

# *CULCYT*

**Cultura Científica y Tecnológica**

**ISSN: 2007 - 0411**

**CULCyT 15° Aniversario**

**Septiembre–Diciembre, 2018. Año 15, N° 66**



**Universidad Autónoma  
de  
Ciudad Juárez**

**Directorio**

Mtro. Juan I. Camargo Nassar  
**Rector**

§

Dr. Daniel Constandse Cortéz  
**Secretario General**

§

Dr. Juan F. Hernández Paz  
**Director**  
**Instituto de Ingeniería y Tecnología**

§

Mtra. Alpha E. Escobedo Vargas  
**Dirección General de Difusión  
Cultural y Divulgación Científica**

**Taller Editorial CULCyT**

Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Av. Del Charro 619 Nte.  
Edificio "E", 2° Piso, 211-J

CULCyT se fundó en diciembre de 2003  
como parte del Programa para la Formación  
de Investigadores del IIT. Lanzó su primer  
número en abril de 2004.

**CULCyT**

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

**Comité Editorial**

Dra. Lucy Mar Camacho	TEXAS A&M
Dr. Pedro Cesar Cantú	UANL
Dra. Claudia García	ITSON
Dr. Victoriano Garza	UACJ
Dra. Ana Bertha Gatica	UACJ
Dr. Víctor Hinostrero	UACJ
Dra. Libertad Leal	UANL
Dr. Abraham L. López	UACJ
Dr. Jorge Rodas Osollo	UACJ
Dr. Jorge Salas Plata	UACJ
Dr. Barry Thatcher	NMSU



PORTADA

*Sfera nei Mercatini di  
Natale*

Montepulciano, Italia  
2018

Foto BGS

**CULCyT**. Cultura Científica y Tecnológica.

Año 15, Núm. 66, Septiembre-Diciembre, 2018. Es una publicación académica multidisciplinaria publicada cuatrimestralmente por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT), desde el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA). Av. Del Charro 619 Nte., CP 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Teléfono/fax (656) 688 4800 al 09.

Correo electrónico: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx) y/o [vicgarzal@gmail.com](mailto:vicgarzal@gmail.com)

Editor responsable: Dr. Victoriano Garza Almanza.

Reserva de Derecho al Uso Exclusivo No. 04-2010-113011261700-102

ISSN: 2007-0411 <http://dx.doi.org/10.20983/culcyt.2018.3>

Webmaster: Mtro. Fernando Olea

Web: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt>

**CULCyT** Cultura Científica y Tecnológica tiene como misión contribuir a la formación integral de los jóvenes universitarios y fomentar el interés público por la ciencia y la tecnología.

Colaboraciones: Enviarlas al Director Editorial.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.

Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite la fuente.

# CULCYT

---

## CONTENIDO

---

Septiembre–Diciembre, 2018. Año 15, Nº 66

### EDITORIAL

#### CARTA DEL EDITOR

- 5 **¿Qué es y para qué sirve la carta del editor de una revista científica o académica?**  
V Garza-Almanza
- 

### ARTICULOS ORIGINALES

#### HISTORIA DE LA CIENCIA

- 7 **Génesis del Espíritu Científico: I. Los Presocráticos**  
V Garza-Almanza

#### BIOTECNOLOGÍA

- 14 **Bioplaguicidas y Biofertilizantes: Tendencia de uso en LABIOFAM, Cuba**  
B Carrera Solís

#### PyMES

- 20 **Compromiso Organizacional en Trabajadores de Pequeñas y Medianas Empresas**  
RO Félix Verduzco, C García Hernández, KD Espinoza Gracia, SM Mercado Ibarra, E Ochoa Ávila

#### MANEJO DEL TIEMPO

- 29 **Reducción de Tiempo de Ciclo en Estación de Trabajo de Industria Automotriz**  
LV Ramírez Gil, KG Gómez Bull, MV Linares Gil, MM Vargas Salgado

#### VEJEZ Y DEMENCIA

- 35 **Entorno Urbano Construido y Personas Mayores Viviendo con Demencia en Ciudad Juárez**  
AG Olaoluwa

## SENECTUD

- 45 **Fragilidad en el Adulto Mayor. ¿Cómo se mide?**  
LA Vergara Hernández, Y Mejía Mejía, L Moriel Corral, CM Cantú Sánchez,  
KJ Marrujo Pérez

## MIGRACIÓN

- 53 **Gentrificación Migratoria en San Miguel de Allende, Guanajuato**  
MI de la Torre

---

## ARTICULOS DE REVISIÓN

### PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

- 65 **Utilización de GPU-CUDA en el procesamiento digital de imágenes**  
FJ Enríquez Aguilera, JM Silva Aceves, SV Torres Argüelles, EA Martínez Gómez,  
Bravo Martínez

### PROCESAMIENTO DIGITAL

- 80 **Implementación de Algoritmos de Procesamiento Digital de Señales en Hardware Paralelo**  
G Bravo Martínez, JM Silva Aceves, SV Torres Argüelles, FJ Enríquez Aguilera

### SISTEMA DE DELETREO

- 101 **El Paradigma del Deletreo: Avances en el desarrollo de interfaces cerebro-computadora aplicadas al deletreo de palabras**  
G Ramírez-Alonso, K Rascón-Cervantes, A Manzo-Martínez

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- 110 **Protocolo de Identificación de Riesgos para Gasolineras. Caso de estudio Empresa Operadora de Hidro SA de CV**  
VJ Medina Loeza, MA Rodríguez Esparza, KG Gómez Bull, MM Hernández Ramos, P Rodríguez Armas

---

## ENSAYO

### MOVIMIENTO ESTUDIANTIL

- 118 **El Movimiento Estudiantil de 1968: Economía, Rebelión y Romanticismo**  
JA Salas-Plata Mendoza

---

## EXCERPTA

### EDITORIALISMO

- 126 **Arte y Oficio del Editorialismo**  
V Garza-Almanza

---

## COLUMNAS

### PUBLICA O PERECE

- 129 **El Proyecto Nacional de Escritura y los Talleres de Escritura**  
V Garza-Almanza
-

# Carta del Editor

## ¿Qué es y para qué sirve la carta del editor de una revista científica o académica?

Un editorial se le puede aparecer a uno en cualquier parte, justo cuando menos se lo espera, y exigir que se lo escriba.

Robert C. Maynard

¿Qué es la carta del editor o la carta editorial o editorial de una revista científica o académica? Es la presentación de la revista, es la bienvenida del editor al lector, es una invitación a entrar en el pequeño y nuevo territorio informativo que contienen las páginas de la revista cada vez que se publica.

La carta editorial es una sección diferente a las del resto del journal. Según Moliner (2010), la editorial se trata de un artículo que “se publica en un lugar fijo” de la revista y que contiene una opinión. Woods (1985), editor del journal de la *Canadian Medical Association*, decía que la editorial se trataba de una opinión firmada. Y Arnold Relman, editor del *New England Journal of Medicine* (Woods, ídem) sostenía que esa pieza de opinión representaba “pura y simplemente la visión del editor” y no la política de la revista, a menos de que éste último propósito se indicara, como a menudo sucede.

¿Y para qué sirve? El propósito de la carta o página editorial es el de despertar la atención del lector y estimular su interés (Geyelin, 1977); es un gancho que se utiliza para atrapar a quien revisa y lee las páginas de la revista, y alertarle sobre un tema particularmente interesante que se encuentra en el interior del número o sobre algún acontecimiento reciente que deba ser mencionado.

La carta editorial puede hacer referencia al número completo de la revista, a un solo trabajo ahí publicado, a un tema, a un autor o a un asunto emergente, como el significado e impacto de la edición genética del ser humano que ocurre en la actualidad. El editor es libre de darles la bienvenida a sus lectores de la forma más festiva en que lo considere conveniente, según su experiencia, su criterio, su cortesía, y hasta su ánimo al momento de redactar.

La carta editorial puede tener muchos nombres: editorial, carta, presentación, bienvenida, etc., pero la función es la misma; es una especie de prólogo, y como tal es un género literario por sí mismo. Como dijera Borges, “es un género intermedio entre el estudio crítico y el brindis, digamos” (Ferrari, 1996). La carta editorial no es un artículo científico ni se escribe como tal, como algunos académicos hoy creen y así recomiendan; puede ser una descripción corta, una larga interpretación sobre un tema trabajado sesudamente, o una opinión de último momento referente a alguna importante novedad.

Regularmente, “la editorial la escribe el director editorial o el editor de la revista, pero hay ocasiones en que un invitado especial es quien realiza este trabajo” (Garza, 2009). Hasta hace pocos años

la redacción de la carta editorial era labor de una sola persona, ahora existen editoriales multiautorales firmadas por dos, tres o legiones de autores, como si se tratase de un artículo científico.

Algunas revistas científicas y académicas contemporáneas –de las publicadas en línea– han dejado de utilizar la editorial y abren el número correspondiente presentando fríamente el contenido del journal, como un menú de restaurante –ignoro la razón–, y sus editores no le dan importancia al hecho. Quizá esto se deba a que como los entes evaluadores de la productividad científica (al menos en México) no dan respiro a los investigadores, y como estos mini-textos (la carta editorial) no suman punto alguno a sus evaluaciones, los editores optan por dejar de lado la carta del editor.

Quizá también, aunado a lo anterior, se deba a una carencia de cultura editorial –misma que se ha dejado de aprender, toda vez que ahora cualquier individuo deviene en editor de revista–. Por otra parte, si nos damos una asomada a las grandes y clásicas revistas de la ciencia –como *Science*, *Nature*, *Lancet*, *British Medical Journal*, *American Journal of Tropical Medicine*, *New England Journal of Medicine*, entre otras muchas más–, nos daremos cuenta de que la página editorial aparece en todos y cada uno de los números, y es el prólogo de la revista en turno.

Lyle Spencer fue quizá el primero que elaboró un tratado sobre la escritura editorial, hace casi un siglo, y dijo al respecto: “La escritura editorial es tanto un oficio como un arte. Como oficio puede ser enseñado y aprendido, como a ser impresor o contador. Pero como arte, solamente en sus más elementales principios puede ser adquirido. El arte de esto (la escritura editorial) debe nacer en gran medida con el individuo” (Spencer, 1924).

Por su responsabilidad en el contexto de una publicación –llámese journal, revista o magazín–, el editor es quien en última instancia decide qué textos incluirá en los siguientes números, refiriéndome con textos a toda clase de escritos, desde artículos, ensayos, reseñas, notas, noticias, galerías, etc., que son los contenidos que darán forma a la revista, y qué mensaje editorial dirigirá a su audiencia.

Colofón: Lin Tai Wao dijo que “una revista o un periódico sin editorial son como barco sin timón en medio de un mar agitado”.

*Victoriano Garza Almanza*

## Referencias

- Ferrari O. 1996. *Diálogo sobre los prólogos*. México: La Jornada Semanal
- Garza-Almanza V. 2009. *Publica o Perece: Escritura y publicación en la universidad*. México: COLECH
- Geyelin P. 1977. *The editorial page*. En *The Editorial Page*. USA: The Washington Post
- Moliner M. 2010. *Diccionario de uso del español*. España: Gredos
- Spencer L. 1924. *Editorial Writing: Ethics, policy, practice*. USA: Houghton Mifflin Co.
- Woods D. 1985. *What is an editorial?* Canadian Medical Association Journal. Vol. 133

<http://dx.doi.org/10.20983/culcyt.2018.3.1>

---

## Génesis del Espíritu Científico: I. Los Presocráticos

---

Dr. Victoriano Garza-Almanza

Departamento de Ing. Civil y Ambiental  
Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Email: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx)

Twitter: [@publicaoperece](https://twitter.com/publicaoperece)

Sitio web: [publicaoperece.com](http://publicaoperece.com)

---

### RESUMEN

El origen del espíritu científico es una de las interrogantes no resueltas aún por la ciencia. Karl Popper señaló que no se sabía cómo ni por dónde empezar esta búsqueda, y que no había conocimiento alguno que explicara esa cuestión; “ni siquiera la tradición científica nos sirve, dijo, lo único que esta nos explica (la historia de la ciencia) es dónde y cómo empezaron otros, y a dónde llegaron”. Así, la ciencia occidental conjetura que sus raíces se encuentran entre los presocráticos, y que ahí surgió el espíritu de la ciencia contemporánea. Se describen algunas de las aportaciones conceptuales de Tales de Mileto, Anaximandro, Anaxímenes, Heráclito de Éfeso, Pitágoras de Samos, Parménides, Zenón y Empédocles.

**Palabras clave:** Espíritu científico, Presocráticos, Historia de la ciencia

---

*Por naturaleza, todo  
hombre desea saber.*

Aristóteles

### INTRODUCCIÓN

El oscurantismo vivido por la Europa medieval durante casi mil años no impidió que, aunque existieran constantes contactos con los países árabes, Persia, India y China, los pueblos de occidente se estancaran culturalmente. Tampoco representó obstáculo para que sus habitantes se beneficiaran con toda clase de inventos (como los números arábigos; brújula; pólvora; papel; piedras de afilar; arado pesado; telar horizontal;

arneses para animales de tiro, etc.), así como con diferentes tipos de técnicas (químicas: como sublimación, digestión en presencia de humedad, ceración, recristalización, elaboración de amalgamas, etc. De herrería: elaboración de herraduras. Textiles: manufactura de la seda) que lograron traspasar las fronteras (Gans, 2001). Eran más las creaciones del intelecto que



recibían los europeos de los países orientales que las que ellos generaban y exportaban.

Viéndose a la distancia, parece imposible que Europa saliera con éxito de esa época retrograda y que de ahí pasara a desarrollar una manera particular de ver el mundo, misma que acabaría por triunfar y por imponerse como la mejor forma de conocer la naturaleza de las cosas y de aprovecharla. Y no es para menos, la civilización china fue quizá la más adelantada de aquel tiempo y el conocimiento de sus sabios no tenía comparación.

¿Por qué entonces, se pregunta Needham (2002), los chinos no lograron, como

los europeos, producir una ciencia y una tecnología modernas? Poseían avanzados instrumentos de circunnavegación y existen antecedentes de que, cuando Cristóbal Colón emprendió el viaje que lo conduciría a un nuevo continente –América–, los chinos ya tenían siglos surcando los mares. Poniendo por caso, la milenaria medicina china, que parte de un enfoque filosófico–religioso, dónde el establecimiento del equilibrio de la energía del cuerpo es considerado como un elemento fundamental para alcanzar la salud del individuo, y que la moderna medicina occidental aún no contempla, sigue todavía en uso.

## DEL SABER CHINO Y EL MODO GRIEGO

Haciendo un paralelismo entre el pensamiento filosófico de la época clásica de la antigua Grecia y la China de ese mismo período, el filósofo e historiador de la ciencia Nathan Sivin (2002), encontró que entre los griegos los desacuerdos eran discutidos y los debates ganados mediante el uso de la razón lógica, mientras que los chinos evitaban las disputas y llegaban a acuerdos por consenso. Pero había algo más en la conducta de unos y otros, los filósofos griegos eran maestros que dependían de las competencias públicas y de la fama obtenida en esos encuentros, mientras que los intelectuales chinos eran huéspedes de aristócratas que los mantenían y les proveían el apoyo necesario para el desarrollo de sus labores. La mayor parte del tiempo, más que compartirlas con sus colegas o con gente del pueblo, los sabios chinos exponían sus ideas a sus patronos, pero ellos no estaban dispuestos a discutir con sus asesores, sino a recibir consejos. No había un proceso de propuesta y réplica que enriqueciera sus ideas.

Otra de las diferencias encontradas por Lloyd y Sivin (2002) fue que los griegos eran afectos a la expresión oral de sus pensamientos, en tanto que los chinos los comunicaban por escrito. De tal modo, el debate oral griego pudo haber fortalecido los procesos de evaluación crítica de las ideas mediante el ejercicio de la discusión. Lindeberg (2002) fortalece esta idea cuando apunta que “los milesios (presocráticos originarios de Mileto) parecen haber sido conscientes de la necesidad no simplemente de afirmar sus teorías, sino también de defenderlas contra los críticos y competidores.”

Contrarios a estas disputas retóricas los chinos plasmaban sus ideas en textos, cuyo discurso únicamente era mensajero de propuestas consensuadas. Lo hacían de esa manera a fin de evitar desacuerdos con otros pensadores o para prevenir malos momentos a sus patronos. Eran opiniones de mayoría y no pensamientos trabajados y razonados duramente.

Por tomar al pie de la letra las ideas puestas en los escritos, sin que hubiera ningún

análisis crítico, los chinos sólo fomentaron la creencia en el valor de autoridad de los documentos, es decir, dogmatizaron la palabra escrita; esto desfavoreció al espíritu científico. No obstante, hoy día, bajo ciertos criterios, como se verá más adelante, la expresión escrita es la que da forma y convalida la estructura de la ciencia occidental.

China no careció de filósofos que, a la manera de los griegos, especularan sobre la

naturaleza. Los taoístas argumentaban que ni el orden ni la justicia social podrían alcanzarse en tanto no se conociera más el microcosmos físico que les rodeaba. Al Orden fundamental de la naturaleza, que analizaban y trataban de entender, llamaron Tao; sin embargo, a pesar de esa comunión que tenían con su entorno, sus pensamientos no dejaban de estar impregnados de misticismo.

## LOS PRESOCRÁTICOS

### Tales de Mileto

“Los presocráticos fueron innovadores en una escala sin precedente; no solo crearon y refinaron conceptos y teorías, sino que la forma misma de su discusión crítica fue innovadora” (Habash, 2016).

A diferencia de los chinos, los griegos, a partir de Tales de Mileto (600–550 a.C.), a quien se le considera el primero de varios pensadores jonios denominados “presocráticos”, por su aparición anterior a Sócrates, comenzaron a imaginar que el hálito vital de las plantas y los animales surgía de la propia materia y que no tenía nada de sobrenatural; es decir, por primera vez se planteó la idea de que la vida brotaba de la materia misma y que no dependía de instancias divinas. *El problema del principio de todas las cosas* fue lo que ocupó la mente de este filósofo. A este innovador modo de pensar es al que algunos consideran el origen del “*espíritu científico*”.

