menores al valor de la probeta sin bruñir para todos los casos analizados. La velocidad de bruñido no tiene efecto significativo, aunque, en los casos donde se utilizan velocidades de 2000 y 3000 mm/min se registra una tendencia creciente con los incrementos de fuerza. Con una fuerza de 250 N y una velocidad de 1000 mm/min se obtuvo un decremento en el esfuerzo último a la tensión ( $\sigma_{UT}$ ) de 736.12 MPa a 677.14 MPa, representando una reducción del 8%.

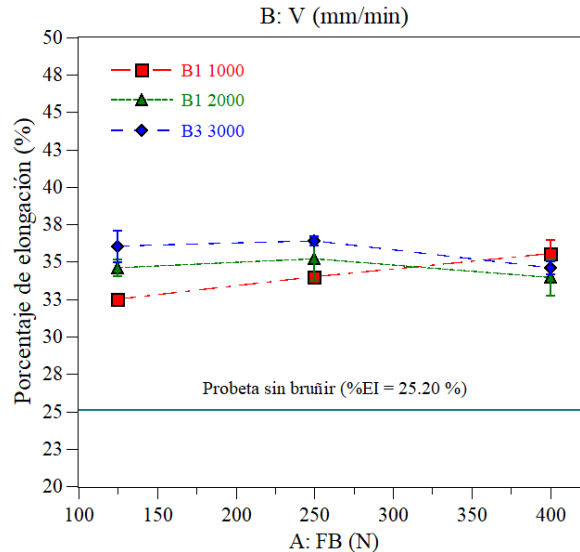


Figura 4: Porcentaje de elongación (%El) en función de la velocidad y fuerza de bruñido.

Con base en los resultados obtenidos, con la menor fuerza utilizada en este estudio (125 N) es posible incrementar el porcentaje de elongación (%El) hasta 32.5% en comparación con el espécimen sin bruñir (%El=25%). Si lo que desea es incrementar el %El del material para alguna aplicación en particular, se recomienda utilizar la fuerza de 125 N con la velocidad de 3000 mm/min, esto con la finalidad de reducir el tiempo de maquinado y con la mínima fuerza para reducir el desgaste de la herramienta y el consumo de energía.

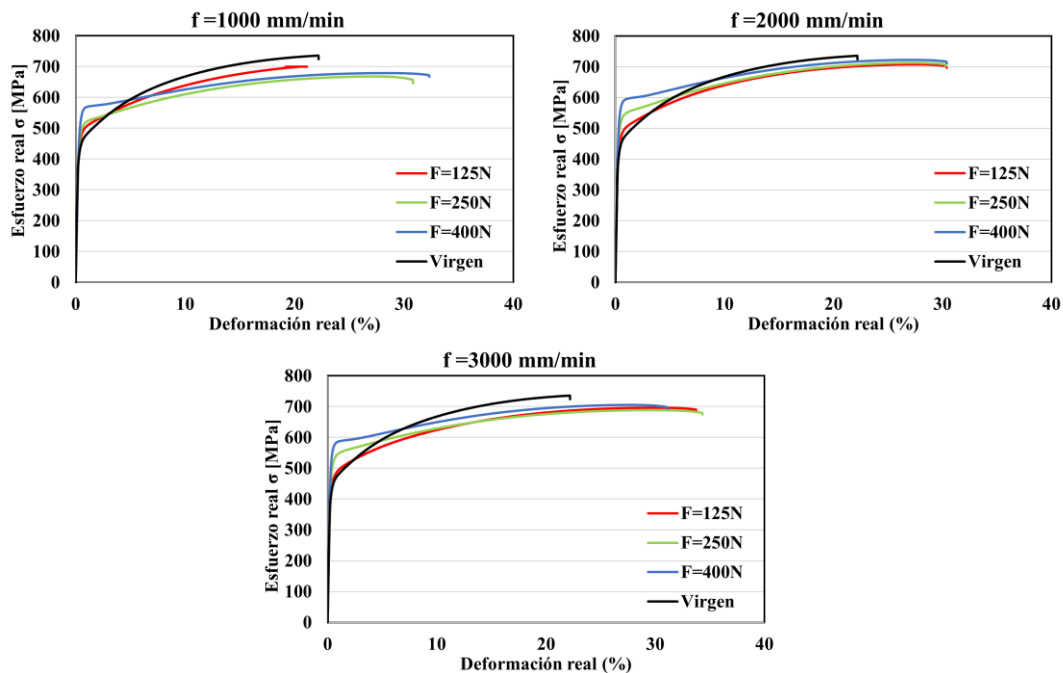


Figura 5: Curvas esfuerzo-deformación de diferentes fuerzas para velocidad de a) 1000 mm/min, b) 2000 mm/min y c) 3000 mm/min.

Las curvas esfuerzo-deformación muestran el promedio de los especímenes bruñidos con las mismas condiciones para las tres velocidades de bruñido (Figura 5). Se observa que se aumenta el esfuerzo de cedencia ( $\sigma_Y$ ), esto está relacionado con los niveles de micro deformación plástica generada en el material los cuales contribuyen a retrasar el inicio de la fluencia incrementando el punto de cedencia.

El esfuerzo último a la tensión ( $\sigma_{UT}$ ) se ve ligeramente disminuido respecto al valor de la probeta sin bruñir, esto describe de forma más suave el endurecimiento por deformación del material.

Finalmente, se puede observar que la deformación uniforme ( $\epsilon_U$ ) se incrementa, incluso utilizando fuerzas pequeñas, en el caso de la probeta sin bruñir se obtuvo una deformación uniforme del 22% mientras que para las probetas bruñidas se obtuvo un valor máximo de 32% con una fuerza de bruñido de 250 N y una velocidad de 3000 mm/min.

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del presente estudio, la fuerza de bruñido afecta considerablemente el esfuerzo de cedencia. Para la fuerza de bruñido más alta empleada en este estudio (400 N) el esfuerzo de cedencia aumenta en un 29% ( $\sigma_Y = 573 \text{ MPa}$ ) respecto a la probeta sin bruñir ( $\sigma_Y = 444 \text{ MPa}$ ). El esfuerzo último a la tensión no se ve influenciado por ningún factor analizado, en cualquier combinación de valores para fuerza y velocidad de bruñido se reducen los valores de esfuerzo último a la tensión. Aunque con velocidades altas (3000 mm/min) se presenta la menor disminución. El porcentaje de elongación a la fractura se ve influenciado por la velocidad de bruñido, utilizando la fuerza más baja propuesta (125 N) y la velocidad más alta empleada en este estudio (3000 mm/min) el %*El* se puede incrementar de 25% (probeta sin bruñir) a 32.5%, por lo que, con valores más altos de velocidad se puede obtener un aumento significativo aun reduciendo el tiempo del proceso de bruñido.

Finalmente, los resultados del estudio experimental muestran que es posible utilizar el proceso de bruñido para modificar las propiedades mecánicas de este tipo de materiales. Esto brinda una base para la aplicación de estas técnicas de deformación plástica en procesos de formado de metales.

### Referencias

Alghazoul, R., Makki, A., & Abdel Wahab, M. (2019). Improvement of flat surfaces quality of aluminum alloy 6061-O by a proposed trajectory of ball burnishing tool. *CMC-COMPUTERS MATERIALS & CONTINUA*, 61(2), 555-568.

ASTM E8 / E8M-21, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2021, www.astm.org

Saï, W. B., & Saï, K. (2005). Finite element modeling of burnishing of AISI 1042 steel. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(5-6), 460-465.

Egea, A. S., Rodriguez, A., Celentano, D., Calleja, A., & de Lacalle, L. L. (2019). Joining metrics enhancement when combining FSW and ball-burnishing in a 2050 aluminium alloy. *Surface and Coatings Technology*, 367, 327-335.

Galán, J., Samek, L., Verleysen, P., Verbeken, K., & Houbaert, Y. (2012). Advanced high strength steels for automotive industry. *Revista de metalurgia*, 48(2), 118.

Gharbi, F., Sghaier, S., Hamdi, H., & Benameur, T. (2012). Ductility improvement of aluminum 1050A rolled sheet by a newly designed ball burnishing tool device. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 60(1-4), 87-99.

Hamadache, H., Laouar, L., Zeghib, N. E., & Chaoui, K. (2006). Characteristics of Rb40 steel superficial layer under ball and roller burnishing. *Journal of Materials Processing Technology*, 180(1-3), 130-136.

Hassan, A. M., & Al-Dhifi, S. Z. (1999). Improvement in the wear resistance of brass components by the ball burnishing process. *Journal of materials processing technology*, 96(1-3), 73-80.

Sever, N. K., Mete, O. H., Demiralp, Y., Choi, C., & Altan, T. (2012). Springback prediction in bending of AHSS-DP 780. *Proceedings of NAMRI/SME*, 40, 94-103.

Kim, H., Kimchi, M., & Altan, T. (2009, November). Control of springback in bending and flanging advanced high strength steels (AHSS). In 2009 International automotive body congress (IABC), Troy, Michigan, USA.

Kuziak, R., Kawalla, R., & Waengler, S. (2008). Advanced high strength steels for automotive industry. *Archives of civil and mechanical engineering*, 8(2), 103-117.

Rodríguez, A., de Lacalle, L. L., Celaya, A., Lamikiz, A., & Albizuri, J. (2012). Surface improvement of shafts by the deep ball-burnishing technique. *Surface and Coatings Technology*, 206(11-12), 2817-2824.

Rodríguez-Ezquerro A., López de-Lacalle L.N.. Tratamientos mecánicos superficiales para mejora de piezas mecanizadas: Bruñido con Bola. 1a-Edición. Editorial-Académica-Española,-2012.-ISBN:9783659064906.

Saldaña Robles, A., Saldaña Robles, A., Saldaña Robles, N., & Gutiérrez Vaca, C. (2017). Bruñido con bola como proceso de acabado superficial y mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de piezas manufacturadas. REPOSITARIO NACIONAL CONACYT.

Sayahi, M., Sghaier, S., & Belhadjsalah, H. (2013). Finite element analysis of ball burnishing process: comparisons between numerical results and experiments. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(5-8), 1665-1673.

Travieso-Rodríguez, J. A., Desein, G., & González-Rojas, H. A. (2011). Improving the surface finish of concave and convex surfaces using a ball burnishing process. *Materials and Manufacturing Processes*, 26(12), 1494-1502.

Yen, Y. C., Sartkulvanich, P., & Altan, T. (2005). Finite element modeling of roller burnishing process. *CIRP annals*, 54(1), 237-240.

Zackay, V. F., Parker, E. R., Fahr, D., & Busch, R. (1967). The enhancement of ductility in high-strength steels. *ASM Trans Quart*, 60(2), 252-259.



# Prótesis de Rodilla Biónica con Control de Señal Mioeléctrica

Ing. Cristhian Miguel Prieto Villalba<sup>1</sup>, Ing. Águeda Luna Torres<sup>2</sup>,  
Ing. Raúl Reyes Lima<sup>3</sup> Alumno Erick Pérez Galván<sup>4</sup> y Alumno Carlos Salomón Meléndez Badillo<sup>5</sup>

**Resumen:** En este artículo se presentarán los resultados del desarrollo tecnológico en prótesis de rodilla para pierna protésica a nivel transfemoral, investigación llevada a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa y por la marca MICROPROTS. En este trabajo se explicará el proceso de diseño, manufactura y instrumentación para la fabricación de una prótesis de rodilla mecánica-biónica para amputados de un miembro inferior, donde además se explica la forma en cómo se puede instrumentar una prótesis mecánica a biónica. El prototipo de rodilla protésica se manufacturo en aluminio con una fresadora de control numérico de cuatro ejes de libertad y se le dieron acabados con un torno mecánico.

**Palabras clave:** Prótesis biónica, Prótesis mecánica, Diseño CAD, Manufactura CAM, Señal Mioeléctrica.

## Introducción

De la población total de México, el 5.34% de personas padece discapacidad para poder caminar según la encuesta nacional de salud y nutrición hecha en el 2012 por lo que la falta total o parcial de los miembros inferiores es la principal discapacidad del país. Se sabe por medio de la publicación que realizó el INEGI, “Las personas con discapacidad en México, una visión al 2010” que de cada 100 personas que presentan discapacidad para caminar, 58 personas de estas les hace falta de forma total o parcial uno de sus miembros inferiores, lo que representa a 3.5 millones de individuos en México.

La prescripción de una prótesis se realiza para mejorar la calidad de vida de aquellas personas que sufren la pérdida de algún miembro inferior, es importante mencionar que esto depende del nivel de amputación y del beneficio esperado. Desafortunadamente en México la adquisición de una prótesis es complicada y costosa sobre todo para personas con bajos recursos, y esto a su vez se debe a que la mayoría de empresas dedicadas a la fabricación y venta de este tipo de productos son extranjeras.

El IMSS brinda normalmente prótesis mecánicas a sus derechohabientes, las cuales varían en costos y están oscilan entre los \$1500 pesos hasta los \$67,914 pesos, todo depende de la región que cubran las prótesis (pie-tobillo, debajo de la rodilla, desde la rodilla, arriba de la rodilla o hasta la cadera), también el precio depende de los materiales de los que este fabricado la prótesis. Las prótesis mecánicas son seguras, pero limitan a los individuos a realizar funciones cotidianas y ocasionan que los individuos tengan una marcha lenta y con una eficiencia menor a la natural.

En el mercado hay en venta prótesis biónicas con tecnologías mayores a las que brindan el IMSS, por lo que sus costos aumentan y están alrededor de los \$500,000. Por lo que se pretende en este trabajo proponer una prótesis de rodilla mecánica-biónica que iguale en funciones y baje en costos las prótesis biónicas que se encuentran en el mercado, para poderle ofrecer una alternativa de prótesis mecánica-biónicas a la población de México y así de esta forma impulsarlas en México.

## Descripción del Método

### Objetivo:

Diseñar y fabricar prótesis de rodilla mecánica-biónica que permita controlar la articulación de flexión y extensión por medio de señal EMG.

### Planteamiento del problema:

Los hospitales y fundaciones en México solo proporcionan prótesis mecánicas a sus derechohabientes, además de que estas instituciones únicamente apoyan a una pequeña parte de la población, así como también los derechohabientes tienen que esperar largos periodos de tiempo, y deben de ser sometidos a pruebas físicas para poder

<sup>1</sup> Ing. Cristhian Miguel Prieto Villalba es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX.  
[Cristhian.pv@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:Cristhian.pv@iztapalapa.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Águeda Luna Torres es Jefa de ingenierías en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,  
[depto\\_ingenierias@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:depto_ingenierias@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Ing. Raúl Reyes Lima es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,  
[raul.rl@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:raul.rl@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Alumno Erick Pérez Galván es Alumno de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX

<sup>5</sup> Alumno Carlos Salomón Meléndez Badillo es Alumno de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,  
[1181080073@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:1181080073@iztapalapa.tecnm.mx)

determinar si son candidatos. Con este proyecto se pretende instrumentar las prótesis mecánicas y poderlas convertir en prótesis biónicas o poder proporcionar prótesis mecánicas-biónicas a un costo accesible.

*Procedimiento*

Se implementará la metodología de diseño de Ulrich, método por medio del cual se obtuvo una tabla de criterios de diseño, tabla 1, la cual se obtuvo de una investigación basada en la literatura, previamente sobre prótesis de rodilla que se encuentran en el mercado a nivel transfemoral. Después se implementó la caja negra (Ver figura 1) para segmentar en sistemas el diseño de la rodilla protésica (Ver figura 2). Posteriormente se procedió con el diseño, manufactura y armado de la prótesis de rodilla, así como con algunas pruebas.

*Criterios de diseño para prótesis de pierna.*

Los criterios según la metodología de Ulrich son obtenidos por lo general de una investigación basada en encuestas y entrevistas. Pero para este caso en particular, los criterios se obtuvieron de una investigación basada en la literatura, el resultado de la investigación, se muestra en la tabla 1, donde se ha propuesto clasificar a los criterios obtenidos como primarios y secundarios, los cuales también se defienden para este diseño en la misma tabla. Los criterios primarios se definen como los criterios generales que debe de satisfacer el diseño de prótesis para miembro inferior, y los criterios secundarios, son los que delimitan de una forma puntual a los criterios primarios. En la tabla 1 se han definido cada uno de los criterios secundarios.

Tabla 1: Clasificación de los criterios de diseño para prótesis de pierna a nivel transfemoral.

CRITERIOS PRIMARIOS	CRITERIOS SECUNDARIO.	DEFINICIÓN.
<b>Funcionalidad.</b>	Equilibrio.	Coordinación dinámica para el mantenimiento adecuado de las posiciones de las articulaciones de la pierna para poder encontrar el apoyo correcto y no caerse.
	Estabilidad.	Habilidad para mantener la estabilidad mientras se pasa de un estado dinámico a un estado estático.
	Respuesta de acción aferente.	Contracción y relajación de los músculos cuádriceps y bíceps femoral para dar instrucción de acción a la prótesis.
	Tiempo de respuesta.	Tiempo en el que se capta la señal de los músculos cuádriceps y bíceps femoral y se procesara e enviara la señal a los actuadores correspondientes de la prótesis.
	Movilidad.	Capacidad para desplazar un segmento protésico o parte a través de una trayectoria, manteniendo la integridad de las estructuras biónicas implicadas.
	Retroalimentación .	Capacidad del individuo para que controle la prótesis y que la prótesis brinde información al discapacitado sobre su estado en tiempo real.
	Caminar a diferentes ritmos.	Adoptarse al ritmo de movilidad de la marcha de la pierna colateral completa, teniendo dirección y sentido.
	Sentarse y levantarse	Actuar de forma activa en la acción que implica sentarse y pararse.
	Subir y bajar escaleras.	Actuar de forma activa en la acción de movilidad que implica subir y bajar escaleras adoptando el ritmo de movilidad de la pierna colateral, siempre teniendo dirección y sentido.
	Cómoda.	Capacidad de brindar bienestar al individuo por medio del uso de la prótesis.
<b>Costo.</b>		Lograr que la prótesis sea accesible económicamente.
<b>Segura.</b>	Propiedades de los materiales.	Materiales con alta resistencia, baja densidad y que no se corroan entre otras propiedades, con la finalidad de lograr alta durabilidad del prototipo.
<b>Durabilidad.</b>	Vida útil.	Tiempo de utilidad del producto bajo ciertas condiciones de uso.
	Mantenimiento.	Acciones para alargar la vida útil de la prótesis.
<b>Espaciales.</b>	Masa de la prótesis.	Cantidad de materia que conformará la prótesis.
	Volumen.	Dimensiones de forma de la prótesis con respecto a la extremidad colateral.
	Antropomórfica.	Dimensiones escalares detalladas, bajo las cuales debe de estar diseñada la prótesis.
<b>Apariencia.</b>	Estética.	Esencia de la prótesis por debajo de la ropa de ser el miembro natral.
	Simetría bilateral.	Prótesis físicamente parecida a la colateral por debajo de la ropa.

*Caja Negra de diseño conceptual*

Para este trabajo de diseño protésico no se cuenta con un cliente en específico, por lo que se tomará como cliente a un hombre promedio de 40 a 50 años de la población mexicana de acuerdo a INEGI, de la zona centro, donde dicho hombre pesa 70 [kg] y mide 1.67 [m]. Para realizar el análisis del diseño de la prótesis para miembro inferior se utilizará el diagrama de la caja negra, que dividirá en funciones el diseño de la prótesis. La caja negra tiene entradas y salidas como se muestra en la figura 1, la caja negra servirá para satisfacer los estados de necesidad de diseño a alcanzar.



Figura 1: Esquema de caja negra, planteada para el diseño de la prótesis para miembro inferior.

Se dividió el proceso de diseño en sistemas y a su vez estos en funciones. Para este caso de diseño, se propone que los sistemas que conformen el diseño de la prótesis para miembro inferior a nivel transfemoral sean los siguientes: sistemas mecánicos, sistemas electrónicos y sistemas de interfaz, figura 2. Las funciones de cada sistema, serán las que se encargarán de resolver de forma específica cada una de las *condiciones de acción* de los sistemas, es decir serán las que interactuarán entre sí para lograr el funcionamiento de la prótesis.

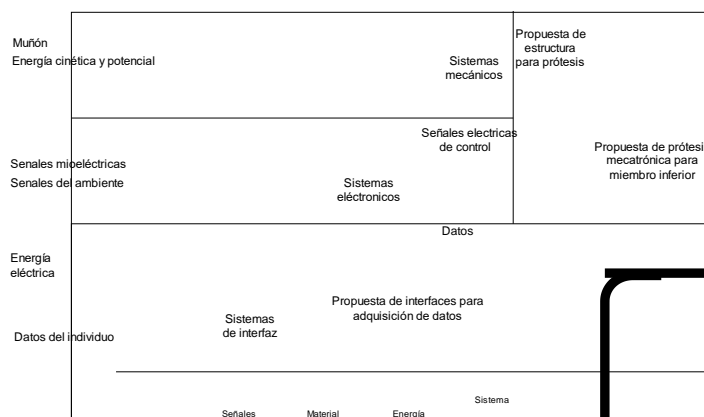


Figura 2: Sistemas que conformaran a la prótesis mecatrónica.