Tales fundó la escuela *hilozoista* –materialista–, cuyos discípulos argumentaban que la tierra tenía vida (que de alguna manera se refleja en la *Hipótesis de Gaia* de James Lovelock). Tales enunció que el Universo, al

que denominó *Cosmos*, estaba hecho de una sustancia única cuyos cambios provenían de esa misma materia. Su visión del Mundo partía de la concepción religiosa de los babilonios, en la que “todas las tierra eran mar y que Marduk (su dios) tejió una estera de juncos sobre la superficie de las aguas; hizo el polvo y lo acumuló sobre la estera” (Popper, 1999).

Otras de las cosas que hizo fue eliminar a Marduk de su propia visión, pues había observado que los movimientos de las aguas en el delta del Nilo y la formación de terrenos al desecarse las ciénegas eran procesos naturales. No necesitaba una deidad para explicar lo que veía con el paso del tiempo y las estaciones. De tal forma, los hilozoistas no creían que detrás de lo natural hubiera alguna divinidad. También planteó que la tierra era un disco plano que flotaba en el agua, y que el firmamento azul estaba conformado por agua, y que el sol, la luna y las estrellas eran de vapor incandescente. Lo que aporta esta explicación, sin importar que estuviera equivocada, fue que no se basó en creencias religiosas. La originalidad de esta forma de pensamiento dio lugar a que creciera el interés por la especulación.

### Anaximandro de Mileto

Pero las ideas materialistas continuaron evolucionando. Anaximandro de Mileto (600–550 a.C.), discípulo de Tales de Mileto, Ideó una teoría más perfecta que la de su maestro. Propuso que el universo estaba formado por cuatro elementos dispuestos en forma estratificada:

1. La Tierra sólida en el centro, pues es el elemento más pesado
2. El agua líquida, cubriéndola
3. La niebla vaporosa, liviana, sobre el agua, y
4. El fuego envolviéndolo todo

### Anaxímenes de Mileto

Casi simultáneamente, Anaxímenes de Mileto, contemporáneo de los anteriores, consideraba al aire como el origen de todas las cosas. Según Hipólito, Anaxímenes decía que “el primer principio es el aire infinito, desde el cual lo que está surgiendo y lo que ha surgido y lo que existirá. ... nace, mientras que todo lo demás nace de su descendencia. La forma del aire es la siguiente: cuando es más uniforme, es invisible, pero se hace evidente por el calor, el frío, la humedad y el movimiento. . . Porque como se condensa y enrarece, parece diferente: cuando se disuelve en una condición más enrarecida, se convierte en fuego; y los vientos, de nuevo, son aire condensado y la nube se produce a partir del aire por compresión. Nuevamente, cuando está más condensado, es agua, cuando aún más está

### Pitágoras de Samos

Pitágoras de Samos (532 a. C.), se aparta del materialismo. Su énfasis en los *números* puso de manifiesto la importancia de la cantidad y los enunciados cuantitativos en la explicación del cosmos, pero su filosofía no tenía un fin práctico

Concibió que: “La Tierra... no se sostiene con nada, sino que permanece quieta debido al hecho de que equidista de todas las demás cosas. Su forma es... como la de un tambor... Caminamos sobre una de sus superficies planas, mientras que la otra está del otro lado.”

Según Popper (Op.cit.), lo del tambor es una analogía observacional, pero la idea de que la Tierra esté suspendida libremente en el espacio y que se mantenga estable, carece de referencia en todo el dominio de los hechos observables. “En mi opinión, afirma, esta idea de Anaximandro es una de las ideas más audaces, revolucionarias y portentosas de toda la historia del pensamiento humano.”

condensado, es tierra, y cuando es lo más denso posible, son piedras. Por lo tanto, los factores más importantes para llegar a ser son los opuestos: el calor y el frío” (Barnes, 1987).

Así, Anaxímenes establecía su filosofía en función de dos términos generales: *rarefacción* y *condensación* (Farrington, 1971). Pensaba que la rarefacción iba acompañada de calor y la condensación de frío, lo cual no está lejos de la verdad. Supuestamente, por medio de un experimento el demostró su aserto. Decía: “Abran la boca y soplen sobre sus manos. El vapor rarificado sale caliente. Ahora junten sus labios y emitan un chorro (soplo) delgado de vapor condensado; observen que frío es.” Este es uno de los primeros registros que sobre experimentos se tiene.

sino contemplativo, y su misión no era servir al mundo sino alejarse de él. El “pitagorismo” ha sido considerado como una forma de religión que usó las matemáticas como instrumento para comprender el universo y purificar el alma.

“El alma humana podría aspirar a la inmortalidad al centrar su atención en ese mundo real a través de la ‘filosofía’, una nueva empresa que afirmó debería abarcar las matemáticas, la música, la concentración, el estudio, los ejercicios mentales, el ritual, el ascetismo y la purificación, todos centrados en la figura de Apolo” (Behling, 2000).

Aún existe incertidumbre sobre lo que creían los pitagóricos. ¿Pensaban que el

### Heráclito de Éfeso

Para los tres milesios, según Popper (Op. cit.), el “mundo era nuestra casa. En esta casa había movimiento, había cambio, existía lo caliente y lo frío, el fuego y la humedad. Había un fuego en el hogar y sobre él, una olla con agua. La casa se hallaba expuesta a los vientos y sin duda un poco reseca, pero era nuestro hogar y de algún modo significaba seguridad y estabilidad. Sin embargo, para Heráclito la casa estaba en llamas”.

En la visión del mundo de Heráclito de Éfeso (550 a.C.), quien se preocupa por *el problema del cambio del todo*, no existía la estabilidad, no había equilibrio alguno entre las cosas. En su pensamiento “*todo fluye, nada permanece*”, se encuentra la esencia de su filosofía. Todo fluye: rocas, tierra, madera, hielo, fuego, arena, niebla, todo lo que forma el mundo. Nada está hoy como ayer.

Una analogía al pensamiento heracliteano la encontramos en la teoría científica de la *biosfera* o de los ciclos biogeoquímicos de Vladimir Vernadsky, 1926, en la que explica como *todos los materiales que constituyen la Tierra están en un perenne movimiento*, lo que consiste en lo que se conoce como ciclos naturales entre los estratos sólido, líquido y gaseoso, y los niveles biótico y abiótico (Vernadsky, 1998). Esta teoría de los ciclos naturales de la

principio y el fin de todas las cosas eran números? ¿O consideraban que las cosas tienen propiedades numéricas y que por los números se puede entender mejor su naturaleza? Debido a esa adoración que sentían por los números, algunos suponen que pensaban lo primero: que el Universo se reducía a números. Lo segundo, el que las propiedades numéricas son inherentes a todas las cosas, asunto que el hombre aprendió mucho tiempo después, constituye uno de los elementos básicos del quehacer de la ciencia.

materia terrestre, que ahora es un principio elemental de la ecología y la geomorfología, explica la interconectividad e interdependencia de los ecosistemas.

Para Heráclito no hay cuerpos sólidos; las cosas no son cosas, son procesos: fluyen. “Todas las cosas son llamas; el fuego es el verdadero material con el que está construido nuestro mundo.” Sólo los ignorantes o los que no piensan no lo ven, afirmaba. Ese fuego del que hablaba Heráclito, es la energía que hace que las cosas se muevan y muten.

A decir de Popper, las ideas de Heráclito crearon dos nuevos e importantes problemas:

- a. El problema del cambio, y
- b. El problema del conocimiento.

Es decir, el cambio en cuanto a la “emergencia” de algo nuevo y diferente en una misma cosa; por ejemplo, la emergencia de la niñez en un infante, luego el surgimiento de la adolescencia en ese niño, después la aparición de la juventud, seguidamente la madurez, la senectud y al final la muerte. Adelantándose a Parménides, Heráclito distinguió entre *realidad* y *aparición*, sobre la que dijo: “La naturaleza real de las cosas gusta de ocultarse. Una armonía no aparente es más fuerte que una aparente.”

“La vida y la muerte, la vigilia y el sueño, la juventud y la vejez, todos son lo

mismo... pues lo uno dado la vuelta es lo otro y lo otro dado la vuelta es lo primero... El camino hacia arriba y el camino hacia abajo son el mismo camino... Lo bueno y lo malo son idénticos... Para Dios todas las cosas son buenas y justas, pero los hombres suponen que algunas cosas son injustas y otras justas... No está en la naturaleza del hombre poseer conocimiento

### Parménides

Parménides de Elea (480 a.C.), discípulo de Jenófanes, fue otro de los filósofos trascendentes en la evolución del espíritu científico. Para él el mundo era uno y sólo uno. Era una entidad indivisible e inmutable. Pensaba que no existía el cambio y que todo cambio era una ilusión. “El no ser no es.” Por lo que la nada (lo que no es) no existe, así que el vacío no existe.

### Zenón

Zenón (450 a.C.), alumno de Parménides, defendía la doctrina de su mentor, de que a partir de la nada no surge nada, y como prueba propuso la “paradoja del estadio”, que dice: “es imposible atravesar un estadio, porque antes que lo recorras todo debes recorrer la mitad; y antes de recorrer la mitad, debes recorrer una cuarta parte; antes de la cuarta parte la octava, y así hasta el infinito” (Lindberg, Op.cit.). En teoría él demostraba su idea, pero en la práctica no ocurría así, pues a diario iba de un sitio a otro logrando llegar a su meta.

Pero por extraño que nos parezca, en la ciencia si parece que la paradoja de Zenón ocurre, y es por lo siguiente: para un investigador, la realidad subyace a lo que a simple vista observa. Para llegar a conocer ese nivel que él/ella presume que está por debajo de la apariencia, se ayuda de herramientas materiales y conceptuales, y trata de acercarse, descubrir y describir esa nueva realidad. Pero al

verdadero, aunque si pertenece a la naturaleza divina” (Popper, Op.cit.).

En el fluir de las cosas, para Heráclito todo es relativo. En realidad los opuestos son idénticos, pero a los ojos del hombre son diferentes. Esta idea fundamental del pensamiento griego, según Sivin, no tuvo contraparte en China.

Uno de sus grandes descubrimientos fue la causa de las fases de la luna, y en base al análisis de ese fenómeno, Parménides pensaba que “la engañosa creencia en la realidad de los opuestos conduce a la ilusión de un mundo de cambio.” En tal sentido, asegura Popper (Op.cit.), “*se puede describir la teoría de Parménides diciendo de ella que es la primera teoría hipotético – deductiva del mundo.*”

llegar ahí, advierte que hay otro nivel de realidad subyacente, y otro, y otro, por lo que cada vez que se aproxima la realidad de las cosas parece alejarse, y la distancia de la meta que veía cerca se mira cada vez más lejos.

Por ejemplo, surge una nueva enfermedad. Se estudia y se describen sus causas. Se encuentra un remedio, se fabrica y distribuye. Durante cierto tiempo funciona el tratamiento y se reduce el número de enfermos. Luego, comienza a aumentar la cantidad de enfermos y se detecta que el medicamento sólo funciona bajo ciertas condiciones. Se enmienda el error. Baja el número de enfermos, pero después de cierto tiempo vuelven a elevarse. Se descubre que el patógeno, en presencia de cierto contaminante atmosférico que entra al torrente sanguíneo de los enfermos que residen en ciudades contaminadas, les desarrolla resistencia al fármaco. También se halla que en los enfermos de esa nueva enfermedad y que tienen diabetes, el medicamento les produce efectos

colaterales. Y así vamos viendo como un problema abordado, y en este caso estudiado, conocido y atacado, multiplica sus niveles de

### Empédocles

Empédocles de Agrigento (450 a.C.), tomó de los filósofos de Mileto los elementos: tierra, aire, agua y fuego, basados en los opuestos seco-húmedo y frío-calor. Luego les añadió *amor* (fuerza unificadora) y *odio* (fuerza separadora).

A los elementos los consideraba inmutables y eternos, pero que al ser movidos por las fuerzas del amor y el odio se unificaba o se separaban, con lo que las cosas devenían perpetuamente. Por lo anterior, según Bertrand Russell, en Empédocles hay ya un principio de distinción entre lo que es *materia* y lo que es *energía*.

A Empédocles también se le considera como uno de los primeros en realizar experimentos, pues, mediante un sencillo ejercicio, demostró que el *aire* es “algo”. Hacía lo siguiente: sostenía con la mano un tubo vacío, que obturaba con un dedo su extremo abierto.

realidad e imposibilita su control, pues se escinde en más y más problemas que adolecen de la paradoja de Zenón.

Luego lo sumergía boca abajo en el agua. Después, ya dentro del líquido lo destapaba y observaba que el agua penetraba al tubo pero que no lo llenaba, pues la presencia del aire impedía que el agua inundara todo el espacio aparentemente vacío.

La búsqueda de la verdad que subyace a la realidad, analizada por los filósofos griegos presocráticos, fue otro gran tema de reflexión que impulsó la formación del espíritu científico, y que constituye el *problema del conocimiento o epistemología*. De acuerdo a Lindberg (Op.cit.), el interés de los griegos en este asunto llamó la atención en cuanto a organizar y aplicar reglas del razonamiento, argumentación y evaluación de teorías; sin embargo, no fue sino hasta la aparición de Aristóteles y la creación de su lógica formal, cuando se definiría el rumbo del pensamiento científico occidental.

## REFERENCIAS

Barnes J. 1987. *Early Greek Philosophy*. New York: Penguin Books

Behling J. 2000. *Pythagoras, the cult of Apollo, and the birth of philosophy*. MA Thesis. USA: California State University Dominguez Hills

Farrington B. 1971. *Francis Bacon, filósofo de la revolución industrial*. España: Ed. Ayuso

Gans PJ. 2001. *The medieval technology timeline*. USA: Department of Chemistry, New York University

Habash J. 2016. *Early Greek philosophy and the discovery of nature*. PhD Dissertation. USA: Duquesne University

Lindberg DC. *Los inicios de la ciencia occidental*. España: Paidós; 2002.

Lloyd G & N Sivin. 2002. *The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece*. USA: Yale University Press

Needham J. *De la ciencias y la tecnología chinas*. México: Siglo XXI Eds.; 1978.

Popper KR. 1999. *El mundo de Parménides: Ensayos sobre la ilustración presocrática*. España: Paidós

Sivin N. 2002. *Comparing Greek and Chinese philosophy and science*. USA: Dept. of History and Philosophy of Science, University of Pennsylvania

Vernadsky V. 1998. *The Biosphere*. USA: Copernicus, Springer-Verlag

---

## Bioplaguicidas y Biofertilizantes Tendencia de uso en LABIOFAM, Cuba

---

Dra. Bertha Carreras Solís

Grupo Empresarial LABIOFAM  
Ave independencia Km 16½ Boyeros  
La Habana, Cuba. esp9

Email: desarrollo@labiofam.cu

---

### RESUMEN

Al recibir LABIOFAM la misión de producción y comercialización de bioplaguicidas y biofertilizantes, se crean condiciones para proponerles a los agricultores un conjunto de productos que ayuden en una forma más sustancial a sus necesidades de manejo de agentes nocivos a los cultivos y su nutrición. En la provincia Sancti Spíritus se elaboraron paquetes tecnológicos y se trabajó en la implementación práctica durante la campaña de frío 2013-2014. La capacitación propició la actualización de los paquetes tecnológicos en la campaña 2017-2018. Se hace referencia, además, a toda la instrumentación legal regulatoria vigente en Cuba para la producción de productos biológicos microbianos.

**Palabras clave:** Bioplaguicidas, Biofertilizantes, Bioproductos, Cuba

---

### Introducción

En Cuba el control biológico constituye una tecnología exitosa y reconocida socialmente. Su desarrollo tuvo varias etapas: 1. Control biológico clásico; 2. Control biológico por aumento de entomófagos; 3. Control biológico por aumento de bioplaguicidas; 4. Programas nacionales de control biológico [Programa Nacional de Lucha Biológica, Ministerio del Azúcar, Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos, Ministerio de la Agricultura (MINAG)]; 5. Control biológico por conservación de enemigos naturales. Los principales agentes de control biológico que se producen y utilizan de forma aumentativa

son: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Heterorhabditis* spp., *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichogramma* spp., *Lixophaga diatraeae*, *Tetrastichus howardii*, entre otros de interés local. (Vázquez et al., 2011).

Los agentes de control biológico se utilizan principalmente como parte de los programas de manejo de plagas: los MIP en sistemas de agricultura intensiva o convencional, donde se integran con los plaguicidas químicos, el manejo de variedades, las prácticas culturales, entre otras (EPA, 2017); así como en los

programas de Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) en sistemas de agricultura urbana, suburbana y campesina, donde el uso de plaguicidas químicos es mínimo o nulo y existe un amplio uso de prácticas agroecológicas de manejo del suelo, los cultivos y la finca (Murguido y Elizondo, 2007; Vázquez, 2006).

En Cuba se producen y utilizan los bioplaguicidas de forma extensiva a partir de los años 70 del pasado siglo, pero es a partir de 1980 cuando se establece una Red de Biolaboratorios productivos artesanales para la producción de bioplaguicidas y a partir de los 90 se comienza la construcción de tres Plantas de Fermentación con capacidad fermentativa de 1500 L y posteriormente, una de 4000 L.

El empleo de biofertilizantes en Cuba se remonta a los inicios del siglo XX, con la inoculación de cepas de *Rhizobium* provenientes de Estados Unidos de América para el cultivo de leguminosas en el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), donde se abordó ampliamente la historia del surgimiento de la aplicación de biofertilizantes en Cuba (Dibut y col; 2006). En la década de los 80, las investigaciones en la temática reciben un gran impulso a partir de la creación del Frente Biológico Nacional, y aparejado al desarrollo de instituciones científicas en el país se fue incrementado el número de investigaciones sobre biofertilizantes. En estas investigaciones se asumieron distintos paradigmas desde su surgimiento, que van desde los inoculantes simples (Viñals y Villar, 1999), los inoculantes mixtos (Dibut y col, 2010; Pentón y col, 2010), ambos

marcados por la industria biotecnológica, y más recientemente la obtención artesanal de biofertilizantes (Álvarez y col, 2012), donde el productor agrícola puede elaborar estos biopreparados a partir de los recursos que les proporciona el ecosistema.

La producción actual de biofertilizantes en Cuba se realiza principalmente en plantas de producciones artesanales del Instituto de Suelos (IS), en Cuba 10 del Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y en la planta del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). En cambio la producción actual de estimulantes se concentra únicamente en el ICIDCA y en la Facultad de Química de la Universidad de la Habana.

El desarrollo de los bioproductos agrícolas (bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes) en Cuba, ha sido la consecuencia de las políticas en materia educacional y científico-técnica trazada por la dirección del país desde los primeros años posteriores al triunfo de la Revolución, donde los principales actores han sido las diferentes instituciones científicas (INISAV, Instituto de Suelo, INIFAT, ICIDCA, CENSA, Universidades). A partir del 2010 se elaboró por la Comisión de Priorizados para Bioproductos Agrícolas del MINAG, una propuesta de programa para el desarrollo a mayor escala que incluye los productos de mayor demanda y su factibilidad económica. El Grupo Empresarial LABIOFAM fue designado por el Estado Cubano para rectorar la producción y/o comercialización de estos bioproductos (Fernández-Larrea, 2013).



## Tendencia: Integración de los bioproductos en la producción agrícola

Aunque todas las instituciones científicas del país han defendido y promocionado sus productos, no ha existido un trabajo interinstitucional lo suficientemente fuerte para su integración en la práctica productiva, por lo que la transferencia de bioproductos agrícolas al Grupo Empresarial LABIOFAM permitió:

- la ampliación de su misión: "Producir bioplaguicidas y biofertilizantes para sustentar el programa agrícola nacional"
- concentrarse en una sola empresa la producción y/o comercialización de la mayoría de los bioproductos de uso agrícola por todo el país, incluyendo los producidos por otras instituciones,
- la integración en forma de paquete tecnológico
- eliminar el concepto de producir solo para el territorio,
- el benefició de la producción y comercialización al disponerse de mayor capacidad de envases y de mercados
- una mayor gerencia empresarial.

La comercialización de bioproductos agrícolas en forma de paquetes tecnológicos agroecológicos es una fundamentación técnica desarrollada por LABIOFAM S.A Sucursal Sancti Spíritus (Marrero y col., 2018) que se oferta como apoyo a la sustentabilidad de sistemas agroproductivos sostenibles. Desde la óptica de los clientes de estos insumos, se promueve la motivación con una óptica integral ajustada a sus problemáticas, flexible a la

capacitación que acompaña la oferta y con disponibilidad en el momento oportuno.

En LABIOFAM S.A Sucursal Sancti Spíritus se han desarrollado 8 paquetes tecnológicos para los cultivos de frijol, maíz, garbanzo, arroz, ajo y cebolla, tomate y pimiento, fruta bomba y col (Marrero y col., 2018) dirigidos en lo fundamental a productores agroecológicos y aquellos que trabajan con Manejos Integrados. Los paquetes incluyen bioplaguicidas microbianos, biofertilizantes, bioestimulantes y entomófagos, todos disponibles en el mercado, así como un grupo de acciones y manejos agronómicos encaminados a la preservación de los agroecosistemas.

En un primer intento de contribuir con la problemática agroproductiva de los clientes se puso en práctica por primera vez en LABIOFAM S.A Sucursal Sancti Spíritus durante la campaña de frío 2013-2014, teniendo muy buena aceptación ya que iba asistida de intercambio técnico con el cliente. Como resultado se incrementaron las ventas en un 58 % comparado con igual campaña del año anterior.

Durante el año 2018 los paquetes tecnológicos se actualizaron con la introducción de otros bioproductos nacionales disponibles comercialmente. Los bioproductos introducidos fueron los abordados en el curso de postgrado "Bioproductos Agrícolas", desarrollado e impartido durante los meses de octubre-noviembre del 2017 por la Unidad de Desarrollo e Innovación (UDI) de la OSDE

LABIOFAM, en colaboración con investigadores de diferentes instituciones científicas del país y tuvo como objetivo que el personal de LABIOFAM vinculado al desarrollo, producción, uso y comercialización de bioproductos agrícolas, adquiriera conocimiento de los principales bioproductos cubanos utilizados para el control de plagas/enfermedades y fertilización de los suelos.

La política comercial en esta segunda versión de paquetes tecnológicos, estuvo orientada hacia la venta directa a la base

productiva, lo cual generó una gran cantidad de contratos con las distintas formas en que está organizada la estructura productiva de base agropecuaria en Cuba (empresas, UBPC, CPA, CCS y otras). Los niveles de ventas de bioplaguicidas en el 2010 estaban en el orden de 30 a 100 mil pesos mensuales y no estaban incluidos los bioestimulantes y muy bajos niveles de biofertilizantes. En la actualidad la media está por encima de 200 mil pesos mensual, llegando a alcanzar 1 670 000.00 en el pasado mes de mayo del año 2018.

## Limitantes

Los bioplaguicidas, no llegan al mercado a la misma velocidad con que se generan, lo que puede deberse, además de una falta de convicción empresarial sobre su rentabilidad, a problemas científico-técnicos. Según Montesinos, 2013 y Roettger 2003, varios factores constituyen las principales limitantes para el crecimiento comercial. Entre éstos se pueden destacar los elevados costos de registro y control de calidad, las dificultades para su almacenamiento (particularmente la refrigeración) y una vida útil corta; sin embargo, estas limitantes no son imputables solamente a los bioplaguicidas, sino además, a los biofertilizantes y bioestimulantes.

Los bioproductos agrícolas cubanos, de manera general, no escapan a estas limitantes, pues en Cuba se producen y utilizan los bioproductos agrícolas de forma extensiva a partir de los años 70 del pasado

siglo, cuando se desarrollaron procesos y tecnologías de producción a pequeña escala y no se pensaba en un producto formulado propiamente, sino en un producto que estuviera a disposición del agricultor para dar respuesta a su problemática fitosanitaria de una manera compatible con el medio ambiente y con la salud humana. A pesar que estos bioproductos han dado respuesta a problemáticas fitosanitarias nacionales en diferentes cultivos de importancia económica durante largo tiempo, las tecnologías de producción se encuentran en diferentes estados de desarrollo, de manera que algunos precisan de formulaciones acordes a las exigencias de la comercialización y competitividad en el mercado internacional y en ese sentido se trabaja a través de un proyecto empresarial elaborado y coordinado por la UDI, LABIOFAM.

## Marco Normativo

La incorporación de estas producciones biológicas a los sistemas de producción implica reducir el uso de plaguicidas químicos y ofrecer alimentos seguros. Si bien el control biológico presenta ventajas como ubicuidad, seguridad ecológica, preservación del equilibrio natural, compatibilidad con la agricultura, inocuidad, es necesario evaluar los riesgos potenciales debidos a la introducción de un microorganismo y es necesario tomar medidas de seguridad y protección al momento de su formulación y aplicación, para esto en LABIOFAM se trabaja teniendo en cuenta todos los instrumentos nacionales regulatorios sobre el medio ambiente (Ley 81) y sobre la bioseguridad (decreto ley 190/99).

El incremento de capacidad productiva mediante la construcción de nuevas plantas implica la implementación de la resolución 132/09 para la evaluación del impacto ambiental y la resolución 136 para el manejo integral de desechos peligrosos.

La utilización de microorganismos como ingrediente activo del producto final o como ingrediente activo durante el proceso

productivo, implica la implementación de la Resolución 180/07 relacionada con el otorgamiento de la autorización de las liberaciones al medio ambiente y las autorizaciones de las instalaciones productivas; la Resolución 2/04 relacionada con la contabilidad y control de agentes biológicos, equipos y tecnologías, así como las Resoluciones 8/00, 38/06, 112/03, 103/02.

El registro sanitario del producto se realiza teniendo en cuenta lo establecido en el Reglamento de plaguicidas biológicos gaceta oficial no 16/2007, sección 3.

Finalmente, podemos concluir que los productos biológicos (bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes) presentan grandes expectativas como herramientas en los programas de protección integrada de los cultivos, y que sin duda contribuirán en el futuro a afrontar nuevas plagas y enfermedades que afectan a la productividad de los cultivos.

## Referencias

Álvarez, J. L., Núñez Sosa, Dania Bárbara; Liriano González, Ramón y Terence Monthly, Gerald. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassicaoleracea* L.) en condiciones de organopónicosemiprotegido. Centro Agrícola, 2012, vol. 39, no. 4, pp. 27-30. ISSN 2072-2001.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, Rafael; FeyGovín, Luis y Ortega García, Marisel. Un siglo de investigaciones y comercialización de biofertilizantes en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 2006, vol. 30, no. 2, pp. 79-90. ISSN 0538-3114.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, Rafael; Ortega García, Marisel; Ríos Rocafull, Yohania y FeyGovín, Luis. Obtención de un biofertilizante mixto de amplio espectro de acción. Efecto sobre el cultivo de la rosa (*Rosa* spp.). *Agrotecnia de Cuba*, 2010, vol. 34, no. 1, pp. 33-43. ISSN 0538-3114.

Fernández-Larrea O. 2013. Programa para la recuperación de bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes en Cuba. *Agricultura Orgánica*. 19(2):2-5.

Marrero, P. A. L; Valdivia A. R.S; Fernández H. M; Carmenate P.O; Olivera G J.L (2018). Perfeccionamiento al sistema de comercialización de bioproductos agrícolas como Manejo Integrado de Plagas (MIP). *Forum*, Mayo 2018. LABIOFAM S.A Sucursal Sancti Spíritus.

Montesinos E. (2013). Los bioplaguicidas: expectativas y nuevos retos. *Phitoma España* No 245 Enero 2013.

Murguido C y Elizondo A. (2007) El manejo integrado de plagas de insectos en Cuba. *Fitosanidad* 11 (3). pp. 23-28.

Pentón, G.; Reynaldo, Inés; Medina, R. y Onono, G. Efecto de productos bioactivos combinados con el biopreparado microbiano Azotofos en el crecimiento de *Paspalum*. *Pastos y Forrajes*, 2010, vol. 33, no. 4, pp. 1-11. ISSN 2078-8452.

Roettger, S. (2003). Simposio internacional sobre bioplaguicidas en países en desarrollo, Costa Rica.

Vázquez L, Fernández-Larrea O, Rijo E, Pérez T. 2011. Integración del control biológico de plagas a la producción agropecuaria en Cuba. *Suplemento Ae - n°3 – primavera*, pag. 20-22.

Vázquez L. (2006). La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. *Fitosanidad* 10 (3). pp. 221-241.

Viñals, Mabel y Villar, J. Avances en la formulación y aplicación de inoculantes bacterianos de uso agrícola. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 4, pp. 9-17. ISSN 1819-4087.

---

# Compromiso Organizacional en Trabajadores de Pequeñas y Medianas Empresas

---

Mtro. Rafael Octavio Félix Verduzco

Dra. Claudia García Hernández

Mtra. Karla Denisse Espinoza Gracia

Dra. Santa Magdalena Mercado Ibarra

Dra. Eneida Ochoa Ávila

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Psicología

Email: [rafael.felix@itson.edu.mx](mailto:rafael.felix@itson.edu.mx)

---

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar el compromiso organizacional existente en los trabajadores de las Pequeñas y Medianas Empresas para determinar su incidencia en diferentes variables atributivas, así como determinar la confiabilidad general y por dimensión de la escala. El método de la presente investigación es de tipo no experimental transaccional descriptivo, el instrumento utilizado fue el de compromiso organizacional de Meyer y Allen, fue aplicada a 608 empleados que pertenecen a diferentes ámbitos de servicio de las PyMES de Cd. Obregón, Sonora. Después de los análisis correspondientes los resultados muestran un Alpha de .898 para la escala total. Respecto a las pruebas de hipótesis se encontró que los empleados de contrato base tienen un puntaje más alto de compromiso en comparación con los de temporal de igual manera los que ocupan puestos directivos. El constructo de compromiso organizacional se correlaciona con sus diferentes factores como son el normativo, de continuidad y el afectivo, así como con las variables atributivas edad, número de hijos y años de trabajo lo que indica que a mayor sea cada una de estas variables mayor es el nivel de compromiso de los trabajadores.

**Palabras clave:** Compromiso Organizacional, PyMES, comparación de medias.

---

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la competencia laboral es mucha, sobre todo porque las empresas son muy cuidadosas con el tipo de empleados que seleccionan, esta es la razón por la cual al momento de contratar a alguien e ingresarlo a su compañía se lleva a cabo un procedimiento cuidadoso y detallado, en

donde se realizan diferentes estrategias para obtener información sobre el candidato, porque cuanto más minucioso sea el proceso más datos se tendrá sobre la persona y así se sabrá si tiene las competencias necesarias para llegar a ser un trabajador comprometido con su puesto de trabajo, de acuerdo con

esto, el Compromiso Organizacional (CO), es visto como un factor determinante que influye en la persona para permanecer en el puesto en el que labora o no (Betanzos, Andrade y Paz, 2006).

Lo descrito en el párrafo anterior deja ver la importancia del constructo de compromiso organizacional, ya que, al realizar trabajo sobre este, se facilita la identificación y abordaje de problemáticas relacionadas con la falta de compromiso de los trabajadores por medio de programas de prevención o intervención. Contar con investigaciones al respecto de este constructo fomenta la generación de información sobre la dinámica de esta variable en los trabajadores de una organización.

Al respecto Ruiz (2013), menciona que el compromiso organizacional, ha sido objeto de extenso estudio debido a la importancia que tiene para las empresas, ya que entre más alto sea el compromiso que tenga el empleado con la organización mayor beneficio obtendrá, dado que al contar con personal comprometido éste trabaja para alcanzar los objetivos de la empresa y su superación personal, esto conlleva que la organización alcance el éxito deseado.

En relación a investigaciones de compromiso organizacional a continuación se mencionan algunas de ellas donde se deja ver la importancia del constructo dentro del entorno laboral, es así como Álvarez (2008), realizó un estudio en el que comparó a los empleados de tiempo parcial y de tiempo completo, esto para conocer el tipo de compromiso que presentaba cada uno de ellos en función de la variable del tipo de contrato que tienen en la organización,

mediante el análisis que se llevó a cabo se encontró que, el tener un trabajo de tiempo parcial o tiempo completo no influye en el tipo de compromiso que los empleados presentan en su trabajo. Los resultados del estudio que realizó Álvarez mencionan que la empresa, puede mejorar el compromiso de los trabajadores mediante distintas acciones encaminadas al desarrollo del mismo.

Otra de las investigaciones sobre compromiso es la realizada por Omar y Florencia (2008), quienes trabajaron en las relaciones entre los valores individuales y el compromiso organizacional de varias empresas en una muestra de 429 empleados de Argentina. Se aplicó la escala de individualismo-colectivismo y el cuestionario de compromiso organizacional, se les solicitaron datos personales como edad, género, escolaridad, cargo y antigüedad laboral en donde la muestra se clasificó en ocho subgrupos. En los resultados se mostró que los colectivistas desarrollan mayor nivel de compromiso afectivo, también las mujeres y los empleados que tenían mayor antigüedad en la empresa presentaron altos niveles de compromiso afectivo y por otra parte quienes ocupan cargos gerenciales y empleados de grandes empresas tienen compromiso normativo.

Domínguez, Ramírez y García (2013), trabajaron un estudio de tipo empírico transversal, cuyo objetivo fue analizar el compromiso y clima organizacional que los trabajadores presentaban con la organización, así mismo, la relación que existe entre estos dos constructos, los autores compararon los resultados de estas dos variables con el género, en donde

obtuvieron niveles similares de compromiso y clima en hombres y mujeres. De igual manera, al segmentar las muestras por edad los trabajadores con más de 40 años de edad, aumentan el compromiso con la organización en las dimensiones afectivas y normativas con un nivel alto.

Por otro lado Bohrt, Solares y Romero (2014), realizaron un estudio donde se enfocaron en establecer las relaciones entre el Compromiso Organizacional y el Contrato Psicológico con datos de 85 empleados de dos Compañías de Seguros de la ciudad de La Paz en Bolivia, introduciendo variables como edad y antigüedad de los participantes, obteniendo como resultados que a mayor edad se encontraba un mayor grado de compromiso, sobre todo en el componente de continuación, respecto a la antigüedad si ésta se incrementaba, la solidez inicial del Contrato Psicológico (ambos tipos: relacional y transaccional) se deterioraba.

Como se puede observar en los estudios presentados el compromiso es una variable importante a trabajar, ya que al hacerlo ésta fomenta diversos beneficios en la empresa como bien lo indican Betanzos y Paz (2007),

quienes exponen que lo primordial del compromiso organizacional es que causa un impacto directo en actitudes y conductas que tenga el trabajador, como pueden ser la aceptación de metas, los valores, la cultura de la organización, así como reducir el ausentismo y la baja rotación del personal, entre otros. Debido a esto, es una variable con relevancia en el ámbito de la psicología organizacional, ya que estas se centran en estudiar los vínculos que se generan entre los empleados y la organización. Así mismo Arciniega (2002), sostiene que existen evidencias de que las organizaciones cuyos integrantes poseen altos niveles de compromiso, son aquellas que registran altos niveles de desempeño y productividad y bajo índices de ausentismo.

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores en el presente trabajo se buscó identificar el compromiso organizacional existente en trabajadores de PyMES de Ciudad Obregón, con motivo de determinar la incidencia de éste en diferentes variables atributivas. Así mismo, se buscó determinar la confiabilidad de la Escala de Compromiso Organizacional dentro del contexto de aplicación del presente trabajo.

## MÉTODO

### Participantes

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, esto significa que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra, este tipo de método nos asegura la representatividad de la muestra extraída, los sujetos seleccionados fueron de las

Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) de Ciudad Obregón, que pertenecen tanto al giro comercial como de servicio con un total de 608 empleados siendo 282 mujeres y 326 hombres.