Para cada función, se propondrán conceptos que se pretende resuelvan a la función. Los conceptos, son la tecnología o el principio que se busca satisfaga a la función en el diseño. Los conceptos propuestos en cada función, surgirán de una lluvia de ideas, basada en la experiencia propia del diseñador y de la investigación realizada en los artículos comerciales de los que se obtuvieron los criterios de diseño de la tabla 1.

*Sistema mecánico:*

Son las funciones que conformarán la estructura de la prótesis y que se encargarán de reestablecer la simetría corporal del individuo, mediante la simulación de la extremidad perdida, en cuanto a dimensiones y formas, figura 3. Los sistemas electrónicos y de interface no se mostrarán ya que el principal sistema es este.

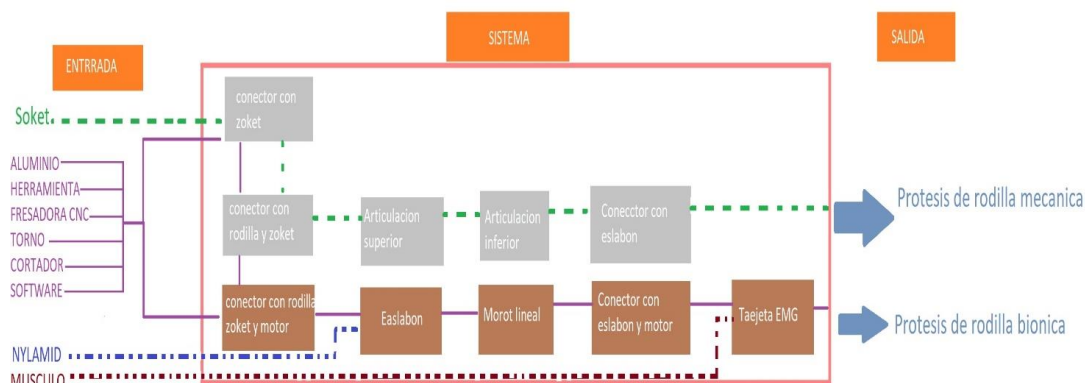


Figura 3: Sistemas mecánicos.

*Propuesta de configuración de prótesis mecatrónica para miembro inferior a nivel transfemoral.*

El diseño de prótesis de rodilla, va dirigido a los discapacitados amputados de alguna de sus extremidades inferiores a nivel transfemoral y que tengan el otro miembro inferior en buen estado físico. Con las funciones mostradas en la figura 3 y sistemas mostrados en la figura 2, se propone la configuración de diseño del prototipo de prótesis de rodilla mecánica-biónica para miembro inferior a nivel transfemoral, que permitirá al individuo de forma controlada caminar a diferentes velocidades de forma natural, además de subir o bajar escaleras y sentarse o pararse.

En la figura 4 se muestra la propuesta de diseño de prótesis biónica para miembro inferior a nivel transfemoral. Donde (A) es el socket inteligente, deformable y ajustable por medio de un sistema de aire, (B) es la rodilla policéntrica con elementos de potencia, (C) son los elementos estructurales de unión, (D) es el tobillo-pie que se encargará de la estabilidad del individuo y que absorberá la energía potencial del individuo al caminar aumentando de tal forma la eficiencia de la marcha protésica, (E) es la carcasa de la prótesis, encargada de la parte estética del diseño, (F) es la rodillera encargada de activar el modo de trabajo de la prótesis, (G) representa la comunicación entre la prótesis y los dispositivos que interactuarán con ella, (H) representa la computadora desde la que se ejecutará el software desarrollado para la adquisición de datos de las variables de la prótesis, dicho software contendrá un juego para el entrenamiento y rehabilitación del discapacitado, (I) representa el cargador con el que se cargará eléctricamente la prótesis de cualquier toma eléctrica, (J) representa la funcionalidad de la prótesis de permitir al individuo de bajar y subir escaleras, (K) muestra que el individuo podrá sentarse y pararse, (L) representa que el individuo podrá caminar de forma natural. En este trabajo únicamente se diseñó y manufacturo la rodilla protésica dejando para trabajo futuro el diseño del tobillo pie.

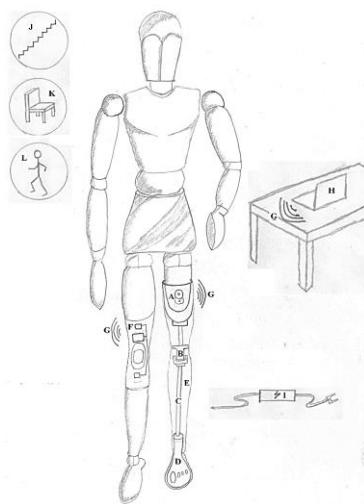


Figura 4: Propuesta de diseño de la prótesis mecatrónica para miembro inferior a nivel transfemoral.

*Diseño en software de CAD de Rodilla mecánica-biónica.*

Se digitalizará únicamente la prótesis de rodilla del diseño total conceptual mostrado en figura 4, con ayuda de software Solid Works y posteriormente se obtendrá el código G con ayuda del software Spectra CAM, para su posterior manufactura en fresadora CNC en el que se tomarán como referencia los planos de las piezas previamente diseñadas en Solid Works y posteriormente se introduce en la maquina CNC el código G, generado por Spectra CAM, para poder maquinar cada una de las piezas y finalmente las piezas se detallarán en torno manual, manufacturando cuerdas o roscas, según cada pieza. El proceso de diseño y manufactura de la rodilla protésica se realizó con el objeto de imitar los movimientos de flexo extensión de la rodilla biológica del ser humano.

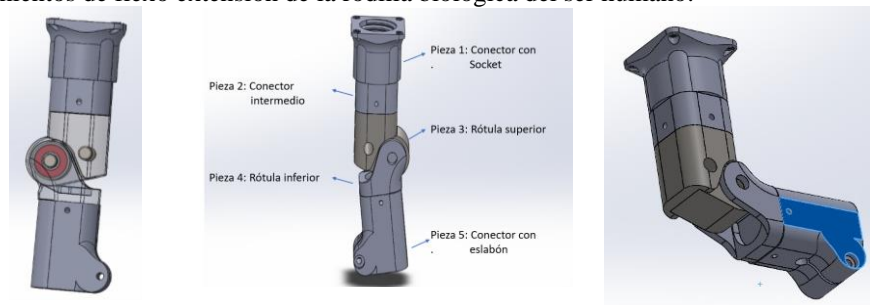


Figura 5: Diseño de protesis de rodilla RP



*Manufactura CAM de Rodilla mecánica.*

A continuación, se explicará el proceso de manufactura de las piezas que conformarán la prótesis de rodilla mecánica. Para maquinar cada una de las piezas ejemplo figura 6, se tienen que guardar los planos que se van a maquinar de cada una de las pieza en formato DXF de esta manera se puede importar al programa Spectra CAM como se muestra en la Figura 7, en el programa se tendrá que seleccionar la herramienta contorno y con el ratón se elige el contorno del plano, el cual se colocara de color rojo, posterior se seleccionara el botón SETUP y se colocaran los datos requeridos para poder operar la maquina Promill 8000, donde se maquinará cada una de las piezas figura 8. El tiempo de espera dependerá de la CNC y de cada pieza que se tenga que maquinar. Esta pieza requirió de acabado en torno para la cuerda hembra como se muestra en la figura 9. Es importante mencionar que cada una de las piezas se maquina en aluminio, debido a sus buenas propiedades mecánicas y su bajo costo de adquisición.

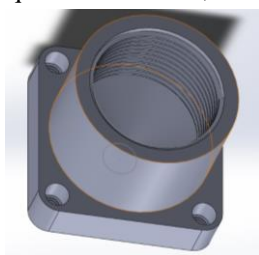


Figura 6: Pieza en Solid Works

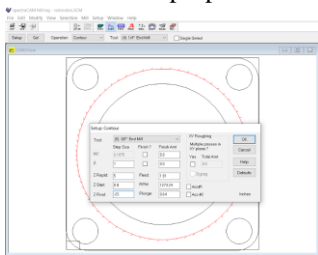


Figura 7: Pieza en Spectra CAM



Figura 8: Maquinándose en Fresadora Promil 8000



Figura 9: Acabado de pieza con torno manual

Posteriormente se fabricaron cada una de las piezas de la prótesis de rodilla mecánica siguiendo la metodología anteriormente explicada y se logró armar el prototipo como se muestra en la figura 10, prototipo que permite la flexión y extensión en la articulación de la rodilla, por lo que es de un grado de libertad. Hasta este punto de la manufactura y diseño la prótesis de rodilla es mecánica.



Figura 10: Prótesis de rodilla mecánica manufacturada en fresadora CNC y torno manual.

*Instrumentación de la prótesis Rodilla mecánica a biónica.*

Finalmente, para la prótesis de rodilla mecánica se diseñaron dos piezas mas con la ayuda de SolidWorks y se manufacturaron con la fresadora CNC y con el torno manual, pero además se agregó un motor lineal de 750 N de fuerza, un sensor EMG desarrollado por la marca MICROPROTS y una tarjeta de control ESP32 como se muestran en la figura 11. El sensor EMG tiene el objetivo de adquirir la señal mioeléctrica del musculo en el que se conecte por medio de Electrodoes superficiales, señal que es procesada y digitalizada por medio de la tarjeta de control ESP32, tarjeta que digitaliza la señal mioeléctrica con una resolución de 4096 bits y por medio de tal resolución puede controlar la posición y velocidad del actuador lineal de 750 N y el actuador lineal se encarga de la flexión y extensión de la rodilla protésica.