### Instrumento

Para determinar el nivel de compromiso organizacional presente y la

tendencia hacia un determinado componente del compromiso en los empleados, se utilizó la escala de Compromiso Organizacional de Meyer y Allen de 1997. Esta escala comprende seis ítems por cada uno de los tres componentes (Afectivo, Continuidad y Normativo) dando un total de 18 ítems en un formato tipo Likert de cinco puntos, la cual va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Los valores de consistencia (alpha de Cronbach) obtenidos para esta escala en lengua hispana son los siguientes: 0.81 para la escala de compromiso afectivo, 0.48 para la escala de compromiso de continuidad y 0.82 para la escala de compromiso normativo (Arias, 1998).

### **Procedimiento**

Para el presente trabajo se realizó el levantamiento de información en diferentes PyMES de Ciudad Obregón, donde se solicitó permiso previo, contactando con los

dueños o encargados de las mismas para aplicar el instrumento que permitan evaluar el compromiso organizacional. El levantamiento se realizó por medio de diversos encuestadores, los cuales se asignaron a las diferentes empresas, de tipo comercial y de servicio, una vez levantada la información se procedió a foliar, capturar en SPSS y limpiar la base de datos para asegurar una captura objetiva, posteriormente se realizaron análisis descriptivos para obtener los primeros resultados y se corrieron comparaciones de medias por medio de T de Student para conocer la existencia de diferencias significativas entre los resultados del instrumento y algunas variables atributivas, posteriormente se realizó una correlación con motivo de conocer la relación presente entre las variables del instrumento y los datos atributivos.

## **RESULTADOS**

En el presente apartado, se abordan los resultados obtenidos con base al análisis de la información recabada por medio de los instrumentos aplicados. Primeramente, se muestran los datos de consistencia interna obtenidos para ambos instrumentos con la finalidad de conocer la confiabilidad obtenida, posteriormente se presenta la información derivada de las pruebas de hipótesis para identificar el valor significativo del constructo estudiado en las variables atributivas y finalmente las correlaciones obtenidas con motivo de conocer que variables podrían considerarse más significativas al momento de trabajar

este constructo dentro del contexto participante.

### **Consistencia interna**

Al realizar la prueba alpha de cronbach para ambos instrumentos se obtuvieron los siguientes resultados. La consistencia interna de la escala total de compromiso tuvo un  $\alpha$  de Cronbach de 0.898 y los siguientes valores para cada una de sus subescalas: Compromiso afectivo, 0.824; Compromiso normativo, 0.742; Compromiso de continuidad, 0.714. Lo anterior deja ver como de forma general, así como en cada una de sus subescalas la prueba muestra un valor de alpha entre los



rangos de aceptable y razonable de acuerdo con lo propuesto por George y Mallery (2003), lo cual indica que el instrumento presenta una adecuada consistencia interna.

### Comparación de medias

Se realizó una T de Student sobre el compromiso organizacional y sexo, encontrando que en general no existen diferencias significativas por sexo entre el total de los participantes (Véase tabla 1).

Tabla 1. Prueba T. Sexo y Compromiso

	Hombre	Mujer	T	p
Compromiso general	59.05	57.01	1.917	.056
Compromiso afectivo	20.16	19.40	1.806	.071
Compromiso normativo	19.47	18.74	1.861	.063
Compromiso de continuidad	19.42	18.87	1.457	.146

Posteriormente se comparó el tipo de contrato con el compromiso general y sus dimensiones, donde de acuerdo a la tabla 2 existen diferencias significativas entre el compromiso y el tipo de contrato, ya que el

personal que cuenta con un contrato base con la empresa presenta un puntaje mayor de compromiso general, afectivo, normativo y de continuidad a diferencia del que es por contrato temporal.

Tabla 2. Prueba T. Tipo de contrato y Compromiso

	Temporal	Base	T	p
Compromiso general	55.50	58.96	-2.829	<b>.005</b>
Compromiso afectivo	18.61	20.20	-3.290	<b>.001</b>
Compromiso normativo	18.37	19.38	-2.238	<b>.026</b>
Compromiso de continuidad	18.51	19.38	-1.983	<b>.048</b>

Por otra parte, se realizaron análisis sobre el compromiso y el tipo de puesto de los trabajadores, encontrando diferencias significativas sobre el compromiso general, afectivo y normativo ya que como se puede ver en la tabla 3, los directivos tienen

puntajes mayores dentro de estos tipos de compromiso comparado con los otros puestos, mientras que en el factor de compromiso de continuidad no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 3. ANOVA. Tipo de puesto y Compromiso

	Operativo	Administrativo	Directivo	F	P
Compromiso general	57.39	60.37	66.36	4.651	<b>.010</b>
Compromiso afectivo	19.42	21.02	24.55	9.362	<b>.000</b>
Compromiso normativo	18.90	19.75	23.27	5.636	<b>.004</b>
Compromiso de continuidad	19.08	19.60	18.55	.676	.509

En la tabla 4, se aprecia el compromiso general y sus dimensiones con los años laborados en la empresa, donde se encontró diferencias significativas en la comparación de estas variables, observándose puntajes

mayores de compromiso general, normativo y de continuidad al tener de dos a tres años laborando en la organización. Y en el compromiso afectivo al tener tres años en adelante.

Tabla 4. ANOVA. Años laborados y Compromiso

	0 a 1 año	1 a 2 años	2 a 3 años	3 en adelante	F	P
Compromiso general	55.56	58.22	61.67	60.59	6.963	<b>.000</b>
Compromiso afectivo	18.74	19.36	21.09	21.45	10.742	<b>.000</b>
Compromiso normativo	18.55	19.14	20.25	19.58	3.042	<b>.028</b>
Compromiso de continuidad	18.27	19.72	20.33	19.56	5.839	<b>.001</b>

Una vez realizado los análisis de comparación de medias se procedió a la realización de correlaciones entre los factores de la escala y las variables atributivas como se indica en la tabla 5, en donde, se puede observar que el compromiso organizacional presenta una alta correlación positiva entre sus factores (afectivo, normativo y de continuidad), también el compromiso organizacional junto con sus factores correlacionan de manera positiva con los años trabajados en la

empresa, número de hijos y la edad de los trabajadores, dejando de lado el nivel educativo con el cual no presentan relación, así mismo las horas laboradas no presentan relación con alguna de las variables de compromiso, finalmente la edad se muestra como una variable a considerar ya que correlaciona con todas las variables de este trabajo, tanto para el constructo de compromiso como los atributos de los participantes.

Tabla 5. Correlación. Compromiso con variables atributivas

	CO	CA	CN	CC	HL	AT	NE	NH	ED
CO	1								
CA	<b>.903**</b>	1							
CN	<b>.919**</b>	<b>.774**</b>	1						
CC	<b>.858**</b>	<b>.629**</b>	<b>.691**</b>	1					
HL	.037	.043	.027	.027	1				
AT	<b>.169**</b>	<b>.221**</b>	<b>.102*</b>	<b>.126**</b>	<b>.105**</b>	1			
NE	.023	.057	.010	-.009	-.031	<b>.122**</b>	1		
NH	<b>.113**</b>	<b>.117**</b>	<b>.099*</b>	<b>.086*</b>	.009	<b>.250**</b>	<b>-.249**</b>	1	
ED	<b>.135**</b>	<b>.149**</b>	<b>.120**</b>	<b>.089*</b>	<b>.103*</b>	<b>.438**</b>	<b>-.193**</b>	<b>.629**</b>	1

\*\* .0,01 Sig.; \* .0,05 (bilateral).

Nota: CO (compromiso organizacional), CA (compromiso afectivo), CN (compromiso normativo), CC (compromiso de continuidad) HL (número de horas laboradas), AT (años de trabajo), NE (nivel de estudios), NH (número de hijos), ED (edad).

## DISCUSIÓN

Referente a los resultados obtenidos después de la aplicación del instrumento, se puede concluir que es una escala confiable ya que cuenta con una consistencia interna de .898 total, así mismo, en cuanto a las dimensiones que la conforman se obtuvo un valor de Alpha de .824 para la dimensión de afectivo, .742 para la normativa y .714 para la de continuidad, lo que indica una adecuada consistencia interna entre las áreas que conforman el instrumento. Comparando los resultados con el estudio de Barraza, Acosta y Ledesma (2009), en el cual se utilizó la misma escala de compromiso, pero en el Estado de Durango, la consistencia interna es mayor para este trabajo que para el de los autores anteriores, ya que ellos

obtuvieron una Alpha de Cronbach total de 0.81. Por otro lado, Uribe, Moreno y Martínez (2001), obtuvieron coeficientes de .81, .48 y .82 (Compromiso afectivo, normativo y de continuidad) resultando menor que en el presente trabajo. Por último, los autores Meyer, Allen y Smith (1993), reportaron en su estudio coeficientes de .82 para afectivo, .74 para continuidad y .83 para normativo, los cuales son ligeramente mayores que en este trabajo.

Para el presente estudio no hay diferencias significativas en relación al sexo de los participantes, al igual que en el estudio de Loli (2006), quien trabajo el compromiso relacionándolo con algunas variables demográficas, encontrando que no

existen diferencias significativas respecto al compromiso organizacional cuando se compara hombres con mujeres. Lo anterior deja ver que al hablar de compromiso, el sexo no es determinante para su estudio.

Así mismo, para el compromiso y el tipo de contrato se mostró que el personal de base está más comprometido con la empresa en comparación con los de contrato temporal, lo cual significa que los trabajadores tienen un compromiso por permanecer dentro de la empresa, ya sea la causa por sentimientos afectivos hacia la organización o presiones y necesidades monetarias.

En lo referente al puesto de trabajo se encontró, que si existen diferencias significativas con el compromiso organizacional, ya que se mostró que los directivos tienen más alto compromiso comparado con los otros puestos. Por su parte Arias, Varela, Loli y Quintana (2014), en su investigación encontraron que no hubo significancia estadística con la jerarquía del puesto.

Al comparar los años laborados con el compromiso organizacional y sus factores, existe una diferencia significativa, ya que arroja que a más años laborados en la empresa mayor es el nivel de compromiso, de igual manera para la edad. Dichos resultados concuerdan con lo que señalan Blanco y Castro (2011), quienes encontraron en su estudio que a medida que la antigüedad se incrementa mayor es el nivel

de compromiso, así como a mayor edad de los empleados tienen un mayor grado de compromiso.

En lo que se refiere a las correlaciones se encontró que efectivamente el compromiso organizacional tiene una relación positiva con el compromiso afectivo, normativo, y de continuidad, ya que estas suelen relacionarse entre sí al hablar de este constructo. También se identificó que los factores de la escala correlacionaron positivamente con las variables atributivas como años de trabajo, número de hijos y la edad, lo que significa que a cuanto mayor sea cada una de ellas, mayor es el nivel de compromiso. En el estudio de Vargas, Soto y Rosas (2014), se encontró en cuanto a la edad resultados similares al presente trabajo, ya que mencionaban los autores que a mayor edad se manifestaban correlaciones positivas y estadísticamente significativas para los elementos normativo y afectivo, lo que implicaría que a mayor edad aumenta el nivel de compromiso en esos dos elementos. Por otra parte, en el estudio de Bohrt, Solares y Romero (2014), respecto a la antigüedad de los empleados se observó que el compromiso organizacional bajaba después de permanecer un año en la empresa, e incrementaba después de los cinco años, en cuanto a la edad, de igual manera se encontró que el compromiso en sus diferentes componentes se incrementa de manera sostenida con la edad.

## REFERENCIAS

Álvarez G. 2008. Determinantes del compromiso organizacional. ¿Están los trabajadores a tiempo parcial menos comprometidos que los trabajadores a tiempo completo?, *Cuadernos de Estudios Empresariales*, volumen #18, p. 73-88

Arciniega LM. 2002. Compromiso Organizacional en México: ¿Cómo hacer que la gente se ponga la camiseta? Dirección Estratégica, *Revista de Negocios del ITAM*, 2(1), 21-23.

Arias GF. 1998. *Los cuestionarios de compromiso personal y clima organizacional*. Ponencia presentada en el IV Foro Nacional de Investigación en las Disciplinas Financieras-Administrativas, Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Arias Galicia F, D Varela Sosa, A Pineda, M Quintana. 2014. El compromiso organizacional y su relación con algunos factores demográficos y psicológicos. *Revista de Investigación en Psicología*, 6(2), 13-25.  
doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rinvp.v6i2.5147>

Barraza A, M Acosta y Z Ledesma. (2009). Compromiso organizacional de los docentes de una institución de educación media superior. Recuperado de:

[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_16/ponencias/0414-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_16/ponencias/0414-F.pdf)

Betanzos N, P Andrade, y F Paz. 2006. Compromiso organizacional en una muestra de trabajadores mexicanos. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 22 (1). 25-43.

Betanzos N y F Paz. 2007. Análisis psicométrico del compromiso organizacional como variable actitudinal. *Anales de psicología*, 23 (2). 207-215.

Blanco M & Ch P Castro. 2011. Análisis comparativo del compromiso organizacional manifestado por madres y mujeres sin hijos. *Ajayu. Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo"*, 9 (2), 215-233.

Böhrt R, L Solares y C Romero. 2014. Evolución del contrato psicológico y el compromiso

organizacional con la edad y la antigüedad. *Ajayu. Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo"*, 12 (1), 33-63.

Domínguez Aguirre L, A Ramírez Campos y A García Méndez. 2013. El clima laboral como un elemento del compromiso organizacional. *Revista Nacional de Administración*, 4(1), 59-70.

Meyer J y N Allen. 1997. Commitment in the workplace: Theory, research and application, *California Publications*, 69 (3), 372-378.

Meyer J, N Allen y CA Smith. 1993. Commitment to Organizations and Occupations: Extension and Test of a Three-Component Conceptualization. *Journal of Applied Psychology*, 78, 538-551.  
<https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.4.538>

Omar Ay A Urteaga. 2008. Valores personales y compromiso organizacional. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 13 (2), 353-372.

Loli Pineda AE. 2006. Compromiso organizacional de los trabajadores de una universidad pública de Lima y su relación con algunas variables demográficas, en *Revista de Investigación en Psicología*, Vol. 9, No. 1, pp.37-67.

Ruiz J. 2013. El compromiso organizacional: un valor personal y empresarial en el marketing interno. *Revista de Estudio Empresariales*, 1 (13). 67-86.

Uribe JF, G Moreno y E Martínez. 2001. Compromiso Organizacional y Maquiavelismo en ejecutivos mexicanos. *XII Congreso Nacional de Psicología del Trabajo y IX Congreso Iberoamericano de Recursos Humanos*

Vargas J, J Soto y K Rosas. 2014. La relación del Compromiso Organizacional con el nivel de estudios, la edad y el género en trabajadores de la industria del calzado en el León, Guanajuato. *OIDLES (Observatorio 85 Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social)*, 16, 1. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/oidles/16/sociodemografia.pdf>

---

## Reducción de Tiempo de Ciclo en Estación de Trabajo de Industria Automotriz

---

Laura Viviana Ramírez Gil  
Karla Gabriela Gómez Bull  
Mayra Verónica Linares Gil  
María Marisela Vargas Salgado

UACJ-CU  
Av. Del Desierto 18100  
Cd. Juárez s/n, México.  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

---

### Resumen

Se trata de la reducción de tiempo de ciclo en la estación de trabajo #2 de una industria maquiladora del ramo automotriz. Esto generaba un cuello de botella y tiempo muerto en las estaciones subsecuentes por la falta de piezas. Se identificaron los principales desperdicios encontrados y aquellas actividades que no agregaban valor al producto. Se retiraron materiales que se encontraban originalmente dentro de la máquina, se colocaron en un contenedor de forma externa, lo que evitó la interrupción y reinicio de la máquina cada que comenzaba un nuevo ciclo. Se logró reducir el tiempo de ciclo en un 57.69% con respecto a los tiempos originales. A través del rediseño en la estación mencionada se logró reducir los tiempos de ciclo de la misma.

**Palabras clave:** Desperdicios, tiempo de ciclo, proceso.

---

### Introducción

En la industria maquiladora uno de los principales problemas que presentan es el exceso de tiempo en el proceso de producción, el cual ocasiona una mala distribución de la planta, que conlleva a un inadecuado balance en las cargas de trabajo en los empleados, así como el excesivo tiempo de recorrido del material. Una industria que tiene un elevado índice de

tiempo en el proceso productivo minimiza su competitividad en el mercado (Del Solar, Sarnillán, Vásquez, & Fuentes, 2014).

El entorno industrial de la actualidad se caracteriza por la competitividad, la velocidad de los cambios y la inestabilidad de la demanda, esto se debe al incremento que se está presentando por parte de los

clientes, que requieren productos que se ajusten a sus requerimientos y con la calidad exigida para cumplir con las necesidades especificadas, así mismo el aumento en la rapidez y frecuencia de las entregas (Tejeda, 2011).

En los últimos años, la fabricación de productos como los automóviles, computadoras y electrodomésticos que se fabrican en masa, está teniendo un aumento en la variedad de productos, por lo cual las empresas han adoptado la manufactura esbelta, el objetivo de las industrias es el mejorar la producción, ser rentables, aprovechar al máximo los recursos disponibles, el conjunto de estas herramientas y técnicas representa una oportunidad para el desarrollo de la productividad en la industria actual (Gregorio, Muñoz, Salcedo, & Sossa, 2011).

En cierta empresa de la localidad dedicada al ramo automotriz se tenía la necesidad de reducir el tiempo de ciclo y los desperdicios

generados en la línea de producción, ya que esto impacta directamente en la fecha de entrega del producto, en la satisfacción de cliente, cumplimiento de la demanda, cumplimiento de los requerimientos, en la calidad que se ofrece, ya que el proceso por el que pasa la pieza debe ser el mejor y encontrarse en buenas condiciones, para que sea eficaz y el producto salga con cero defectos.

El presente trabajo contiene información sobre el rediseño realizado en la estación #2 donde se procesa un condensador para automóvil, con el cual se buscó disminuir el tiempo de proceso del ensamble de los accesorios, ya que, al ser la segunda estación de cuatro, se creaba un cuello de botella por el exceso de tiempo que le tomaba al empleado el ensamblar los accesorios requeridos para pasar la pieza a la siguiente estación, además el operador manifestaba dificultades al tomar y ensamblar los componentes requeridos.