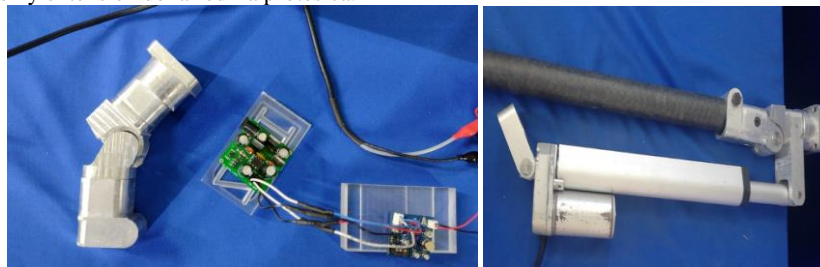


Figura 10: Prótesis de rodilla mecánica-biónica.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

En este trabajo se logró llegar a un prototipo funcional de prótesis de rodilla mecánica-biónica por medio de la metodología de diseño del producto de Ulrich. Primero por medio de una investigación en prótesis de rodilla mecánica y biónica se recopilaron criterios de diseño y de esta manera se encontraron los criterios necesarios para conformar el diseño de la prótesis de rodilla mecánica – biónica. En segundo la prótesis se diseñó con Solid Works y simulo su manufactura con el software Sprecra CAM y en tercero se manufacturaron las piezas con una fresadora CNC Promil 8000 de cuatro grados de libertad y un torno manual, las piezas de la rodilla protésica se manufacturaron en material de aluminio por sus características mecánicas y de esta manera el prototipo de prótesis resulto funcional y accesible en cuanto a costo. Ya que el costo de la prótesis de rodilla mecánica – biónica con los conectores, tornillos, eslabones, piezas maquinadas, motor lineal, unidad de control y sensor EMG figura 11, tuvo un costo unitario de 10 mil pesos de fabricación, sabiendo que en el mercado estas prótesis cuestan de 80 mil hasta 500 mil pesos dependiendo de si son mecánicas o biónicas, aunque esta prótesis mecánica-biónica le falta aún el socket y el tobillo pie, aun así su costo final de fabricación quedara por debajo de los 25 mil pesos, resultando a un costo accesible como se propuso en este trabajo,



Figura 11: Prótesis de pierna mecánica-biónica.

### Conclusiones

Se logro diseñar y fabricar una prótesis mecánica de rodilla con un grado de libertad, sabiendo que este tipo de prótesis de rodilla son las de mayor uso a nivel mundial, a la cual implementando un actuador lineal de 750N de fuerza y dos piezas mecánicas que también se manufacturaron, más un módulo de control y un sensor EMG, se logró instrumentar la prótesis mecánica en biónica. Por lo que en este trabajo se logra demostrar que una prótesis mecánica convencional se puede instrumentar a biónica por medio de un actuador lineal y un sistema de control como se muestra en la figura 11. Por lo que los pacientes que cuenten con una prótesis mecánica se les podrá instrumentar su prótesis para convertirla en una prótesis biónica a un costo accesible y así puedan usar su prótesis con las dos modalidades mecánica – biónica o también con este trabajo se podrá proporcionar una prótesis mecánica-biónica a las personas con amputación a nivel transfemoral que aún no cuenten con una prótesis.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en las siguientes recomendaciones:

- Trabajar con acero en vez de aluminio.
- Trabajar con tubo de titanio en vez de Nylamid
- Contar con cortadores de repuesto ya que puede llegar a romperse y así evitar retrasos en la manufactura.

## Referencias

- ALLEN, Betania et al. “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012” Resultados nacionales, Instituto Nacional de Salud Pública, México 38-41 pág.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). “Las personas con discapacidad en México: una visión al 2010”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, INEGI, 2013, 272 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). “Clasificación de Tipo de Discapacidad”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, INEGI, 2012, 55 p.
- [en línea] <http://www.salud180.com/salud-z/amputacion-de-extremidades-inferiores.> (consultado el 20 de abril del 2014).
- ULRICH, Eppinger. “Diseño y desarrollo del producto”, 4 ed, Mc Graw Hill, Mexico, DF, 406 pág.
- MOORE, Keith. “Anatomía con orientación clínica”, 6ª, Wolters Kluwer, México, 1133 pág.



# Rehabilitación Muscular y Biomecánico por Realidad Virtual y Aumentada

Ing. Cristhian Miguel Prieto Villalba<sup>1</sup>, Ing. Ezequiel del Ángel Salomón<sup>2</sup>,  
Ing. Jehovanni García Hernández<sup>3</sup> Ing. Francisco Morales García<sup>4</sup> y Edgar García Gómez<sup>5</sup>

**Resumen:** En este artículo se presentará el proceso de diseño, fabricación y armado de una PCB para un dispositivo EMG en componentes SMD, con este dispositivo se adquirirá la señal muscular de la región en la que se coloque por medio de electrodos superficiales en tiempo real y así poder evaluar de forma cuantificable los gestos motores del musculo, sin provocar molestias en el paciente y evitando que sea invasivo el dispositivo. Este circuito EMG se implementará con videojuegos para la rehabilitación motriz en pacientes con atrofiamiento muscular causado por enfermedad o por accidente, así también en pacientes con amputación en alguna extremidad superior o inferior. Para poder diseñar la tarjeta EMG se ocupó la metodología de diseño de ULRICH la cual guio el diseño y fabricación de la tarjeta EMG, pero además fue necesario realizar una investigación sobre la anatomía de los músculos superficiales del cuerpo humano en libros de anatomía. La investigación de este proyecto se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Iztapalapa y por la marca MICROPROTS

**Palabras clave:** Placa de circuito impreso (PCB), electromiografía (EMG), dispositivo de montaje superficial (SMD), videojuego en realidad aumentada, videojuego en realidad virtual, señal mioeléctrica. amputación en extremidad. Internet de las cosas.

## Introducción

En este trabajo se presenta el diseño de una tarjeta EMG con la capacidad de adquirir y procesar la señal mioeléctrica generada por el músculo de la región en la que se coloquen los electrodos en el cuerpo humano. La señal adquirida del musculo se basa en potenciales de acción en la membrana de la fibra muscular, que resultan de los procesos de contraer y relajar el musculo. Después de la excitación inicial el potencial viaja a lo largo de la fibra muscular y en su trayecto pasa por la región donde se ubican los electrodos, los electrodos, en este caso 2 electrodos se ubican en el músculo a examinar teniendo una separación de 10 mm cada uno, por lo tanto, estos 2 están captando la señal de despolarización y un tercer electrodo es el encargado de registrar un potencial en reposo. De esta manera, la señal registrada por los 3 electrodos entra al circuito EMG, el cual después de obtener la diferencia de potencial se encarga de amplificar la señal, ya que la señal en crudo adquirida por los electrodos varía de  $\mu V$  a mV, posteriormente pasa a una etapa de filtrado ya que el circuito es susceptible a cualquier tipo de ruido del medio y finalmente se digitaliza la señal por medio de un microcontrolador, para así analizar el potencial de acción motora del musculo de una forma gráfica por medio de videojuegos usando la tecnología de internet de las cosas.

Se siguió la metodología de diseño de Ulrich para realizar el diseño de la PCB de la tarjeta EMG, diseño que se dividió en funciones y elementos para posteriormente generar conceptos solución para cada uno de las funciones teniendo como referencia los criterios de diseño, por medio de las matrices de filtrado se logró seleccionar el mejor concepto solución para cada una de las funciones definidas. Al obtener los conceptos solución para cada una de las funciones se procedió a su aplicación en la configuración en el rediseño de la tarjeta EMG, una vez teniendo la configuración de la tarjeta EMG se realizó el circuito eléctrico en software y una vez verificado el circuito por medio de simulación se procedió con la adquisición de los componentes electrónicos SMD al igual que generar un archivo GERBER del circuito el cual se mandó a una empresa para su fabricación. Posteriormente se armó el circuito y se verificó su funcionamiento con ayuda del osciloscopio. Finalmente se hicieron pruebas con la tarjeta EMG con diferentes sujetos de prueba, desde personas con o sin amputación realizando contracciones musculares en brazo (músculos bíceps) y pierna (recto femoral). Y también se realizaron pruebas de funcionalidad con usuarios que presentan amputación en extremidades superior e inferior con videojuegos para la rehabilitación.

<sup>1</sup> Ing. Cristhian Miguel Prieto Villalba es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX.

[Cristhian.pv@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:Cristhian.pv@iztapalapa.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Ing. Ezequiel del Ángel Salomón es Subdirección de servicios administrativos del TecNM campus Iztapalapa, CDMX,

[sub\\_administrativa@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:sub_administrativa@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Ing. Jehovanni García Hernández es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,

[jhovanni.gh@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:jhovanni.gh@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Ing. Francisco Morales García es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,

[francisco.mg@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:francisco.mg@iztapalapa.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Alumno Edgar García Gómez es Alumno de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM campus Iztapalapa, CDMX,

[1151080380@iztapalapa.tecnm.mx](mailto:1151080380@iztapalapa.tecnm.mx)

## Descripción del Método

### Objetivo:

Diseñar y fabricar PCB de electromiograma en componentes de montaje superficial e implementar la tarjeta EMG con videojuegos para rehabilitación motriz por medio de la tecnología del internet de las cosas.

### Planteamiento del problema:

Se requiere diseñar, fabricar y armar una tarjeta EMG de tamaño de 3.7x3.5 cm en componentes SMD. Para conformar un dispositivo medico que se pueda implementar en tratamientos de rehabilitación motriz por medio de videojuegos y con este poder cuantificar que tanto mejora un paciente durante un tratamiento de rehabilitación, además de que este dispositivo lo pueda usar el paciente en las clínicas o desde su casa bajo la supervisión del especialista, esto último para evitar que el paciente este asistiendo de forma constante a la clínica y así evitar que el proceso de rehabilitación sea tan tedioso, motivo principal por el cual los pacientes en un 70% no se rehabilitan o dejan el tratamiento a la mitad, todo esto siendo posible por medio de la tecnología de internet de las cosas que permite unir al paciente y especialista por medio de la tecnología. Los videojuegos que se desarrollaron para la rehabilitación van desde videojuegos 3D, videojuegos en realidad virtual y videojuegos de realidad aumentada.

### Desarrollo: Neurona motora.

La Neurona es la célula fundamental y básica del sistema nervioso, el término neurona se refiere a la célula nerviosa completa incluyendo su núcleo, el citoplasma circundante (pericarión) y una o más prolongaciones protoplásmicas que pueden ser los axones y las dendritas (figura 1). Las fibras motoras somáticas se encargan de transferir impulsos a los músculos esqueléticos (voluntariamente). Un mismo músculo acoge varias fibras nerviosas motoras, la unión entre una sola neurona motora y las fibras musculares que inerva se llama Unidad motora (figura 2). Estos tamaños van desde neuronas que activan 10 fibras musculares, como los ojos, hasta neuronas que activan hasta 200 o más fibras musculares, como los músculos de las extremidades. En el primer caso, el movimiento es fino y casi sin fuerza, y en el último caso, el movimiento es brusco y la fuerza es grande. Los músculos de las extremidades tienen muchas unidades motoras que se contraen alternativamente. Esto indica que el músculo está en un estado semi-contractil continuo a esto se le llama tono muscular. La innervación de los músculos esqueléticos es a través de nervios mixtos, motores y sensitivos, abordándolos por sus caras profundas siendo de esta manera menos vulnerables a las lesiones externas. Las neuronas motoras se originan en la corteza cerebral motora. A partir de ahí, se conectan con otras neuronas motoras en el tronco cerebral (Tálamo y Bulbo Raquídeo) y eventualmente con las que se encuentran en la médula espinal, específicamente en las astas anteriores terminando en su órgano receptor que son los músculos.