## Metodología

### Diseño del Estudio

Esta investigación es de tipo descriptivo, experimental y longitudinal. Se observaron las variables que intervenían en el tiempo de ciclo para analizar la situación, se trató de modificar los tiempos de ciclo, jugar con los cambios propuestos para reducir el tiempo de ciclo. Se tomaron los datos [tiempos] en un determinado periodo de tiempo, interviniendo con una modificación, para nuevamente monitorear los tiempos y determinar si verdaderamente se tuvo una mejora (Grajales, 2000).

### Materiales

Entre los materiales utilizados para este trabajo se encuentran: un cronómetro, que se utilizó para tomar el tiempo que tardaba el operador en realizar su operación en la estación; un celular de la marca Lanix® con el cual, se tomó video para estudiar y analizar más a detalle las actividades del trabajador; además se hizo uso del software Variation of Process Time®, en el cual se introducía el tiempo que se tomaba con el cronómetro y de esta forma observar si había alguna razón en específico por la cual el proceso de ciclo era más prolongado.

De igual manera se utilizó un juego de estudios para el análisis de productividad, dichos estudios sirven para encontrar el error del proceso, en este caso el cuello de botella, para así encontrar diferentes mejoras y elegir la que mejor convenga.

### **Método**

El método para seguir y llevar a cabo el presente proyecto se dividió en tres partes; la primera correspondió a la toma de datos para determinar la situación en la que se encontraba actualmente la estación de trabajo, la segunda fase correspondió a las propuestas de mejora y la última la implementación de las mismas.

A) Toma de datos: Se procedió a tomar tiempos del ciclo a través de un cronómetro, se tomaron las lecturas durante una hora en el primer turno, se iban capturando en el software Variation of Process Time®, en el cual se documentó el tiempo de cada ciclo, en algunas ocasiones también se registró la variable por el cual la operación tardaba más del tiempo especificado, al mismo tiempo que se documentaban los tiempos se tomó un video con un celular Lanix® para analizar más a fondo la operación y comenzar a planear posibles mejoras para eliminar el cuello de botella.

B) Propuestas de Mejora: Una vez que se analizaron los tiempos documentados, se observó en el video el método utilizado para la operación, y cuáles fueron las variables que más se hicieron frecuentes a lo largo del proceso, se procedió a realizar propuestas de

mejora, para lo cual se observó el área de la estación para conocer el estado en el que se encontraba y de esta forma poder detectar desperdicios. Enseguida se realizó un análisis de la actividad, en donde se registraron los desperdicios encontrados en el área, y a qué clasificación de desperdicio pertenecía, indicando también si era algo que se podía eliminar, reemplazar, entre otras opciones, así mismo cuales eran las posibles soluciones que se podrían implementar.

Luego se elaboró una lista de sugerencias, en donde se anotaron las posibles propuestas de soluciones para cada defecto que fue previamente, en esta hoja se registraba el nombre de la persona que quedaba como responsable de llevar a cabo la mejora y cuánto tiempo estaría a prueba dicha propuesta.

Ya que se tenían las posibles propuestas de mejora, se realizó una lista donde se incluía el problema encontrado, la causa de éste, la acción correctiva que se tomó para solucionarlo, el responsable de llevarla a cabo y además se indica si esta actividad fue funcional o no para la mejora del problema.

c) Implementación de la Mejora: Se procedió a remover el exceso de materia prima de la estación, para lo cual se colocó un cofre en donde fue colocada la misma. Una vez implementada esta mejora, se procedió nuevamente a la toma de tiempos [durante una hora] del proceso, para determinar si la mejora funcionó.



## Resultados

Con respecto a la toma de tiempos de ciclo en la estación antes de realizar la mejora, se pudo observar que la media de los mismos fue de 46.379 segundos, con una desviación estándar de 10.579, como se puede apreciar en la figura 1. Luego de haber tomado dichos datos se prosiguió a identificar los

desperdicios dentro del área, entre los que se encontraron: basura, carros mal acomodados, exceso de materia prima, piezas de proceso en el piso, material fuera de proceso, sobreproducción y material dentro de la máquina.

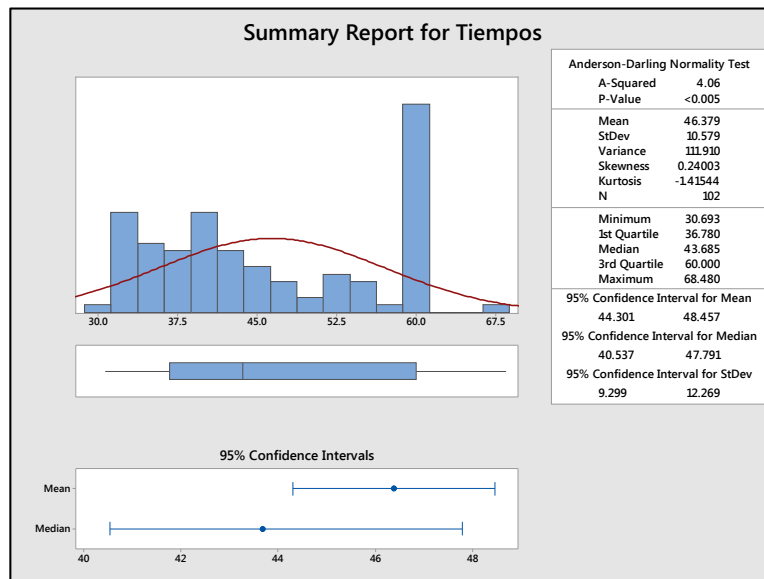


Figura 1. Tiempos de ciclo antes de la mejora

Se llevó a cabo un plan de acción, en el cual se describen las tareas sobresalientes del taller de productividad para ser implementadas en la estación. A una persona se le asignó la tarea de dar instrucciones al materialista para solo tener en la estación la materia que se necesitaba y solo abastecer conforme se vaya requiriendo, mientras que a la persona 2 se le pidió que se diseñaran más racks, a la persona 3 se le asignó la tarea de tomar tiempos, realizar un estudio para balancear los mismos en las 4 estaciones y a la persona

4 se le dio la tarea de diseñar un contenedor para colocar el material de la estación 2 fuera de la máquina.

En el caso del exceso de materia prima, se encontró que la causa era la falta de control en el proceso, la acción propuesta consistió en dar instrucciones al materialista para el abastecimiento de material. En el caso de las piezas en el piso, la causa fue por falta de racks y la acción correctiva fue el diseñar más de éstos. En el desperdicio correspondiente a la sobreproducción en la estación, la causa fue que existía un cuello

de botella en la estación subsecuente, por lo que la acción que se tomó fue modificarla y balancear las 4 estaciones. Por último, en el caso del material dentro de la máquina, la causa fue que la estación tuvo un mal diseño y la acción que se llevó a cabo fue el diseñar un contenedor para colocar el material fuera de la máquina para que de esta manera no se interrumpiera el ciclo y así evitar un cuello de botella.

Luego de haber tenido dicho estudio se procedió a realizar la mejora y colocar el contenedor de materia prima fuera de la estación de trabajo, para que de esta forma

el operador no tuviera que introducir la mano dentro de la máquina y por seguridad, no se interrumpiera el ciclo y tener que volver a iniciarlo cada vez que se comenzará uno nuevo o pasará una nueva pieza, luego de implementar la mejora se procedió a realizar nuevamente otro estudio como el anterior para ver los resultados y se logró una reducción en los tiempos de ciclo. Los nuevos tiempos de ciclo se pueden observar en la figura 2, dichos tiempos ahora tienen una media de 26.897 segundos, es decir el promedio de los tiempos se redujo en un 57.69% con respecto al tiempo original que se tenía de 46.379 segundos.

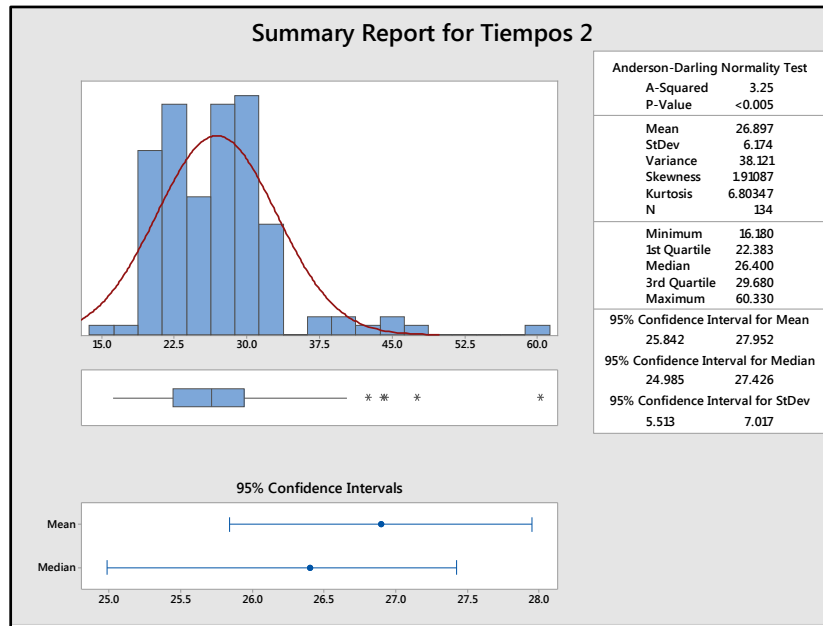


Figura 2. Tiempos de ciclo después de la mejora

## Conclusiones

Este proyecto tuvo como objetivo general eliminar el cuello de botella generado en una estación de trabajo, el cual se logró a través del rediseño de la misma para que de esa manera la operación fuera más práctica y ágil para el operador, permitiendo el balanceo de la estación y manteniendo el mismo tiempo de ciclo en las siguientes tres estaciones, se logró a través de la toma de tiempos, realizando una serie de estudios, como el Análisis de productividad, en donde se estudió el área en conjunto para de esta forma encontrar la falla, los desperdicios que se tenían, operaciones que se encontraban fuera de proceso, haciendo de esta forma más fácil la eliminación del cuello de botella.

Se pudo observar que es necesario el tener siempre las 5'S como una prioridad, ya que ayudan a mantener el área en buenas condiciones y con esto poder trabajar en una estación adecuada y sin complicaciones por tener acumulación de material, basura, cajas vacías, material que no pertenece a esa

área, porque los desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso son problemas para el proceso y así mismo para la producción. El brindar el entrenamiento adecuado también es vital para que no se presenten incidentes o trabajos mal realizados que impliquen retrabajo o la generación de scrap, lo que menos se busca en una empresa es la pérdida y cuando no se da el entrenamiento adecuado, como el leer y entender las instrucciones de trabajo y ayudas visuales, llevan a la consecuencia de no realizar la operación de forma correcta y esto puede generar la pérdida de tiempo y piezas.

Para seguir mejorando esta área de trabajo, se recomienda brindar la capacitación o entrenamiento adecuado y constante a los operadores, supervisores y técnicos para mantener el área en óptimas condiciones siguiendo y apegándose a las bases de las 5'S, de igual manera el rediseñar las estaciones de trabajo contemplando antes que nada la seguridad del operador.

## Bibliografía

Colunga C & A Saldierna. 1994. *Costos de la calidad*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de ingeniería

Fisher M. 1999. Process improvement by poka-yoke. *Emerald insight*, 264-266.

George ML. 2002. *Lean six sigma: combining six sigma Quality with lean speed*. USA: McGraw-Hill

Gutiérrez H. 2005. *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.

PDCA. 2017. *PDCA HOME*. 13 de Febrero de 2017. <http://www.pdcahome.com/poka-yoke/>

Rodríguez E. 2005. *Metodología de la investigación*. Villahermosa: Universidad Autónoma de Tabasco.

Sosa D. 2002. *Conceptos y herramientas para la mejora continua*. México: Limusa

Soto DM. 2011. *Perspectiva de la gestión de la innovación desde los mecanismos a prueba de falla Poka-Yoke*. Escenarios. Vol 9, No.1

---

# Entorno Urbano Construido y Personas Mayores en Viviendo con Demencia en Ciudad Juárez

## La necesidad de vecindarios amigables a la gente con demencia

---

Abayomi Gabriel Olaoluwa

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Email: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx)

---

### RESUMEN

La demencia es una enfermedad incapacitante, por lo que el entorno construido juega un papel importante en la promoción de la salud y la calidad de vida de las personas mayores (60 años y más) que viven en un estado de demencia. Un alto número de ancianos con demencia en México vive confinado en su casa. Se presentan los resultados de un estudio dirigido a examinar cómo las personas mayores que viven con demencia en Ciudad Juárez, México se relacionan con el entorno externo construido y cómo diseñar vecindarios amigables. Diez ancianos en la etapa de demencia leve a moderada fueron entrevistados. Se les preguntó sobre su movimiento, experiencia y contacto con el entorno externo construido dentro de sus vecindarios. También se llevó a cabo una evaluación del entorno construido de los vecindarios de los 10 participantes en forma de auditorías en el sitio. Las características del entorno construido externo se evaluaron y midieron utilizando la lista de verificación de características de vecindad amigables con demencia propuesta por Mitchell y Burton. Los hallazgos preliminares generan recomendaciones de diseño para profesionales como planificadores urbanos, arquitectos, diseñadores e ingenieros en la creación de vecindarios amigables con la demencia que son beneficiosos y mejoran la buena calidad de vida de las personas mayores que viven con demencia.

Palabras clave: Envejecimiento, Demencia, Vivienda amigable

---

### ENVEJECIMIENTO Y DEMENCIA

El envejecimiento es un fenómeno global y el número de personas mayores (más de 60 años) ha estado incrementando dramáticamente. Las predicciones de la Organización Mundial de la Salud muestran que el número de adultos mayores alrededor del mundo se incrementará de manera acelerada. El número de personas con edad mayor a 60 años era de 900 millones en 2015 y se

predice que crezca a casi 2 mil millones para 2050 (OMS, 2015).

México es conocido por ser una nación con una gran población de gente joven, pero el cambio en la pirámide poblacional llevará a un rápido incremento de la población mayor. El censo poblacional de México de 2010 y la encuesta “intercensal” de 2015 revelaron que Ciudad Juárez tiene una población de

alrededor de 1.4 millones de personas y 15.1% (alrededor de 210,000 personas) tienen 60 años o más (IMIP, 2017). Las predicciones han mostrado que para el año 2050 habrá más personas mayores de 60 años o más, que niños y niñas (Cervantes, 2013).

Sin embargo, a medida que la gente envejece, es natural experimentar problemas de salud y debilidad, así como disminución en la movilidad y conciencia (Mitchell et al., 2007). Una de las enfermedades más comunes que afecta a las personas mayores es la demencia. Las probabilidades de desarrollar demencia se multiplican con la edad (Alzheimer's Society, 2004). La demencia es una enfermedad caracterizada por una pérdida progresiva de función intelectual y cognitiva, que a la larga deteriora las habilidades funcionales diarias (Sloane et al., 2002). Demencia es un término general que indica cambios en la función cognitiva que resultan de un rango de desórdenes

cerebrales específicos, usualmente progresivos e irreversibles (Sloane et al., 2002). La enfermedad de Alzheimer es el tipo más común de demencia que afecta a las personas mayores (Gutiérrez-Robledo & Arrieta-Cruz, 2015).

La enfermedad de Alzheimer emergió como problema de salud pública en México como una de las enfermedades más comunes que afectan a las personas mayores. De acuerdo al Instituto Nacional de Geriátrica (2014) la distribución por edades de mexicanos y mexicanas con demencia es de un 4% en personas de 60 años o menos; un 15% en personas cuya edad se encuentra entre 65 y 74 años, un 43% en personas de entre 75 y 84 años y un 38% entre quienes tienen 85 años o más. La prevalencia de la enfermedad de Alzheimer en las áreas urbanas de México es de 7.4% y la incidencia de 27.3 por personas/años (Alzheimer's Disease International, 2012).

## DEMENCIA Y ENTORNO CONSTRUIDO

La demencia es una enfermedad incapacitante, por lo cual el entorno construido juega un importante rol en obstaculizar o promover la salud y la calidad de vida de las personas mayores con demencia (Burton et al., 2011). Generalmente, el entorno construido está enfocado en las necesidades de la población más joven; sin embargo, las personas mayores con demencia tienen necesidades de entorno específicas, como resultado de su condición física y psicológica (Alzheimer's Society, 2004).

La mayoría de las personas mayores con demencia en México vive en su hogar, debido a que los centros de asistencia son inadecuados para pacientes con demencia ya que la cultura mexicana es generalmente dirigida por la familia (Cervantes, 2013).

Varios estudios han mostrado que las personas mayores que sufren de demencia generalmente prefieren permanecer en sus hogares y vecindarios durante la mayor cantidad de tiempo posible (envejecer en el lugar). Las investigaciones muestran que las personas

mayores con demencia que envejecen en el lugar tienden a lidiar mejor con los efectos de la demencia como resultado de la familiaridad con el hogar y el vecindario (Fields et al., 2014).

El diseño del entorno físico es importante para proveer de un entorno sano y seguro para personas con demencia, con el fin de promover bienestar, calidad de vida e independencia. Se trata de modelar el entorno construido con el fin de neutralizar los impedimentos que acompañan a la demencia (Dementia Services Development Centre, 2012).

Estudios previos se han enfocado más en el diseño y la modificación de la

construcción interna de los hogares de las personas mayores con demencia. Más mejoras han sido realizadas para diseñar y crear entornos amigables para personas con demencia, pero el entorno externo (entorno externo construido) como lugares, calles y espacios también requiere ser amigable para personas con demencia. Antes del inicio de esta investigación, poca o ninguna investigación había sido realizada en cuanto a los requerimientos del entorno construido para las personas mayores con demencia en México, ya que se espera que éstas permanezcan en el interior de sus viviendas por el resto de sus vidas.

## DISEÑO RESPETUOSO PARA PERSONAS CON DEMENCIA

Los entornos físicos son parte de los factores determinantes de la salud; el diseño de nuestros entornos tiene un impacto significativo en el bienestar y la salud. El concepto de un “entorno amigable para las personas con demencia puede ser definido como un sistema cohesivo de soporte que reconoce las experiencias de la persona con demencia y provee de mejor manera asistencia para que la persona pueda permanecer involucrada en la vida diaria de manera significativa” (Davis et al., 2009).