Figura 1: Neurona.

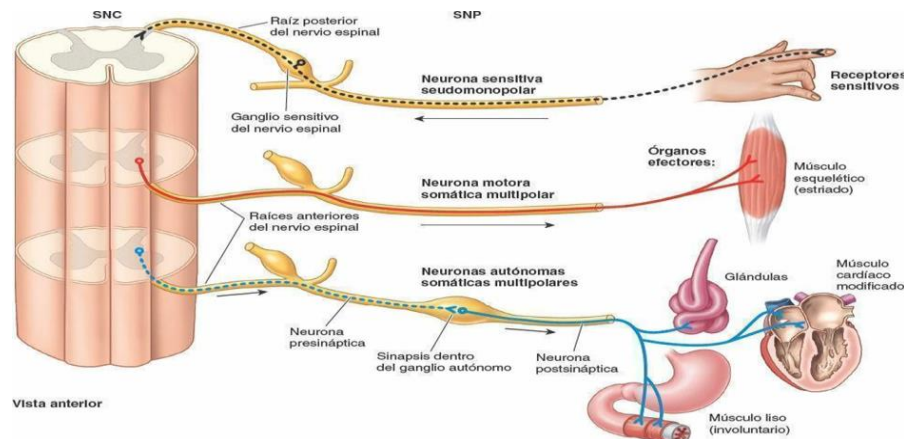


Figura 2: Neurona motora somática multipolar

### Señales bioeléctricas (EMG).

La electromiografía (EMG) se encarga de la detección, análisis y uso de la señal eléctrica que se genera cuando un músculo se contrae. La señal electromiográfica permite construir el electromiograma, que corresponde a la suma temporal y espacial de los potenciales de acción de las unidades motoras durante la contracción, permitiendo cuantificar de manera precisa y objetiva el comportamiento bioeléctrico muscular (figura 3).

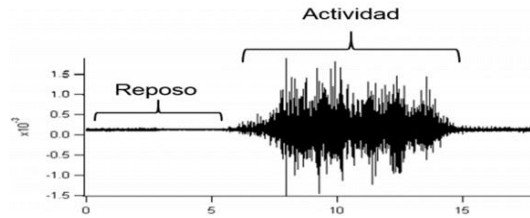


Figura 3: Señal EMG

Por su parte, la EMG de superficie permite estudiar la actividad bioeléctrica del músculo mediante el registro de las diferencias de potencial registradas en la superficie de la piel. Se basa en el uso de electrodos superficiales que son ubicados directamente sobre la piel del músculo que se quiere evaluar. Una de las ventajas de la EMG de superficie es su utilidad para evaluar gestos motores, ya que no provoca molestias musculares y la ubicación de los electrodos es fácilmente reproducible.

*Caja Negra*

El siguiente paso dentro de la metodología de Ulrich es la realización de la caja negra en donde se definirán las entradas y salidas de esta, en este caso la caja negra es para el diseño del circuito EMG (Figura 4).

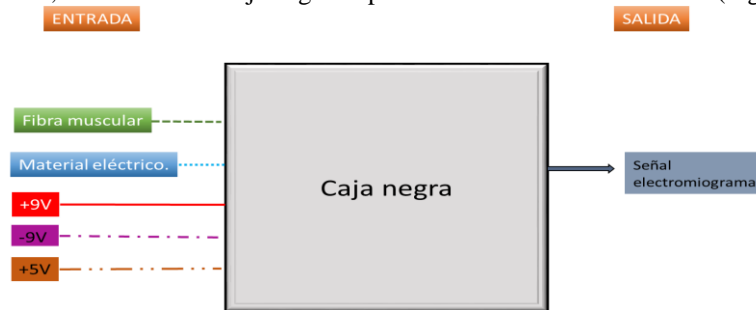


Figura 4: Caja negra

*Funciones y elementos del diseño del circuito EMG*

La caja negra, representa el sistema eléctrico del circuito EMG el cual se compone de funciones y elementos como se muestra en la figura 5, donde las funciones son las encargadas de resolver de forma específica cada una de las acciones del sistema, las cuales interactúan entre sí para lograr el funcionamiento de la tarjeta EMG y los elementos son componentes que ayudan en la interacción de las funciones.

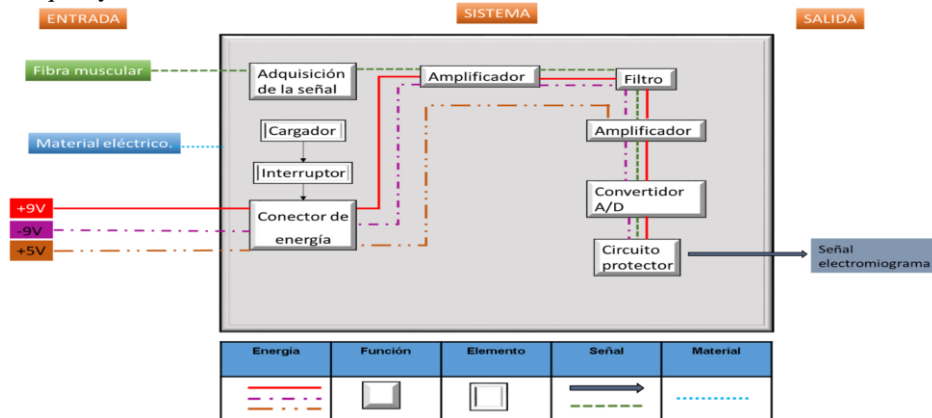


Figura 5: Funciones que componen el sistema EMG

En la Tabla 1 se muestra el listado de funciones y elementos que constituyen el sistema de circuito EMG como se muestra en el diagrama de la figura 5, en conjunto de los conceptos solución que resuelven a las funciones y elementos en componentes de montaje superficial (SMD).

Tabla 1: Concepto solución del diseño actual de circuito EMG

Función	Elemento	Concepto solución	Imagen
Adquisición de la señal		Electrodos de montaje superficial	
		Conector de grado médico	
		Plug 3.5	
	Interruptor		
Conector de energía y de salida			
Amplificador	Amplificador		
	Trimpot		
	Capacitor		
Filtro			
Amplificador 2		LM393	
ADC		AD536	

*Propuesta de diseño conceptual.*

Con los conceptos solución para cada una de las funciones y elementos que se enlistan en la tabla 1, se llegó a la siguiente propuesta de diseño conceptual que se muestra en la figura 6.

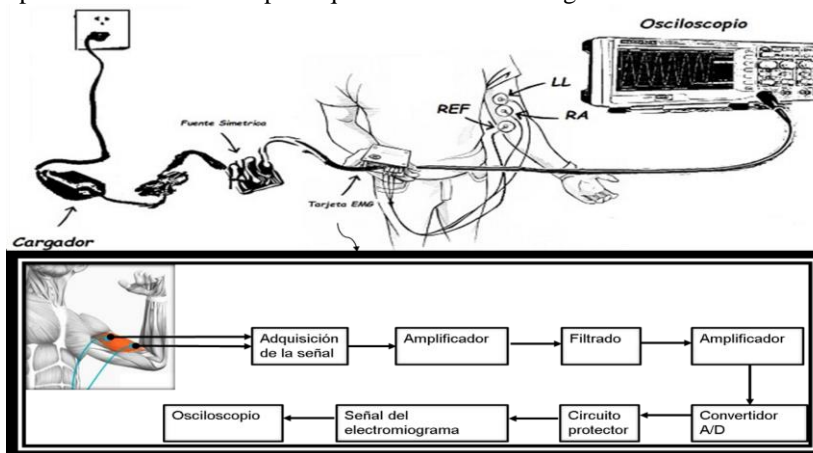


Figura 6: Diseño conceptual

*Adquisición de la señal Bioeléctrica.*

Por medio de electrodos de superficie y cable de grado médico se obtuvo la señal en crudo (Figura 7) para tenerla de referencia durante el proceso del análisis y diseño en cada una de las etapas de la tarjeta EMG a fabricar. Después la señal adquirida sin procesamiento se amplificó y filtro, de tal manera que únicamente se graficaron los puntos máximos en el osciloscopio, etapa en la que el circuito se probó en una tarjeta de prueba protoboard como se muestra en la figura 8.

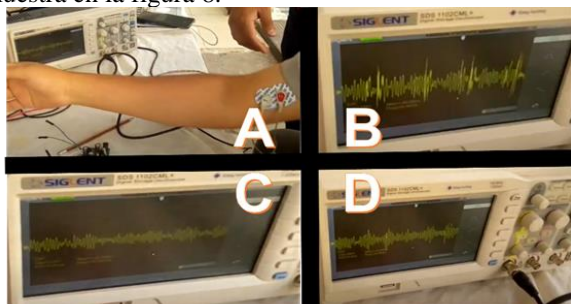


Figura 7 Señal en crudo



Figura 8 Etapa de convertidor A/D con ADC536

*Diseño y fabricación de PCB para circuito EMG en componentes SMD.*

Para el diseño de la PCB en PROTEUS se tuvo que acudir a las páginas 3DCONTENTCENTRAL y ULTRALIBRARIAN con el fin de obtener las librerías de algunos componentes eléctricos en SMD ya que, al realizar el esquema electrónico, algunos de los dispositivos solo estaban en tecnología THD en el software PROTEUS o no se contaba con la librería completa para su representación en SMD del circuito EMG. En este apartado del diseño de la PCB es básicamente un diseño en 2D del esquema electrónico, por lo que en esta parte se visualizan cuestiones como dimensiones de los componentes seleccionados, las conexiones entre dispositivos mediante pistas, la visualización y diseño de las capas que componen el circuito, así como el acomodo de los componentes, en otras palabras en esta sección se realiza el diseño de la tablilla como se muestra en la figura 9, el CAD del modelo 3D del circuito EMG con componentes SMD se visualizar de forma virtual como se muestra en la figura 10. Después se procedió a realizar la fabricación de la PCB, el proceso de manufactura de PCB (tablilla de circuito impreso) lo realizó una empresa la cual pide como requisito un archivo GERBER, en este se hallan todos los archivos necesarios que conforman al circuito, posteriormente se seleccionaron algunas opciones de diseño que se proporcionaron a la empresa y el resultado final de la manufactura de la PCB se muestra en la Figura 11. Finalmente, ya teniendo las PCB del circuito EMG, se adquirió el material eléctrico en componentes SMD, posteriormente se procedió al armado, el cual consistió en proporcionar a cada una de las pistas soldadura en pasta para poder colocar encima de esta los componentes e ir acomodando cada uno de los componentes y así de esta forma poder soldar todas las piezas de un solo paso, con una estación de aire caliente. El resultado final se muestra en la Figura 12.



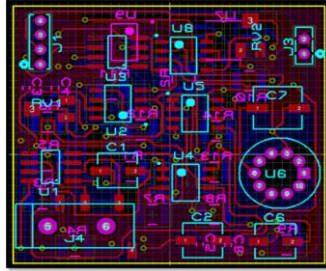


Figura 9: Diseño de PCB en PROTEUS

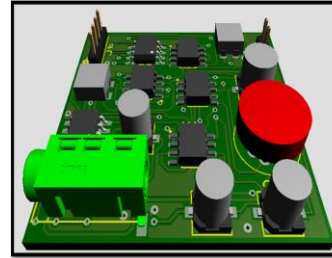


Figura 10: Modelo 3D del circuito EMG

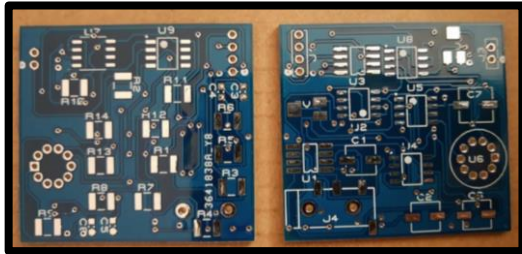


Figura 11: Manufactura de PCB

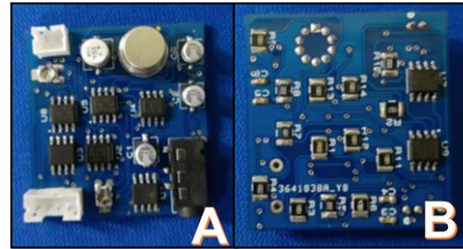


Figura 12: Armado de PCB A) Cara superior y B) Cara inferior

*Pruebas de funcionalidad en osciloscopio del circuito EMG.*

Una vez armada la tarjeta EMG se conectó a una fuente la cual se encarga de alimentar el circuito, se conectaron los electrodos en musculo biceps y se registraron las señales con ayuda de un osciloscopio conectado paralelamente con el multímetro así como se muestra en la Figura 13

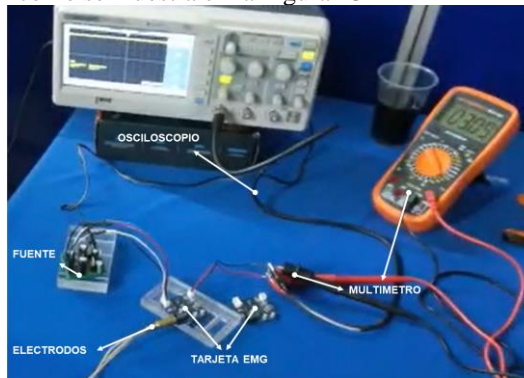


Figura 13: Conexión de tarjeta EMG

Primero se realizaron pruebas en el musculo bíceps realizando diferentes ejercicios como por ejemplo curl sin mancuerna, como se muestra en la Figura 14, obteniendo un voltaje máximo de 5.4V en la flexión aplicando contracción y un voltaje mínimo de 0.4V en la extensión y relajando el musculo bíceps. Antes de los ejercicios el voltaje de la señal en reposo era menor a 0.3 volt y al termino de estos la señal en reposo era menor de 0.3 volts.



Figura 14: Tarjeta EMG en el musculo bíceps realizando curl sin mancuerna



Posteriormente se probó en el musculo recto femoral realizando diversos ejercicios como por ejemplo estocada como se muestra en la Figura 15. obteniendo un voltaje máximo de 5.6V en la flexión y un voltaje mínimo de 1 V en la extensión. Al igual que en el musculo bíceps el voltaje en reposo antes y después de los ejercicios vareo ya que el musculo sufre un desgaste después de ser sometido a esfuerzos constantes.



Figura 15: Ejercicios en musculo recto femoral con tarjeta EMG.

### Resumen de resultados

En este trabajo se logró probar la tarjeta EMG con un osciloscopio en un paciente con amputación a nivel transhumeral en el que se logró adquirir la señal mioeléctrica del bíceps del muñón de la extremidad derecha, por lo que se concluye que el musculo bíceps aún tiene vida como se muestra en la Figura 16. También se lograron realizar pruebas con un videojuego de rehabilitación (Figura 17), esto último con el fin de mostrar una de sus aplicaciones que tendrá esta tarjeta en los proyectos de MIROPROTS.



Figura 16: Prueba en paciente con amputación transhumeral



Figura 17: Prueba de la tarjeta EMG con videojuego de rehabilitación

Al igual que en el caso anterior la tarjeta EMG se sometió a pruebas de funcionalidad con una peciente que presenta amputación transfemoral como se muestra en la figura 18 y el circuito respondió correctamente a los estímulos realizados por el usuario obteniendo así el control del videojuego que se muestra.



Figura 18: Prueba de la tarjeta EMG con videojuego de rehabilitación en persona con amputación transfemoral

### *Conclusiones*

- Se logró diseñar y fabricar la tarjeta eléctrica de electromiograma en componentes SMD midiendo 37 X 35 mm. La fabricación de la tarjeta EMG permite adquirir y procesar las señales de los músculos en donde se coloque por medio de los electrodos y cables de grado médico. Esta tarjeta permite adquirir las contracciones musculares con variación de voltaje, la tarjeta se puede ajustar a cada usuario, y así al procesar la señal esta variara en un rango de 0 a 5 V. Para la realización del diseño fue indispensable analizar el circuito electrónico con un osciloscopio en sus diferentes etapas. Realizar el diseño del diagrama y de la PCB en PROTEUS ayudo a la fácil fabricación de la tarjeta EMG ya que se generó un archivo GERBER el cual se mandó a una empresa y después se fabricación las PCB del circuito EMG. Dado los componentes utilizados en este trabajo (SMD) se utilizó una estación de soldar para poder realizar el armado de la PCB de una manera más fácil.
- Al realizar pruebas de funcionamiento la tarjeta operó eficazmente y se ajustó a cada uno de los sujetos de prueba sin ningún problema, la tarjeta se probó con un videojuego de rehabilitación lo cual hizo que el usuario se familiariza rápidamente a las contracciones que tenía que generar y visualizara de forma agradable la respuesta del músculo y así de esta forma ya no es necesario el osciloscopio para visualizar las señales

### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en las siguientes recomendaciones:

- Antes de manufacturar un circuito PCB se debe de corroborar su adecuado funcionamiento por medio de software y posteriormente corroborar su funcionamiento en una protoboard.
- Realizar mas pruebas de funcionalidad con pacientes del mismos tipo de amputación
- Colaborar en paralelo con un hospital de rehabilitación.

### **Referencias**

- ULRICH, Eppinger. “Diseño y desarrollo del producto”, 4 ed, Mc Graw Hill, Mexico, DF, 406 pág.
- MOORE, Keith. “Anatomía con orientación clínica”, 6ª, Wolters Kluwer, México, 1133 pág
- OpenStax CNX. (s. f.). OpenStax CNX. (En línea) <https://cnx.org/contents/56AW05H8@13.4:27Ojy3JX@5/Sistema-Musculoesquelético>
- Barone L. R., Rodríguez C. E., Ghiglioni M. L. , González C. D., Luna S. S., Cuenca A. G., García W., etc. (s. f.). Untumbes.edu.pe. (En línea)

## El Aprendizaje Virtual en las Escuelas Normales

Dr. Luis Antonio Rabadán Miranda<sup>1</sup>, Dra. Laritssa Solís Delgado<sup>2</sup>,  
Dr. Francisco Martínez Lorenzana<sup>3</sup>, Mtro. Calixto Flores Marmolejo<sup>4</sup> y Mtro. Obed Basave Montaña

**Resumen** La nueva cultura de enseñanza en las escuelas normales, exige cambios en las formas de enseñar a los futuros maestros y en consecuencia estos adquieran una nueva forma de aprender y gestionar el conocimiento. Es necesario el diseño e innovación de un aprendizaje presencial y virtual en las escuelas normales ante la nueva normalidad de la enseñanza, ello implica crear escenarios innovadores como una acción importante que el docente debe de implementar con los estudiantes. Es preciso centrar ahora la formación docente, en lo que el docente hace y no en lo que es, enseñar a los normalistas a aprender para ser buenos maestros para toda su vida profesional, aún en estos tiempos de incertidumbre y nuevos cambios, donde son necesarios nuevas formas de aprendizaje emergentes. Esto significa aprender con nuevos retos, nuevos recursos, aprender a aprender con la tecnología y sin tecnología.

### **Palabras clave**

Educación, Formación, Calidad, Profesionalismo, Innovación.

### **Introducción**

La innovación en el aprendizaje debe partir por parte de los profesores de las escuelas normales, utilizando los medios y recursos tecnológicos para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la formación de docentes, determinando el perfil de egreso de una escuela normal moderna, lo cual, supone un proceso integral que fomente el aprendizaje autónomo de los normalistas e implique la creación de una cultura incluyente para la apropiación del conocimiento.

La actual pandemia del COVID-19 que se vive en todo el mundo y en específico en México nos deja ver la realidad de que no estamos preparados para afrontar una contingencia, el tener que migrar los cursos de las diferentes licenciaturas que se imparten de manera presencial a una manera virtual, nos ha llevado a realizar diferentes estrategias por parte del profesorado que esta comprometido en la formación del futuro docente. Estos cambios de llevar a cabo la enseñanza en una modalidad virtual, nos exige un amplio uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para apoyar la enseñanza presencial, ahora de manera virtual.