El diseño amigable para personas con demencia es considerado una contribución humanitaria para reducir los síntomas de la demencia. Debido a que los síntomas de demencia pueden incluir pérdida de memoria, desorientación, juicio empobrecido e impedimentos físicos, es importante asegurar que el entorno sea accesible, comprensible, familiar,

confortable, distintivo y seguro (Mitchell & Burton, 2010). Para crear y diseñar un entorno respetuoso para personas con demencia, es importante considerar estos seis principios de diseño:

**Familiaridad:** Las personas con demencia usan y disfrutan de un entorno externo construido que les es familiar con respecto a su pasado. Éste debe ayudarles a mantener sus habilidades al ser capaces de reconocer y comprenderlo (Mitchell & Burton, 2010). Para hacer el entorno externo familiar para las personas con demencia, los edificios, el mobiliario urbano, los espacios abiertos y las características arquitectónicas deben ser diseñados para ser comprendidas por la gente con demencia.

**Comprensibilidad:** Un entorno comprensible ayudará a minimizar la desorientación y la posibilidad de perderse. Es importante para las personas

con demencia el ser capaces de identificar el lugar en el que se encuentran en un momento determinado, el lugar del que vienen y al que se dirigen. Para hacer el entorno externo comprensible para las personas con demencia es necesario tener calles que sigan un orden, por ejemplo de avenidas principales a calles secundarias; las calles deben ser cortas y bien conectadas. Es importante también el tener señalamientos que sean claros y precisos (sin ambigüedades), fácilmente visibles e informativos para guiar a las personas con demencia a sus destinos.

**Accesibilidad:** Es importante para el entorno externo construido el ser fácilmente accesible para las personas mayores con demencia. Éstas son débiles y experimentan desorientación física, por lo tanto, requieren entornos accesibles que reduzcan el estrés. Para que el entorno externo sea fácilmente accesible para gente con demencia se requieren ciertas características del vecindario en consideración. Algunas de las características más importantes son el uso de suelo mixto, facilidades y servicios (bancos, centros de salud, supermercados, transporte público) deben estar en proximidad (de 5 a 10 minutos caminando), tener banquetas anchas y parejas, cruces peatonales bien situados y disponibilidad de baños públicos.

**Distintividad:** Esto incluye el atractivo visual del paisaje y el entorno externo construido. La distintividad de éste último puede ayudar a gente con demencia a reducir sentimientos como desorientación, enojo y ansiedad. El entorno externo distintivo debe poseer características como

uso de suelo mixto, variación en la arquitectura y color de los edificios, espacios públicos de buena calidad y presencia abundante de árboles, plantas, flores y mobiliario urbano.

**Confortabilidad:** Las personas con demencia deben ser capaces de usar y disfrutar del entorno sin incomodidad física o mental. Las personas con demencia tienen dificultad para lidiar con calles concurridas y ruidosas, así como con señalamientos ambiguos. Para proveer un entorno externo confortable el vecindario debe tener espacios abiertos bien estructurados, calles tranquilas, banquetas bien pavimentadas y estructuradas, señalamiento preciso y lugares de descanso adecuados (bancas cubiertas con respaldos y reposabrazos).

**Seguridad:** Las personas con demencia necesitan un entorno seguro que les permita moverse y disfrutar del espacio. Estas personas deben poder usar los espacios externos sin el miedo a ser dañadas, atacadas, o al riesgo de caer. Un entorno externo construido para personas mayores con demencia debe tener caminos y banquetas limpias y sin obstrucciones, los pasos peatonales deben contar con semáforos sonoros. Las calles deben estar bien pavimentadas con superficies lisas y no deslizantes, desprovistas de ramas de árboles colgantes o atorados. La iluminación adecuada en calles y caminos (alumbrado público) y la ausencia de edificios y automóviles abandonados son también muy importantes para crear un ambiente externo propicio para personas con demencia.

## METODOLOGÍA

El principal objetivo de la investigación fue examinar como diseñar vecindarios amigables con la gente con demencia que ayudarán a las personas mayores con este padecimiento en Ciudad Juárez, México, a mejorar su bienestar y calidad de vida. Los objetivos del estudio fueron los siguientes: Examinar cómo las personas mayores con demencia en Ciudad Juárez se relacionan con su entorno externo construido; determinar características de diseño que generan que las personas mayores con demencia hagan uso del entorno externo; y el presentar guías clave para crear entornos externos respetuosos con la gente con demencia (vecindarios) en Ciudad Juárez.

El investigador percibió la necesidad de entrevistar a las personas mayores con demencia para permitir un entendimiento más profundo y comprensivo acerca de sus puntos de vista y encuentros. Debido a la naturaleza sensible del trabajo de investigación, muchas consideraciones éticas fueron tomadas en cuenta para evitar una violación de derechos. Una aprobación ética fue requerida y otorgada por el departamento de educación y ética del hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Los mayores intereses éticos fueron el consentimiento, la confidencialidad y el proceso de investigación. (Schroter et al., 2006).

El reclutamiento de participantes para el estudio de investigación comenzó con la aplicación de pruebas para determinar los niveles de demencia de los potenciales participantes, la evaluación de su impedimento cognitiva y la elegibilidad para el estudio. Con la ayuda de personal

de neurología se utilizaron el mini-examen cognoscitivo (Mini-Mental State Examination (MMSE-BV)) y la escala de Hachinski. Diez personas mayores con demencia leve o moderada fueron identificadas. Las personas participantes elegibles y aptas para el estudio fueron contactadas vía telefónica para hacer arreglos. Las personas participantes reclutadas fueron de 60 años y mayores y que vivían en su hogar (envejecer en el lugar). El registro de personas mayores con demencia para el estudio de investigación fue desafiante debido a diversas razones como la cultura en México de no revelar impedimentos cognitivos y la naturaleza sobreprotectora de las y los cuidadores (miembros de la familia).

El proceso de consentimiento informado y escrito fue utilizado para cada participante. El consentimiento describió el propósito de la investigación y la metodología utilizada, para quién fueron recogidos los datos, qué tipo de preguntas serían hechas a las personas participantes, qué medidas serían tomadas para proteger la confidencialidad de las personas participantes, la duración prevista del estudio y el tiempo de compromiso, una declaración acerca de los beneficios potenciales y riesgos para las personas participantes y la firma del investigador y las personas participantes (Schroter et al, 2006).

Las personas participantes también fueron informadas de su facultad de retirarse del estudio en cualquier momento deseado sin repercusiones y que podrían solicitar que cualquier o todos sus datos fueran excluidos del estudio hasta un mes



después de la entrevista. El consentimiento también describió cómo los resultados del estudio serían compartidos y difundidos a las personas participantes. Para proteger el anonimato de las personas participantes se utilizaron identificadores únicos y los nombres de las personas participantes fueron removidos de las transcripciones. El tamaño de la muestra de diez (10) participantes fue considerada lo suficientemente pequeña como para brindar un entendimiento profundo para el estudio de investigación, ya que estudios relacionados han mostrado que de 5 a 10 fuentes de datos han sido considerados suficientes (Kuzel, 1999).

Se contactó a las personas participantes cuyo consentimiento fue otorgado y se acordaron tiempos convenientes para las entrevistas. Las personas participantes fueron entrevistadas en sus hogares. Entrevistas semiestructuradas y exhaustivas fueron elegidas como el método más apropiado para la recolección de datos para este estudio, ya que éste permite mayor flexibilidad y entendimiento hacia asuntos importantes (Creswell, 2007).

Las guías semiestructuradas que proveyeron un marco para las entrevistas y aseguraron cada entrevista fueron llevadas a cabo mediante la misma serie de preguntas. El entrevistador proporcionó un breve contexto del estudio al inicio de la entrevista para facilitar la compenetración. Las personas participantes fueron interrogadas acerca de su movimiento, experiencia y contacto con el contorno externo construido en sus vecindarios. También fueron cuestionadas acerca de las características del entorno externo como la

configuración de las calles, la señalización que permitiera orientarse fácilmente, el mobiliario urbano y las características arquitectónicas que afectarían positiva o negativamente el uso de su entorno externo local. Estas entrevistas fueron llevadas a cabo en presencia de sus cuidadores (miembros de la familia) con el fin de ayudar a clarificar alguna de la información dada por las personas participantes.

La evaluación del entorno construido fue llevada a cabo mediante auditoría en el lugar. El principal objetivo de la evaluación fue el medir las características del entorno construido dentro del micro-vecindario en el cual las casas de las personas participantes estaban localizadas. Para fines de esta investigación el micro-vecindario puede ser descrito como los segmentos de calle en un radio de 200 metros a partir de la casa de la persona participante. Esto fue influido por \*the Revised Senior Walking Environment Assessment Tool (SWEAT-R).

Con base en la lista de características para un vecindario respetuoso con la persona con demencia propuesta por Mitchell y Burton (2004), las características del entorno externo construido evaluadas y medidas fueron: uso del suelo, densidad, aspectos estructurados del entorno como la configuración y patrón de las calles, la seguridad personal y vial (condiciones de las banquetas y el suelo, colocación y señalamiento de pasos peatonales, áreas de descanso), familiaridad, comprensibilidad y accesibilidad geográfica (movilidad y señalamiento en el micro-vecindario).

## PERSONAS MAYORES CON DEMENCIA Y EL ENTORNO CONSTRUIDO EN CIUDAD JUÁREZ

Cuando las personas fueron entrevistadas se descubrió que todas las personas participantes prefieren vecindarios de uso mixto, lo cual les da la oportunidad de fácil acceso a tiendas, servicios, instalaciones comunitarias y lugares de actividad. Todas las personas participantes con demencia salieron acompañadas de sus cuidadores (miembros de la familia). Todas fueron de compras a supermercados y centros comerciales; visitaron cafés, restaurantes y ocasionalmente asistieron a la iglesia. No obstante, no todas las personas participantes visitan familiares o amigos y amigas. Ninguna de las personas con demencia hace uso del transporte público o maneja su vehículo. Todas eran transportadas por familiares en vehículos privados a sus destinos. Esto, por lo tanto, limita su interacción con el entorno externo construido.

Más aún, el investigador encontró que las personas mayores con demencia evitan los espacios públicos ruidosos y concurridos; prefieren lugares tranquilos pero animados como tiendas, cafés y parques. Durante la entrevista se les preguntó a las personas participantes qué tan seguro y atractivo perciben su vecindario. Todas las personas señalaron sentirse muy incómodas caminando por sus vecindarios. Mencionaron diversas dificultades a las que se enfrentan cuando están en el exterior. Algunas de éstas incluyen banquetas en malas condiciones así como obstrucción en las mismas, piso con pavimento desnivelado, lugares de descanso inadecuados (bancas) y tráfico.

Se hicieron preguntas adicionales acerca de la capacidad de las personas participantes para definir destinos y encontrar su camino en su microvecindario. Todas las personas participantes mencionaron haber perdido su camino en ciertas ocasiones. Las y los cuidadores (familiares) presentes en la entrevista confirmaron lo antes mencionado.

La tabla 1 provee información acerca de la evaluación de calidad del entorno construido (auditoría del vecindario) usando las características de la lista de vecindarios amigables con pacientes con demencia. Según las auditorías de vecindario, sólo 20% de los vecindarios evaluados son familiares a las personas mayores con demencia. Se observó que el 80% de los vecindarios no resultan familiares. Ninguno de los vecindarios evaluados cumplió con el principio de accesibilidad del diseño amigable con pacientes con demencia. 30% de los vecindarios son distintivos ya que la presencia de parques, árboles y mobiliario urbano fue registrada. Un total de 90% de los vecindarios en los cuales viven las personas participantes resultan incómodos para las personas mayores con demencia. Todos los vecindarios evaluados fueron calificados como inseguros por las personas participantes ya que las banquetas se encuentran obstruidas y disperejas, el alumbrado público es inadecuado y los carriles para bicicletas y patinaje no están separados de las banquetas.

Características de vecindarios amigables con personas con demencia	Vecindarios evaluados de Ciudad Juárez									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ambiente Familiar</b> (espacios abiertos, mobiliario urbano, edificios y rasgos arquitectónicos que son comprensibles)	X	X	X	X	X	X	√	X	X	√
<b>Entorno comprensible</b> (calles bien conectadas, señalamiento preciso e información visible que guíe al destino)	X	√	X	X	X	√	X	X	X	X
<b>Entorno Accessible</b> (uso de suelo mixto, facilidades y servicios en proximidad, banquetas amplias y parejas y baños públicos accesibles)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Ambiente Distintivo</b> (espacios públicos de calidad, mobiliario urbano, variación en el diseño y el color de los edificios, espacios con plantas y árboles)	X	X	X	√	X	X	√	X	X	√
<b>Entorno Comfortable</b> (espacios abiertos y banquetas bien estructuradas, lugares de descanso (banacas), paradas de camiones cerradas)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√
<b>Entorno seguro</b> (banquetas no resbalosas y sin obstrucciones, iluminación adecuada y pasos peatonales con semáforos auditivos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1 Evaluación del entorno construido

En el transcurso de la evaluación del entorno construido (auditoría del vecindario), el investigador observó la complejidad de la configuración del micro-vecindario, la cual es la mayor causa de problemas al momento de encontrar el camino por parte de las personas participantes. La evaluación de calidad del entorno también reveló que el señalamiento es muy ambiguo y confuso. De igual forma hay ausencia de transporte público y baños públicos en el micro-vecindario donde las personas

participantes viven, lo cual es importante para permitir a las personas mayores con demencia el uso del entorno externo. En esencia, los hallazgos del estudio muestran que los requisitos más importantes para que el entorno externo construido sea amigable con las personas con demencia (familiaridad, comprensibilidad, accesibilidad, confortabilidad, seguridad y distintividad) son inadecuados o inexistentes en todo el micro-vecindario donde las personas participantes viven.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación es un trabajo preliminar en un área a la que es dada poca o ninguna atención en México y América Latina en general. Entornos externos contruidos en los que la gente mayor viviendo con demencia pueda encontrar su camino fácilmente, que sea fácilmente accesible, así como fácil de entender y usar, ayudarán a que estos adultos mayores mantengan una buena calidad de vida mientras “envejecen en el lugar”.

El trabajo de investigación y los resultados fueron enfocados en datos obtenidos de una muestra de personas mayores (de 60 años o más) con demencia en Ciudad Juárez, México proporcionalmente pequeña. Por lo tanto, el tema o área de investigación se beneficiaría de más investigación para mejorar la representación de la muestra que tenga mayor validez.

Hay diversas maneras de utilizar los hallazgos de un trabajo de investigación completado. Por consiguiente, es recomendado que el equipo de planeación empiece a considerar diseños amigables con pacientes con demencia, y para que esto ocurra, políticas y leyes deben ser consideradas.

Diseñar vecindarios amigables con pacientes con demencia es más que remodelar el entorno externo construido para compensar los impedimentos

cognitivos causados por la demencia. Involucra cambiar la forma en la que las personas mayores con demencia interactúan con el entorno externo construido en los vecindarios en los que viven. Para mejorar el diseño del entorno externo para personas mayores con demencia, es imprescindible considerar los principios de diseño importantes. Las recomendaciones clave para cumplir con estos requerimientos han sido mencionadas anteriormente.

Las personas mayores con demencia tienen el derecho a tener entornos exteriores que sean seguros, propicios y disfrutables, y que ayuden a mantener una buena calidad de vida. Los rasgos y características de diseño mencionadas previamente deben ser tomadas en consideración por profesionales en el área de planeación urbana, arquitectura, diseño e ingeniería, con el fin de proveer entornos externos y vecindarios amigables con las personas con demencia que podrían beneficiar y mejora la calidad de vida de las personas con demencia. Los vecindarios amigables con las personas con demencia no son para ser disfrutados para personas con demencia únicamente, sino también por todas las demás personas. Ya es hora de que las ciudades latinoamericanas emprendan medidas para crear y hacer sus entornos contruidos amigables con las personas con demencia.

## BIBLIOGRAFÍA

Alzheimers disease International. 2015. Dementia statistics. Retrieved 14 April, 2016, from <https://www.alz.co.uk/research/statistics>

Alzheimer's Society. 2004. Policy Positions: People with Dementia Living Alone. Retrieved 7 May, 2018, from [http://www.alzheimers.org.uk/News\\_and\\_Campaigns/Policy\\_Watch/livingalone.htm](http://www.alzheimers.org.uk/News_and_Campaigns/Policy_Watch/livingalone.htm).

Burton, E, Michell, L & Stride, C. 2011. Good places for aging in place: development of objective built environment measures for investigating links with older people's wellbeing. *Public Health*, 11, 839-852.

Cervantes, R. 2018, 24 November 2017. 'The State of Aging': As Mexico's elder population grows, so do concerns about dementia. [Weblog]. Retrieved 2 May 2018, from <https://www.azcentral.com/story/news/local/arizona/2017/11/24/kjzz-state-aging-concerns-in-mexico/882759001/>

Creswell, JW. 2007. *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Davis et al. 2009. Guiding Design of Dementia Friendly Environments in Residential Care Settings: Considering the Living Experiences. *Dementia*, 8(2), 185-203.

Dementia services development centre. 2012. Good Practice in Design for Dementia and Sight Loss . Retrieved 22 May, 2018, from <http://dementia.stir.ac.uk/design/good-practice-design-dementia-and-sight-loss>.

Gutiérrez, R & Arrieta, C.I. 2015. Dementia in Mexico: The need for a

National Alzheimer's Plan. *Gaceta Medica de Mexico*, 151, 620-625.

IMIP. 2017. Radiografía Socioeconomica del Municipio de Juárez.

Instituto Nacional de Geriatria. 2014. Epidemiologia de las demencias en México. México: Instituto Nacional de Geriatria.

Kuzel, A.J. 1999. Sampling in Qualitative Inquiry. In Crabtree, B.F & Miller, W.L (Eds), *Doing Qualitative Research* (pp. 33-45). Thousand Oaks, CA: Sage.

Organización Mundial de la Salud. 2015. Ageing and Health. Retrieved 18 April 2018, from <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>.

Mitchell, L, Burton, E & Raman, S. (2004). Dementia-friendly cities: designing intelligible neighbourhoods for life. *Journal of Urban Studies*, 9(1), 89-101.