Esta investigación esta orientada hacia la necesidad de promover las Tecnologías del Aprendizaje y el conocimiento (TAC), sustentando el diseño e innovación de un aprendizaje que se debe de considerar en las escuelas normales, considerando los aspectos teóricos que posibilitan el desarrollo de habilidades, valores, sentimientos y nuevos umbrales de representación cognitiva, que influyen en el aprendizaje de quienes interactúan con estos entornos, convirtiéndolos en un poderoso mediador educativo.

El resultado de este trabajo es destacar la importancia del diseño e innovación de un aprendizaje presencial y virtual en las escuelas normales, considerando las nuevas situaciones que se están presentando en la actualidad es necesario que las escuelas normales evolucionen y cuenten con programas virtuales para poder enfrentar los nuevos retos de la educación con apoyo de las Tecnologías del Aprendizaje y la comunicación. En este sentido el personal docente de las escuelas normales, debe ser competente en el diseño e innovación de un aprendizaje presencial y virtual, basándose en una eficaz gestión de contenidos y de información actualizada, permitiendo la mejora del rendimiento individual y grupal de los futuros docentes, potenciando su aprendizaje, la actitud positiva hacia la investigación científica, el uso de las tecnologías y su aplicación en la vida profesional.

<sup>1</sup> Dr. Luis Antonio Rabadán Miranda es Docente del Centro Regional de Educación Normal, Iguala, Guerrero, México. [luis\\_rabadan04@hotmail.com](mailto:luis_rabadan04@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Laritssa Solís Delgado es directora de la Unidad de Servicios de Apoyo 0169, Iguala, Guerrero, México. [laritssa\\_20@hotmail.com](mailto:laritssa_20@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Francisco Martínez Lorenzana es Docente del Centro Regional de Educación Normal, Iguala, Guerrero, México. [paciano46@outlook.com](mailto:paciano46@outlook.com)

<sup>4</sup> Mtro. Calixto Flores Marmolejo es Docente del Centro Regional de Educación Normal, Iguala, Guerrero, México. [calixto\\_flores19@hotmail.com](mailto:calixto_flores19@hotmail.com)

Mtro. Obed Basave Montaña es Docente del Centro Regional de Educación Normal, Iguala, Guerrero, México.

Por lo tanto, como conclusión fundamental, nos indica este trabajo, que con el uso de estas tecnologías por parte de la escuela normal es posible implicar más a los futuros maestros en su proceso de aprendizaje y mejorar su rendimiento académico desarrollando habilidades para el manejo de estos entornos y ponerlos en práctica cuando estén inmersos en el servicio profesional docente.

### **Descripción del Método**

#### *La escuela normal ante la educación virtual*

El aprendizaje virtual es la actual condición tecnológica en la que se extienden diversas formas de interacción social (Guerrero, 2010). Esta correlación entre el uso de la tecnología y construcción de procesos de enseñanza es una realidad en estos momentos y que no sorprende, ya que las herramientas digitales, son la base que han permitido a los estudiantes recibir educación. La Educación como proceso social no está ajena de este orden tecnológico (Ramírez, 2014), sin embargo, no se debe aceptar la inserción banal de estas formas de interacción en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitaria, ya que comprometería la calidad de la Educación Virtual (Silva y Romero, 2014).

La Educación Virtual es considerada como una modalidad que asume la Educación Tradicional producto de la globalización, de tal forma que la Educación Virtual es vista como el resultado de las TIC's y la creación de sistemas de acceso a la red (Rama, 2006). Las TIC's han promovido la virtualización de la Educación Superior como un modelo de enseñanza y aprendizaje que incorpora la tecnología y la adquisición de competencias por parte de los alumnos. Además, permite organizar los aprendizajes necesarios y clasificar y definir las diferentes demandas de los profesionales en el mercado laboral.

En este sentido la Educación Virtual incluye dentro de sus componentes: primero, el aula virtual la cual es una adaptación del aula tradicional de clases con la inclusión de componentes tecnológicos avanzados (Tintaya, 2009), segundo, la biblioteca digital que es una extensión de la biblioteca tradicional con la capacidad de manejar altos volúmenes de información (Varela-Orol, 2011), tercero, los tutores virtuales quienes requieren las mismas competencias del docente tradicional y en adición un nuevo conjunto de competencias informacionales (Mon y Cervera, 2013) y cuarto, el campus virtual que es una extensión del campus universitario tradicional donde el estudiante puede acceder a través de un ordenador con conexión a Internet, a los servicios administrativos y académicos de la Universidad tales como: gestionar matrícula, realizar pagos, consultar calificaciones, solicitar el último informe de calificaciones, gestionar un documento de paz y salvo, entre otros (Froilán y Gisbert, 2012).

La introducción y el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's) plantean al mundo educativo de las escuelas normales nuevos retos de crucial relevancia que obligan a asumir y decidir diversas respuestas y alternativas de enseñanza-aprendizaje. En el siglo XX, Silvio (1999) señaló que las universidades de los países en desarrollo enfrentan el desafío de servir a una población de estudiantes cada vez mayor, más diversificada social y culturalmente, en un nuevo ambiente social, más dinámico y turbulento.

En el Siglo XXI, el Informe sobre la Educación Superior en Iberoamérica 2012 – 2017, lista que las principales tendencias son: primero, las personas pretenden poder trabajar, aprender y estudiar cuando quieran y desde donde quieran, segundo, la multitud de recursos y relaciones disponibles en Internet obligan a los educadores a revisar su rol en los procesos de creación de sentido, asesoramiento y acreditación, tercero, las tecnologías que se utilizan están, cada vez más, basadas en la computación en nube, y las nociones de apoyo a las tecnologías de información y comunicaciones están descentralizadas, cuarto, los cambios en la enseñanza universitaria inducen a la mayoría de las universidades a situar la capacitación de los docentes como un elemento estratégico en la calidad de la docencia y finalmente, el ámbito laboral es cada vez más colaborativo, lo que conlleva cambios en el modo de estructurar los proyectos estudiantiles (Durall, Gros, Maina, Johnson y Adams, 2012).

La formación es un proceso que se genera y se dinamiza a través de acciones orientadas hacia la transformación de los sujetos, se trata nada menos que del proceso mediante el cual se da el desarrollo global de las potencialidades del hombre en una dinámica que es al mismo tiempo personificación y socialización.

Así, entendido el concepto de formación, compromete todas las dimensiones de la vida del hombre: el desarrollo personal, las relaciones sociales e institucionales, el trabajo, la cultura, etcétera; en tanto que, en todos esos ámbitos, el hombre puede encontrar y/o propiciar experiencias de formación.

## Comentarios Finales

Las nuevas representaciones de ver la labor del docente, demandan introducciones y conciencia pedagógica que trascienda en la praxis educativa. En la actualidad la enseñanza virtual se ha convertido en una necesidad ante la pandemia que se esta enfrentando en todo el mundo y México no queda fuera, en las escuelas normales se ha tenido que implementar diferentes estrategias para migrar los cursos de las diferentes licenciaturas que son 100% modalidad presencial y que ante el cierre de las instituciones por la pandemia no se puede ofrecer la educación en presencial.

Los retos de la escuela normal es contribuir hoy en día, en alcanzar la inclusión educativa, y esta se puede llegar mediante la formación de Licenciados en Inclusión Educativa con un alto nivel de compromiso. Con frecuencia suponemos que los estudiantes que egresan de las normales cuentan con las competencias para enfrentar la práctica, pero desafortunadamente esto no lo es de todo, por que dentro de las misma normales existen barreras que limitan el logro del perfil de egreso en su totalidad, en este sentido deberán de estar preparados para poder aprender mediante la enseñanza virtual en este proceso de su formación, pero así mismo ellos tendrían que estar preparados para que en su desempeño profesional también puedan dar respuesta ya como docentes en servicio, esto supone que esta nueva modalidad de aprender de manera virtual, no solo está sujeta para poder acreditar los cursos del plan de estudios que cursan para obtener el título de licenciado en Inclusión educativa, esta experiencia que se enfrenta en la actualidad será el principal pilar que debe de tener conocimientos para aprender y para poder enseñar el día de mañana ante otra situación similar.

### *Resumen de resultados*

La enseñanza virtual en la formación docente, supone un gran optimismo para la población normalista, ya que, al formar nuevas generaciones en la Licenciatura en Inclusión Educativa, estaríamos sumando más profesionales con conocimientos en el uso manejo de tecnologías de la comunicación. En este sentido, la falta de docentes capacitados en el uso de las TIC, invita a que toda la planta docente que trabaja en la Licenciatura en Inclusión Educativa se capacite y aprenda el uso y manejo de tecnologías, no podemos estar simulando laborar en una licenciatura que propicia la política educativa en favor de la inclusión y que ellos que están inmersos no se comprometan con esta labor, todo esto por que son un ejemplo de los estudiantes en formación. Así mismo, no es solo referente a los docentes, más bien a toda la comunidad normalista que debe reconocer la necesidad de conocer y manejar las tecnologías y que esta debe ser impulsada desde las escuelas normales.

Los resultados obtenidos se manifiestan de la siguiente manera:

□ El recurso tecnológico que más fue utilizado por parte de los docentes para trabajar de manera virtual fue el WhatsApp, seguido por la plataforma Google Classroom y en tercer lugar el correo electrónico, así mismo también fue utilizado Google Drive, Zoom, video conferencias entre otras. Por lo tanto, se hace notar que el medio más utilizado fue el que se le facilito al docente y no fue el que más haya sido solicitado por el estudiante, ya que los diferentes recursos utilizados fueron considerados por el docente sin tomar en cuenta al alumnado para determinar cual sería el que más se le facilitará. Tomando en cuenta que los estudiantes aún cuando están en un nivel superior, aún cuentan con necesidades para poder acceder a las tecnologías.

□ En el inicio del ciclo escolar la escuela normal no propicio la capacitación y actualización del personal docente para apropiarse de las nuevas políticas educativas en función de la educación inclusiva y en específico, en el uso y manejo de nuevas tecnologías ante la nueva normalidad. Dando como resultado la limitación en el diseño e innovación de un aprendizaje virtual en los estudiantes.

□ La institución no cuenta con las condiciones necesarias para considerarse escuela inclusiva, una de las características que debiera tener la escuela normal al estar ofertando un Licenciatura en Inclusión Educativa. La inclusión es uno de los mayores retos que las escuelas de México deben alcanzar (objetivo de las políticas en inclusión) y las escuelas normales, pueden ser el camino principal para avanzar hacia la inclusión, un camino que no se ha encontrado o el cual se tendrá que ir realizando para lograr. Todos los docentes en una escuela normal, tendrán la responsabilidad de ser los principales promotores para buscar el camino o coadyuvar en el diseño e innovación de un aprendizaje presencial y virtual en la Licenciatura en Inclusión Educativa, promoviendo la implementación del uso de las tecnologías para desarrollar un aprendizaje integral.

En este sentido Ainscow M. (2017), considera que la inclusión es un proceso. Es decir, la inclusión es una búsqueda intercambiable para encontrar los mejores caminos para responder a la diversidad del alumno.



#### Del Docente del CREN

- Falta de actualización en el manejo y uso de tecnologías.
- Barreras de actitud para capacitación.
- Inapropiada profesionalización en el manejo de estrategias y ajustes en los contenidos de los cursos de la Licenciatura en Inclusión Educativa ante la nueva normalidad.
- Resistencia a los cambios que exige la educación virtual en la formación de los Licenciados en Inclusión Educativa.
- Falta de dominio en el manejo de las nuevas tecnologías de la información.
- Desconocer diferentes herramientas y recursos tecnológicos para migrar los contenidos de los cursos en modalidad virtual.
- No estar preparados para la enseñanza virtual.
- Falta de equipos tecnológicos y mala conectividad.

#### Del normalista del CREN

- Ingreso a la Licenciatura en Inclusión educativa sin tener la convicción de formarse en esta profesión.
- Falta de responsabilidad y compromiso en el trabajo en clases y en la práctica docente.
- Desconocer recursos tecnológicos para el aprendizaje virtual.
- Considera un 79.3% que se siente mejor trabajando los cursos de manera presencial y un 20.7% de manera presencial y virtual (híbrido).
- Solicitan que los docentes sean los primeros en aprender y conocer estrategias tecnológicas para llevar a cabo las clases virtuales. En este sentido los estudiantes muestran incertidumbre que la mayoría de los docentes trabajan diferentes recursos tecnológicos y se dificulta estar trabajando con diferentes formas, ha que el docente se unificará y utilizará el mismo recurso tecnológico.
- Consideran importante que la escuela normal ofrezca cursos o talleres para que puedan conocer y utilizar herramientas tecnológicas para poder acceder a las clases virtuales.
- Comentan que la escuela normal debe estar preparada para la enseñanza en la modalidad presencial y virtual.

#### Experiencias de normalistas del CREN ante la experiencia del aprendizaje virtual

- Es notorio que nadie esperaba esta contingencia y menos el trabajar desde casa, estas modalidades tiene sus dificultades y ventajas, lo que si me pareció bueno es que como estudiantes conociéramos algunas plataformas para trabajar a distancia y que pocos maestros se tomaron el tiempo de utilizar estas herramientas tecnológicas y no rezagar el aprendizaje de los temas y contenidos propuestos en nuestros programas de estudio, mi experiencia en lo personal fue bueno trabajar desde casa y ni abandonar el trabajo estudiantil.
- No sé tomaban en cuenta las condiciones de cada alumno y los materiales que este tenía a su alcance.
- Si me gusto trabajar de manera virtual, pero en algunas cosas se me complico un poco.
- Yo considero que es importante que tanto la escuela, maestros y estudiantes estén preparados de manera emocional e intelectual para poder tomar correctamente las clases virtuales por lo que me parece correcto que todos nos capacitemos pero creo que también deben considerarse otros aspectos como la falta de un acceso a internet por parte de estudiantes que vienen de comunidades rurales, los materiales que se nos piden durante las clases debido a que al tener que conseguirlos nos vemos obligados a salir y exponernos, el exceso de tareas de varias materias al mismo tiempo no permiten que le dediquemos el tiempo suficiente a cada tarea entre otros.
- De acuerdo a mi experiencia sobre las clases en línea pienso que tienen tanto ventajas como desventajas, entre las ventajas considero que están: la libertad de elegir en que momento realizar los trabajos y el compromiso de realizar un buen trabajo y poder entregarlos en una fecha límite y si era posible antes. Una ventaja más es que, en lo personal las clases en línea me ayudaron a conocer y dominar plataformas virtuales de aprendizaje que desconocía. Considero que otra ventaja fue el ahorro de dinero en cuanto a los gastos que requería el transporte y los materiales escolares. En cuanto a las desventajas, de acuerdo a mi experiencia considero que están: el exceso de tareas por parte de algunos maestros. Otra de ellas es que en trabajos que se tenían que realizar en equipo, algunos compañeros no mostraban interés por el trabajo, de esta manera era difícil trabajar.

Las escuelas inclusivas representan un marco favorable para asegurar la igualdad de oportunidades y la plena participación, contribuyen a una educación más personalizada, fomentan la colaboración entre todos los miembros de la comunidad escolar y constituyen un paso esencial para avanzar hacia sociedades más inclusivas y democráticas. Muchas escuelas de América Latina han iniciado el camino de la inclusión o están interesadas en hacerlo, sin embargo, pueden sentirse pérdidas o tener dudas respecto de cómo avanzar hacia una mayor inclusión. En este sentido, las



escuelas normales con licenciatura en Inclusión educativa no pueden quedar ajenas a este proceso y son las principales promotoras de favorecer la inclusión educativa preparando profesionistas competentes en el manejo de la conceptualización de la inclusión y preparados en estrategias que ofrecen para minimizar las barreras que enfrenten los alumnos y favorecer su aprendizaje y participación en el ámbito educativo.

### *Conclusiones*

El presente trabajo ha servido, para identificar las barreras que limitan el diseño e innovación de un aprendizaje presencial y virtual en la Licenciatura en Inclusión Educativa, promoviendo la implementación del uso de las tecnologías para desarrollar un aprendizaje integral en las escuelas normales. Lo más importante es que la institución se comprometa, mientras no apoye a los docentes en el camino de la inclusión y la capacitación en el uso y manejo de las tecnologías, nuestros estudiantes estarán quedando fuera del camino a la inclusión.

El fortalecer el desarrollo profesional de la planta docente, que permita consolidar a la institución como inclusiva y competente en el uso y manejo de las tecnologías, es y debe ser una política institucional que debe llevarse a cabo. Asegurar en los egresados de las Escuelas Normales las competencias necesarias para garantizar el conocimiento y uso de las tecnologías. Convertir las Escuelas Normales en Instituciones de Educación Superior inclusivas orientadas a ofrecer resultados y propiciar experiencias innovadoras que se vean reflejados en nuestros estudiantes. El nuevo Licenciado en Inclusión Educativa, que debe contar con las competencias indispensables en conocimiento y uso de herramientas y recursos tecnológicos, para su incorporación al ingreso del servicio profesional docente.

La Educación Presencial ha realizado aportes significativos a la Educación Superior en el mundo. Sin embargo, el paradigma de la educación virtual está en un momento clave, ya que la rápida evolución de las tecnologías de la información y comunicaciones permiten hacer ajustes al modelo de Educación a Distancia basado en las TIC con miras a fortalecer las competencias del estudiante universitario. Este trabajo de investigación respalda que la educación virtual en las escuelas normales es una alternativa real y válida frente a la nueva normalidad que se está presentando por la pandemia actual.

### **Referencias**

- Ainscow M. (2017), Pasos para la inclusión en las escuelas normales. Fundación Sm. INTEA.
- Arroyo y otros (2009). Publicación científica y evaluación docente en México: un diagnóstico e intervención con profesores de educación y humanidades de una Universidad Estatal. 10. 149-168. Toluca, México.
- Durall, E., Gros, B., Maina, M. F., Johnson, L., y Adams, S. (2012). Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017. [Documento pdf]. The New Media Consortium y la Universitat Oberta de Catalunya. Disponible en [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17021/6/horizon\\_iberamerica\\_2012\\_ESP.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17021/6/horizon_iberamerica_2012_ESP.pdf)
- Figuroa L. (2000). La formación de docentes en las escuelas normales: entre las exigencias de la modernidad y las influencias de la tradición. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), pp. 117-142. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/270/27030105/>
- Flores Arévalo, I. (2003). ¿CÓMO ESTAMOS FORMANDO A LOS MAESTROS EN AMÉRICA LATINA? Lima: UNESCO.
- Froilán, J. y Gisbert, M. (2012). El cambio organizacional en la universidad a través del uso de los campus virtuales desde la perspectiva de los estudiantes. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 40, 75-88.
- Guerrero, (2010). Aprendizaje cooperativo e interacción asíncrona textual en contextos educativos virtuales. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 2010, (36): 53-67
- Lopera Pérez, F. (2017). Los profesores: el verdadero problema de la educación en Colombia. Obtenido de <https://www.las2orillas.co/los-profesores-verdadero-problema-la-educacion-colombia/>
- Martínez O. (2007). El Desarrollo Profesional de los Docentes de Secundaria: Incidencia de Algunas Variables Personales y de Actuación Profesional. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5048/oem1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno R. (2015). Impacto de las reformas educativas. Revista Vinculando. Obtenido de <http://vinculando.org/educacion/impacto-de-las-reformas-educativas.html>
- Mon y Cervera, (2013). Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, vol. 10, núm. 3, septiembrediciembre, 2013, pp. 29-43
- SEP. (2003). "Hacia una política integral para la formación y el desarrollo profesional de los maestros de educación básica". México: SEP

- Rama, C. (2006). La tercera reforma de la educación superior en América Latina. ^ eBuenos Aires Buenos Aires: Fondo de cultura económica.
- Ramírez, L. A. (2014). La filosofía y el reto de la educación latinoamericana. Ixtli: Revista Latinoamericana de Filosofía de la Educación, 1(2), 175-186.
- Silva y Romero, (2014). La virtualidad una oportunidad para innovar en educación un modelo para el diseño de entornos virtuales de aprendizaje. ISSN-e 2224-2643, Vol. 5, N°. 1 (Enero-Marzo), 2014, págs. 1-22.
- Silvio, J. (1999). The Virtual Paradigm in Higher Education: Implications on Equity and Relevance. Trabajo presentado a la IXX Conferencia Mundial del ICDE. Viena.
- Tedesco, J. (1999). Profesionalización y capacitación docente. IIPE-Buenos Aires. 23.
- Tintaya, A. E. (2009). Desafíos y fundamentos de Educación Virtual. El Cid Editor.
- Varela-Orol, (2011). La gestión de la tecnología en las bibliotecas Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios, Vol. 24, Núm. 94-95, enero-junio, 2009, pp. 27-45
- Vera, J. (2012). Competencias científicas de docentes de Educación Superior Tecnológica en México. 52. 4-17. México.
- Weiss, E. (2005). La Revista Mexicana de Investigación Educativa. 27.109-110. México.