Mitchell, S.L, Kiely, D.K & Miller, S.C. 2007. Hospice care for patients with dementia. *J Pain Symptom Manage*, 34, 7-16.

Mitchell, L & Burton, E. 2010. Designing Dementia-Friendly Neighbourhoods: Helping People with Dementia to Get Out and About. *Journal of Integrated Care*, 18(6), 12-19.

Schroter et al. 2006. Reporting Ethics Committee Approval and Patient Consent by study Design in five General Medical Journal. *Journal of Medical Ethics*, 32(12), 718-723.

Sloane et al. 2002. The Public Health Impact of Alzheimer's Disease, 2000-2050: Potential Implication of Treatment Advances. *Annual Review of Public Health*, 23, 213-231.

---

## Fragilidad en el Adulto Mayor. ¿Cómo se mide?

---

ME Lourdes Alejandra Vergara Hernández<sup>1</sup>, DCE Yadira Mejía Mejía<sup>2</sup>, Dra. Leticia Moriel Corral<sup>2</sup>, MTFS Claudia Marcela Cantú Sánchez<sup>1</sup>, ME Karina Jazmín Marrujo Pérez<sup>3</sup>

1 - Profesor de Tiempo Completo de la Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato. México. Dirección electrónica: liurdes09@hotmail.com

2 – Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Enfermería y Nutriología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Vial Universitario, Campus Universitario 2. C.P. 31110 Chihuahua, Chihuahua, México.

3.- Docente de la Facultad de Enfermería y Nutriología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Vial Universitario, Campus Universitario 2. C.P. 31110 Chihuahua, Chihuahua, México

---

### RESUMEN

**Propósito:** Identificar, explorar y conocer cómo se ha valorado la fragilidad en el adulto mayor con base a los marcadores de fragilidad. **Métodos:** La búsqueda fue en las siguientes bases de datos: Medline, CINAHL, PubMed y Proquest. Los términos de búsqueda que se utilizaron fueron “Anciano frágil”, “envejecimiento”, “anciano”, “discapacidad” y “fragilidad”, con sus traducciones en inglés y portugués; estos fueron utilizados en combinación. Se eligieron 163 artículos, que fueron ingresados a una matriz de datos con 9 categorías. Se realizó análisis de los artículos y estadística descriptiva. **Resultados:** Se observó que la marcha y los criterios de Fried fueron los más utilizados con un 65.6% y 61.3% respectivamente. En cuanto a los 24 marcadores de fragilidad podemos mencionar que el 73% de los artículos utilizaron uno o más marcadores, y el de mayor prevalencia fue la marcha con un 90%, seguido de la nutrición con un 14.4%. **Conclusiones:** es indispensable una definición de fragilidad, en donde se tomen como referencia los marcadores de fragilidad, para crear y validar un instrumento que mida la fragilidad de manera completa y efectiva y pueda ser utilizado por los profesionales de la salud.

**Palabras clave:** fragilidad, anciano frágil, envejecimiento, anciano y discapacidad.

---

### INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (2012) pronosticó que en el año 2050, la población mundial mayor de 60 años alcanzará el billón de personas. En México el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013) reportó que en el 2005

había una población de 8, 338 835 de Adultos Mayores (AM), para el 2010 aumentó a 10, 055 379 representando el 9.1% de la población total. Lo anterior se debe al aumento de la esperanza de vida (74.98 años), en conjunto con la tasa global

de natalidad (2.2 hijos) lo que sitúa el envejecimiento poblacional como un reto económico, social, cultural y de salud en cada país (United Nations Population Fund, 2012; United Nation Statistics Division, 2011; Consejo Nacional de Población, 2013; Leduc, s.f.).

Se estima que para el 2050 los cambios que desarrollan los AM por el proceso de envejecimiento, dejarán un incremento en el número de AM con condiciones crónicas severas y/o discapacidades, que demandarán cuidados y serán dependientes, aumentando en un 400 % su prevalencia con respecto a las personas menores de 60 años de edad (Nuñez, 2013). De acuerdo con esta estimación y en un intento por especificar, los distintos estados de dependencia que ocasiona el deterioro funcional inherente al proceso de envejecimiento, surgen los términos "fragilidad" y "anciano frágil" (Alonso, Sansó, Díaz-Canel, Carrasco & Olivia, 2007).

El concepto fragilidad, nace en los años 80, en sus inicios, era utilizado para referirse al AM que presentaba alguna discapacidad. Pero no fue, hasta 1990 que aparece el término en la revista Journal of American Geriatrics Society, desde entonces el término fragilidad se utiliza para referirse a la pérdida de autonomía del AM, algunos sinónimos que se utilizaban fueron: "vulnerable", "debilitado", "incapaz" y "anciano dependiente" (Carlos et al, 2010; García & Martínez, 2012; D'hyver, 2009).

García y Martínez (2012), describen el término de fragilidad, como un síndrome clínico biológico: "*estado en el que la reserva fisiológica esta disminuida, lo que*

*conlleva asociado un aumento del riesgo de incapacidad, pérdida de la resistencia y aumento de la vulnerabilidad*". Una de las hipótesis que ha intentado explicar cómo se desarrolla el síndrome de fragilidad, es realizada por Linda P. Fried en el 2001) explica, que existen dos alteraciones importantes en este proceso: 1) la disminución de las reservas fisiológicas de un AM y 2) las posibles enfermedades que el AM presente.

Cuando la reserva fisiológica y la pérdida de la resistencia disminuye ante una situación estresante, el AM desarrolla un síndrome clínico inespecífico, comienza a presentar pérdida inexplicable de peso, fatiga, anorexia, sarcopenia, osteopenia y alteraciones en la marcha, ocasionando en él, caídas, incontinencia urinaria, dependencia funcional, desnutrición, agudización de enfermedades crónicas y finalmente la muerte. La prevalencia de fragilidad se ha calculado en adultos mayores de 65 años con un 10% y un 50% en personas mayores de 85 años, este grupo tiene mayor tasa de ingresos a los servicios de salud y mayor necesidad de cuidados a largo plazo (D'hyver, 2009; Morales, 2007; Ramos & Rodríguez, 2004).

Precisamente por lo anterior, enfermería busca bajo su propia visión un modelo de cuidado integral del AM frágil y reconoce que con una detección y diagnóstico temprano de fragilidad, se pueden lograr cambios positivos en el cuidado y proceso de envejecimiento del AM, alargando el tiempo, de presentación de discapacidad (Centro Nacional de Excelencia tecnológica en Salud, 2011). El AM que es considerado frágil requiere de un cuidado

transdisciplinario efectivo, que incluya promoción de su salud, crecimiento individual y familiar.

En la actualidad, la falta de una definición estandarizada o de un modelo universalmente aceptado que defina como debe medirse la fragilidad, constituye un obstáculo para la pronta detección de este síndrome en los AM; en México, existen

propuestas de modelos e instrumentos para medir y diagnosticar la fragilidad, tomados de otros contextos, éstos también refieren limitaciones para su aplicación, situación que motiva para realizar esta revisión sistemática con el propósito de identificar, explorar y conocer cómo se mide la fragilidad en el AM.

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistemática, identificando como se mide la fragilidad en el adulto mayor, la búsqueda se realizó en 4 bases de datos (MEDLINE, CINAHL, PubMed y ProQuest). Se utilizaron palabras claves en idiomas español, inglés y portugués, los términos de búsqueda fueron “Anciano frágil”, “envejecimiento”, “anciano”, “discapacidad” y “fragilidad” utilizados individualmente y en combinación, las combinaciones se realizaron con la palabra fragilidad por ejemplo: envejecimiento-fragilidad, anciano-fragilidad y discapacidad-fragilidad, conformando combinaciones de dos términos en los tres idiomas. “anciano frágil”, “envejecimiento” y “anciano” así como sus traducciones en inglés y portugués se encuentran en los descriptores en ciencias de la salud (DeCS).

Los artículos fueron seleccionados utilizando los siguientes criterios de elegibilidad: 1) artículos científicos con metodología cualitativa y cuantitativa; 2) que midan fragilidad en el adulto mayor; 3) publicados en los últimos 30 años; 4) disponibles en idioma español, inglés y portugués y; 5) texto completo, en conjunto

con los filtros que establecían las bases de datos por ejemplo: tipo de publicación, idioma, edad (más de 60 años), sexo (ambos sexos). Se excluyeron cartas al editor, tesis, tesinas, resúmenes de conferencias, memorias y revisiones bibliográficas.

La revisión, clasificación y síntesis de los artículos seleccionados se realizó mediante la elaboración de una matriz de datos que incluía nueve categorías: 1) autor; 2) año; 3) país; 4) tipo de investigación; 5) nombre del instrumento que mide fragilidad; 6) confiabilidad del instrumento; 7) número de ítems; 8) valoración nutricional; 9) tamaño de la muestra y 10) marcadores de fragilidad

Esta última categoría se divide en marcadores físicos (capacidad de autocuidado, marcha, estado cardiovascular, continencia). Marcadores bioquímicos (colesterol sérico, proteína fijadora de la hormona del crecimiento, testosterona, albúmina sérica, hormona luteinizante, dehidroepiandrosterona [DHEA], cortisol, marcadores de la inflamación, interleukinas y hemoglobina). Marcadores mentales (pensamiento, memoria, depresión,



ansiedad) .Marcadores sociales (pobreza, estado civil, existencia de cuidador).

El número de artículos encontrados fue de 21 352, de acuerdo al propósito de la revisión y aplicando los criterios de elegibilidad se identificaron 11 611, al final se incluyeron únicamente aquellos artículos que hablaban de fragilidad, obteniendo un

total de 452, de los cuales se eliminaron 289 artículos duplicados, restando un total de 163 artículos para de ellos realizar su análisis (Figura 1). La presentación de resultados fue por medio de estadística descriptiva con apoyo del programa estadístico SPSS ver. 20 y para el análisis de contenido se utilizó el programa Excel.

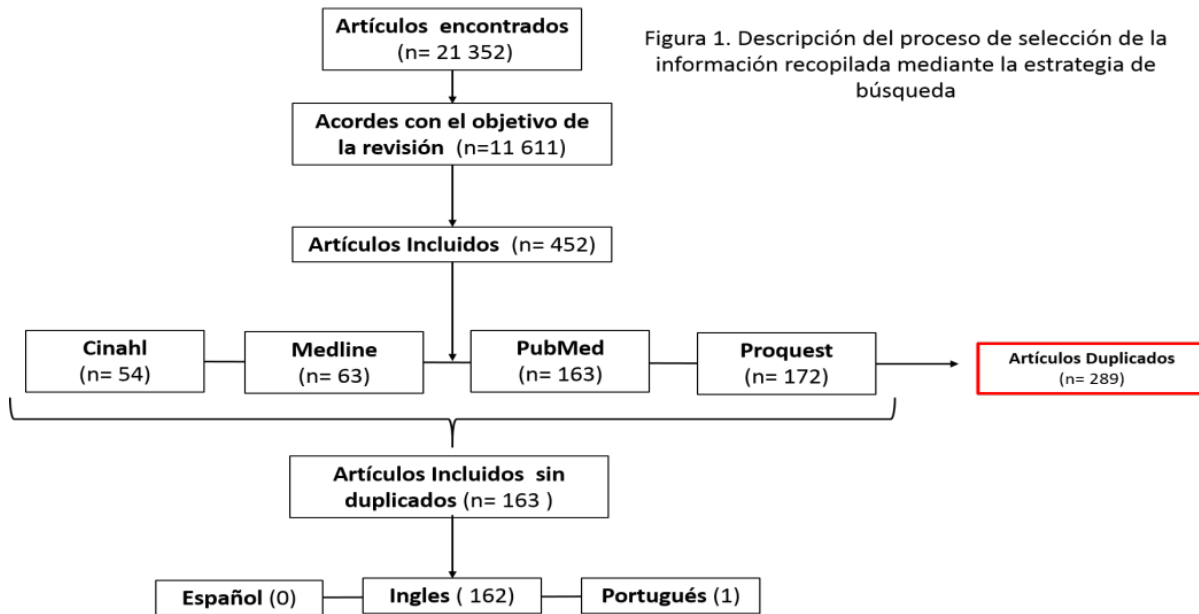


Figura 1. Descripción del proceso de selección de la información recopilada mediante la estrategia de búsqueda

## RESLTADOS

Los autores que destacaron en las publicaciones fueron Linda P. Fried y Qian Li Xue (3.4%) ambos con 12 artículos publicados.

El año de mayor publicación fue el 2012 (19.6%), seguido del 2009 (17.8%) y el 2011 (14.1%), en esta revisión sistemática se encontraron artículos que especifican cómo se mide la fragilidad. Los países con mayor publicación son EUA y Canadá, en México los artículos son escasos, evidenciando la

falta de publicaciones que existe en nuestro país referente al tema, el 30.1% correspondía a estudios de cohorte, sin embargo el 30.7 % de los artículos no especificaban el tipo de estudio, el idioma que prevaleció de acuerdo a la estrategia de búsqueda fue el inglés, seguido por el portugués con un bajo porcentaje y ninguno en español.

El 21.5% de los artículos utilizaron un instrumento específico para medir la

fragilidad, destacando el índice de fragilidad (30.8%), el Indicador de Fragilidad de Groningen (9.6%), el indicador holandés de fragilidad Tilburs (5.8%), el cuestionario postal Sherbrooke (3.8%) y la escala de depresión geriátrica (3.8%), sólo el 5.3% de los instrumentos contaban con grado de confiabilidad. Las Escalas de Depresión Geriátrica, fueron los instrumentos con mayor número de ítems.

La manera de medir la fragilidad corresponde a: criterios de Fried en un 61.34%, Índice de fragilidad (11.04 %), marcha (10%) y valoración nutricional (7.3%). Dentro de los marcadores físicos, mentales y sociales validados de fragilidad

se encuentran la continencia, depresión y cognición (7.9%) En un menor porcentaje se encuentra la CHS Escala, escala de índice de fragilidad, escala de depresión geriátrica, prueba de rendimiento físico modificado, cuestionario postal Sherbrooke, la discapacidad funcional, las interleukinas, los criterios de selección validados (0.61%) y el cuestionario de actividad de Minnesota.

Es importante mencionar que el 73% de los artículos utilizaron 1 o más marcadores validados de fragilidad, siendo la marcha el más utilizado (61.3), seguido de la valoración nutricional (11.04%) y los marcadores mentales (7.9%), los marcadores bioquímicos solo aparecieron con un 1.2%.

## DICUSIÓN

Esta revisión sistemática, muestra un panorama general de los instrumentos y estrategias que se utilizan para medir la fragilidad en el AM, algunos coinciden en ser instrumentos validados y confiables pero otros carecen de Alfa de Cronbach, estas estrategias o instrumentos han sido desarrollados desde 1990, facilita una visión general de la medición actual de la fragilidad para fines de investigación, en donde podemos analizar no sólo métodos de medición, sino también las particularidades de esas mediciones, identifica las áreas de oportunidad del profesional de enfermería al momento de medir la fragilidad.

Fue hasta el año de 1998 cuando apareció una publicación que especificaba como se medía la fragilidad, los artículos anteriores a ese año, hacían referencia al concepto y buscaban una definición propia de fragilidad. Es importante mencionar que la

mayoría de los estudios son de cohorte, con intervalos de 2 hasta 10 años, por lo que, podemos deducir que el 2008 y el 2012, fueron los años en los que la mayoría de esos estudios culminaron, pues destacan como los años con mayor número de publicaciones.

México sólo publicó un 2.5% del total de los artículos y éstos se encontraron en idioma inglés, si consideramos que no existieron publicaciones en idioma español y recordamos que se estima que en el 2050 habrá un incremento significativo en el número de adultos mayores en condiciones crónicas severas y/o discapacidades (Nuñez, 2013), es importante que los profesionales de la salud en México, específicamente los profesionales de enfermería, decidan incursionar en el estudio de fragilidad para poder implementar programas de detección oportuna de fragilidad en los AM.

Un resultado significativo que coincide con una revisión sistemática encontrada sobre instrumentos que miden fragilidad (De Vries, Staal, van Ravensberg, Hobbelen & Olde, 2011), fue que aún no existe una definición propia de fragilidad. Al no existir una definición específica, la medición de fragilidad se vuelve subjetiva, y dependiente de las posibilidades y criterios de cada investigador, también puede provocar sesgo en el proceso de elegibilidad de las muestras, pues las características del AM frágil, seguirán dependiendo solamente del criterio del investigador, existiendo alta variabilidad en las muestras de diferentes investigaciones.

Dentro de la revisión sistemática de instrumentos que miden fragilidad (De Vries, Staal, van Ravensberg, Hobbelen & Olde, 2011), se menciona de manera detallada cuales son los instrumentos mejores y actuales para medir la fragilidad del AM, si ya existe un artículo que especifica cual es el instrumento mejor validado para medir la fragilidad, es importante que algunos investigadores utilicen bajo su criterio instrumentos validados y con alta confiabilidad, es por ello que al realizar una investigación en donde el interés sea medir la fragilidad se realice una exhaustiva búsqueda literaria, para seleccionar el mejor instrumento que se aplique a las necesidades del investigador y tenga un mayor impacto y validez.

Muestra de lo anterior observamos que varios autores utilizan diversos instrumentos en combinación, pero aun así, no logran medir la fragilidad de manera holística, siguen creyendo que la fragilidad es dependiente del estado motriz (Brown,

Sinacore, Binder & Kohrt, 2000), cuando ahora sabemos que la fragilidad incluye factores físicos, bioquímicos, mentales y sociales (D'hyver, 2009), conocidos como los marcadores validados de la fragilidad, los cuales (a excepción de la marcha) cuentan con una mínima presencia en los artículos revisados.

Si fueran evaluados estos marcadores, especialmente los bioquímicos, permitirían obtener un diagnóstico fiable de manera precoz y oportuno ya que los marcadores bioquímicos se refieren a variables duras, mostrando de manera real y objetiva el estado de fragilidad, permitiendo así implementar medidas preventivas efectivas y de manera personalizada, situación que favorecería de manera importante en el área hospitalaria, con un descenso de la morbilidad en el AM.

Dentro de las publicaciones encontradas, la mayoría relacionan la fragilidad, con el síndrome de fragilidad, definido por la geriatra estadounidense Linda P. Fried, éstos cuentan con 5 criterios para catalogar a un adulto mayor como frágil y a pesar de que existen estos criterios establecidos y son los más utilizados por los investigadores, se distingue que el proceso de medición no se realiza con los instrumentos establecidos, asimismo la elección de la muestra y la recolección de datos no es probabilística, por ejemplo: en algunos artículos, la fuerza muscular no se evaluó con un dinamómetro, sino que se hizo por medio de una prueba física y en algunos casos por auto-informe; en otros estudios, la distancia recorrida para evaluar la marcha fue elegida a conveniencia del investigador.

Lo anterior mencionado tiene que ver con las características, ventajas y desventajas de las estrategias e instrumentos utilizados para medir fragilidad, el índice de fragilidad es uno de los más utilizados ya que agrega a su evaluación, una lista de patologías comunes en el AM, tratando de complementar la valoración y analizando su relación de la comorbilidad con el AM frágil, pero a su vez cada investigador incluye las patologías que considera necesarias, esta lista puede variar de 30 a 70 déficits. En un menor porcentaje, estuvieron los estudios en donde la fragilidad se midió de manera muy austera, al realizarla solo por algún cuestionario, o una actividad física.

Se puede observar que existen variadas formas, estrategias e instrumentos de medir

fragilidad en el AM, cada uno se utiliza dependiendo del objetivo que se busca en el estudio y prevalece la preferencia por los criterios de Fried, aunque no se utilice un método estandarizado para su aplicación, es importante mencionar que para la selección de los participantes, el instrumento que se aplica, en ocasiones se elige por el contexto donde se aplicara la investigación (hospitalario o comunidad) y algunos no miden en conjunto la fragilidad en el AM. Pocos estudios aluden los factores mentales, psicológicos y sociales, dimensiones que también son determinantes en el avance de la fragilidad del AM y es por ello que se recomienda su integración dentro de las valoraciones de fragilidad.

## CONCLUSIONES

Es preciso que se obtenga una definición de fragilidad, que incluya todos los factores que la modifican, en donde se puede tomar como referencia los marcadores de fragilidad (físicos, bioquímicos, mentales y sociales), para unificar criterios, crear y validar un instrumento que mida fragilidad de manera integral y efectiva, logrando obtener información fiable para la prevención de fragilidad en el AM de manera individualizada.

De igual forma los profesionales de la salud en México, especialmente los

integrantes del gremio de enfermería han adquirido un compromiso para incrementar la investigación en todas las áreas de acción del cuidado. Por ello deberían comenzar a involucrarse en investigaciones referentes a fragilidad en el AM, no solo para disminuir la morbilidad, sino para que México figure entre los países que por medio de la investigación, intentan hacer aportaciones para contrarrestar esta problemática de salud mundial, manteniendo el interés por el desarrollo profesional basado en la investigación continúa.

## REFERENCIAS

Alonso, P., Sansó, S, Díaz-Canel, N., Carrasco, G. & Olivia, T. (2007). Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor. *Rev. Cubana Salud Pública* Recuperado de: [www.scielo.sld.cu: http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v33n1/spu10107.pdf](http://www.scielo.sld.cu: http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v33n1/spu10107.pdf)

Brown, M., Sinacore, D. R., Binder, E. F., & Kohrt, W. M. (2000). Physical and performance measures for the identification of mild to moderate frailty. *The Journals of Gerontology*, 55A (6), M350-5. Recuperado de: <http://search.proquest.com/docview/208645068?accountid=14598>

Carlos, G. A., Martínez, P. F., Molina, L. J., Villegas P. R., Aguilar, G. J., García A.J., et al. (2010). Desarrollo de criterios, indicadores de complejidad y estrategias de manejo en fragilidad. España. Recuperado de: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/nuevaaetsa/up/AETSA\\_2007-03\\_Fragilidad.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/nuevaaetsa/up/AETSA_2007-03_Fragilidad.pdf)

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2011). Prevención, diagnóstico y tratamiento de fragilidad en el anciano. Recuperado de: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/479\\_GPC\\_SxndromeFragilidad/GER\\_sindrome\\_de\\_fragilidad.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/479_GPC_SxndromeFragilidad/GER_sindrome_de_fragilidad.pdf)

Consejo Nacional de Población. (2013). Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030. México. Recuperado de: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Proyecciones/Cuadernos/08\\_Cuadernillo\\_Chihuahua.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Proyecciones/Cuadernos/08_Cuadernillo_Chihuahua.pdf)

D'hyver, L. M. (2009). Geriatria. México: Manual Moderno.

De Vries, N. M., Staal, J. B., Van Ravensberg, C. D., Hobbelen, J. S. & Olde, R. M. (2011). Outcome instruments to measure frailty: a systematic review. *Ageing Res Rev.* 10:104-114.

García, M. & Martínez, R. (2012). Enfermería y envejecer. España: Elsevier Masson.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Población Adulto Mayor en México. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo03&s=est&c=17500>

Leduc, T. (s.f.). Worldlifeexpectancy. Recuperado de: <http://www.worldlifeexpectancy.com/>

Núñez, M. (2013). Mayores saludables. Recuperado de: <http://www.mayoresaludables.org/focos/tendencia-de-la-discapacidad-severa-en-adultos-mayoresde-latinoamerica>

Organización de las Naciones Unidas. (2013). World population 2012; *POPIN Bull.* Recuperado de: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/WPP2012\\_Wallchart.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/WPP2012_Wallchart.pdf)

Ramos, G. & Rodríguez, J. (2004). *Rev. Cubana Salud Pública: Fragilidad en el adulto mayor. Un primer acercamiento* Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, 20(4) Recuperado de [http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20\\_4\\_04/mgi09404.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20_4_04/mgi09404.htm)

United Nation Statistics Division (2011). *Demographic Yearbook 2009 2010.* New York.

United Nations Population Fund. (2012). *Ageing in the twenty-first century: A celebration and a challenge.* Estados Unidos. Recuperado de: <http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/publications/2012/UNFPA-ExecSummary.pdf>

---

## Gentrificación migratoria en San Miguel de Allende, Guanajuato

---

Dra. Marina Inés de la Torre

Universidad de Guanajuato

Email: [marinadlt8@hotmail.com](mailto:marinadlt8@hotmail.com)

---

### RESUMEN

Se analiza el caso de la localidad de San Miguel de Allende, cuyas claves de comprensión residen en dos de sus principales atributos: el alto valor de su patrimonio edificado y su potencial migratorio. Decodificar ambas claves, se hace imprescindible para la comprensión de procesos de gentrificación, cuyas características resultan muy propias y distintivas de esta localidad, si las comparamos con otras centralidades patrimoniales del mismo estado. En el caso de estudio, los turistas dejan de ser flotantes o temporales y se convierten en residentes (inmigrantes), conformando una nueva clase social, cuyo impacto en el entorno local, tanto social como construido, resulta interesante de analizar.

**Palabras clave:** Gentrificación, Turismo, Migración

---

### Introducción

Actualmente la promoción del turismo cultural es, entre otros, uno de los factores determinantes para la renovación de los centros históricos de valor patrimonial. La actividad turística demanda un conjunto de servicios y equipamientos, como así también la puesta en valor del patrimonio edificado. La emergencia de nuevos actores (turistas) con cuotas diferenciales de poder (mayores), exacerba la disputa por la apropiación social del espacio urbano; disputa ésta, que con frecuencia impone la presencia de aquellos actores mejor posicionados y el desplazamiento de los residentes de menores recursos. Sin embargo, la emergencia del turismo no explica por sí solo estos procesos de renovación urbana en una centralidad histórica. En tal sentido, la dinámica urbana del centro histórico de San Miguel de Allende, sugiere un tipo de gentrificación particular que podríamos denominar *gentrificación migratoria*, en cuyo proceso, participan los turistas extranjeros, devenidos en residentes privilegiados de la ciudad. El signo (positivo/negativo) del impacto de estos procesos, está estrechamente ligado al nivel de concentración de extranjeros residentes en la localidad, como así también a las características que asume la convivencia entre locales e inmigrados.

Para el abordaje del problema planteado, se proponen dos vertientes de entrada: desde *la cuestión territorial y física del entorno construido*, y desde *la cuestión social* en un contexto de identidades plurales. En este último caso, resulta importante identificar las estrategias de integración al medio local, por parte del grupo de residentes extranjeros, como así también, indagar en la percepción que el residente local tiene en relación a la comunidad inmigrante.

En las páginas siguientes, se presentan selectivamente los constructos teóricos y conceptuales para la discusión del problema planteado, para continuar, a partir del análisis documental de los antecedentes, con la descripción del caso de estudio.

## Aproximaciones teórica y conceptual

*Centralidad patrimonial.* En el contexto del presente artículo, la noción de *centralidad* está planteada en un sentido relacional y es relativa al resto de la estructura urbana. Una *centralidad urbana* es aquella centralidad con un nivel importante de concentración de las funciones centrales (comercios, servicios y equipamientos, entre otros). Ahora bien, en este contexto, una *centralidad patrimonial* es una centralidad urbana con un alto valor de antigüedad. Tal condición reside en su especificidad histórica dotada de un sentido social particular que trasciende el conjunto de sus monumentos.

*Patrimonio.* La invención del patrimonio en nuestra región ha estado asociada a la emergencia de necesidades específicas en dos momentos históricos claves (Delgadillo, 2015). En un primer momento el interés por el patrimonio construido, surge a partir de los procesos de descolonización. Una vez independientes de la corona, las nuevas repúblicas se lanzan a la construcción de sus respectivas identidades nacionales, de las cuales dan fe el conjunto de sitios y monumentos históricos, que relatan la historia de conquistadores y conquistados. En un segundo momento (actual) el interés por la conservación se orienta a la necesidad de promover el patrimonio para el turismo internacional a gran escala como valor de cambio para su explotación comercial. Esos

dos momentos identificados por Delgadillo, ejemplifican cómo el valor que se le asigna al patrimonio y a la necesidad de su conservación, responde a intereses de diversa naturaleza que están marcados, no sólo por el lugar (espacio), sino también por su determinismo histórico (tiempo).

*Patrimonio cultural.* El concepto de *patrimonio cultural*, ha sido enunciado por un nutrido grupo de expertos de diversas disciplinas. Para comenzar, Fernando Carrión (2013) afirma que, el monumento no está asociado a los atributos estilísticos de la obra de arte, los cuales sugieren políticas públicas limitadas a la conservación y protección del patrimonio. Un conocimiento más ampliamente comprensivo de lo patrimonial, trasciende lo físico espacial, para considerar aspectos relacionados a su capacidad de emisión simbólica. No sólo nos referimos al patrimonio cultural y natural, sino también, al patrimonio intangible, a fin de otorgar reconocimiento a la diversidad de manifestaciones culturales. García Canclini (1993) retoma el concepto de *capital cultural* enunciado por (Bordeau, 1979), para referirse al patrimonio cultural como un recurso no renovable. La definición es de carácter instrumental, y como tal, de un bien destinado a fines, que requiere ser utilizado para garantizar su conservación. En la misma línea argumental Harvey (2012) desarrolla el concepto de *capital simbólico*

*colectivo*, entendido como el conjunto de prácticas culturales históricamente constituidas con características medioambientales especiales propias de un entorno construido, social y cultural. Ellas se manifiestan, no sólo en su realidad material, sino también discursiva, basadas en narrativas e interpretaciones de memorias colectivas. El poder de atracción de este capital simbólico, constituye las marcas de distinción y singularidades no reproducibles que distingue a cada uno de estos conjuntos. Aquí, la cuestión fundamental planteada por el autor reside en determinar qué sectores de la población se van a beneficiar de ese capital simbólico colectivo al que todos han contribuido (Harvey, 2012). La producción popular de bienes comunes urbanos con su capital simbólico acumulado son con frecuencia apropiados no sólo por los promotores inmobiliarios, sino por el sector turístico a través de dinámicas de gentrificación, cuya naturaleza selectiva produce intensas disputas territoriales devenidas de la acción ciudadana.

*Turismo cultural.* El turismo cultural es un tipo de turismo orientado al consumo de cultura por parte de los visitantes. La cultura es comprendida como el conjunto de creencias, valores y estilos de vida de las personas en su existencia cotidiana. Esta tendencia de consumo turístico es reciente y se encuentra en plena expansión. El turista cultural es selectivo y se caracteriza, no sólo por el interés de conocer los monumentos y sitios patrimoniales, sino también, por impregnarse de la cultura de destino. La degustación de la comida local, la experiencia existencial del espacio público compartido, el clima popular son, entre otros, algunos de sus placeres.

En México, una de las modalidades de estancia del turista, se caracteriza por la decisión de reemplazar la habitación del hotel, por una residencia temporal en el país. Esta modalidad, denominada de *segundas*

*residencias*, permite al turista procedente del extranjero, vivir temporalmente, tanto en México, como en su país de origen. Caracterizan esta modalidad, tanto el turismo de playa como el turismo cultural. En este último caso, el turista atraído por el ambiente local urbano, renta o compra una vivienda en el país de destino, la cual se localiza, si no al interior, en las cercanías de enclaves patrimoniales. Este tipo de turismo tiene determinantes sociales y económicos distintivos. Se trata mayoritariamente, de los denominados *baby boomers* norteamericanos, representados por un segmento de población de la tercera edad, transitando la etapa no productiva de la vida (jubilados y pensionados). En tales circunstancias, eligen un lugar para residir, que ofrezca condiciones de calidad de vida comparativamente más convenientes que aquellas de sus lugares de origen. En términos económicos, la residencia que adquieren en México, resulta más barata, si tenemos en cuenta la tasa de cambio imperante entre la moneda mexicana y la norteamericana, como así también, un costo de vida significativamente menor, habida cuenta del mayor poder adquisitivo del dólar. Este tipo de turismo no es aleatorio sino, que se relaciona con el conocimiento previo y la experiencia del turista en la región de destino. Dicha experiencia, se sustenta en una cultura migratoria consolidada entre México y Estados, cuyos flujos se constatan de manera creciente, en ambos sentidos. Residir en viviendas tradicionales de arquitectura vernácula, emplazadas en entornos urbanos de gran valor patrimonial, constituye un atractivo suficiente para el desarrollo de una nueva forma de *turismo residencial* (Enriquez y Méndez, 2012).

*Gentrificación.* Neil Smith (1996), desarrolla la teoría de la gentrificación, como parte de lo que denomina el “urbanismo revanchista” de fin de siglo,



orientado a una recuperación del centro de la ciudad por las clases altas anglosajonas. Se trata, de una reconstrucción clasista del paisaje del centro urbano. La movilidad de habitantes y la puesta en valor de zonas de bajo costo adquisitivo son los dos aspectos involucrados en el fenómeno de la gentrificación. En estos procesos, por un lado, son expulsadas las poblaciones de bajos recursos que habitan el centro de la ciudad y por otro, nuevas poblaciones mejor posicionadas regresan al centro, estimulados por una nueva valoración de la cultura urbana.

Sin embargo, algunos autores (Casgrain y Janoshka, 2013, Coulomb, 2014) coinciden en que esta acepción del término, propia de países anglosajones y europeos, debe ser contrastada críticamente con la realidad de las ciudades latinoamericanas, a fin de evaluar la pertinencia de su aplicación para el análisis de otras realidades, cuya complejidad requiere ampliar sus confines conceptuales.

El turismo, en su nueva condición de *agente gentrificador*, expulsa de manera creciente y sistemática a su población residente. A diferencia de la gentrificación entendida como proceso de sustitución de una clase social por otra (Smith, 1996), el turista se caracteriza por su condición flotante, y en tal sentido, no sólo expulsa a la población residente, sino que, no la sustituye. Ello es así, porque las actividades del turista, habida cuenta de: a. la *temporalidad de su residencia*, y b. la *naturaleza de sus prácticas*, no construye capital social.

*Turismo y capital social.* La condición visitante del turista le impide en la mayoría de los casos, establecer relaciones de largo alcance, y en tal sentido, su residencia provisoria resulta insuficiente para la construcción de redes permanentes que generen confianza social. Queda claro

que, la disposición del turista a establecer prácticas sociales duraderas, es escasa, habida cuenta de su permanencia efímera en el lugar.

Para una posible explicación del perfil del turista como actor social, nos apoyaremos en la teoría del capital social. Uno de sus principales exponentes, Alessandro Pizzorno (2003) indaga sobre la naturaleza de las acciones sociales que construyen capital social y para ello precisa los rasgos que las distinguen de otras acciones sociales. Comienza por excluir los tipos de relaciones sociales que obviamente no pueden constituir capital social, analizando lo que tienen en común. No lo son, nos dice, las relaciones de intercambio, las de mero encuentro entre personas que no continúan su relación, ni las de hostilidad, explotación o conflictivas en general. Son sus rasgos distintivos, que no necesitan ser reconocidas por la identidad del otro, o que intentan anular la identidad del otro (Pizzorno, 2003). En consecuencia son portadoras de capital social aquellas relaciones en las que es posible que la identidad más o menos duradera de los participantes sea reconocida, y que además imaginen formas de solidaridad o reciprocidad. En este contexto explicativo queda claro que, las relaciones de nuestro protagonista principal, el turista, reúnen las dos primeras condiciones que le impiden generar capital social: relaciones de intercambio y de mero encuentro entre personas que no continúan su relación, y en tal sentido, no están determinadas por el reconocimiento de la identidad de los actores que participan en la interacción.

*Procesos migratorios.* Un sistema migratorio se podría definir como "(...) dos o más lugares (países) unidos por flujos y contraflujos de gente. Dentro de estos sistemas el comercio, las relaciones de tipo político u otras, así como las relaciones estrictamente coloniales crean las bases que

dan origen y dirección a los fenómenos migratorios (Martínez Veiga, 2000).

La intensidad migratoria se manifiesta en el volumen de los flujos migratorios, sólo viables a partir de una *cultura migratoria* consolidada, construida mediante redes sociales y familiares de largo arraigo en Estados Unidos. Sin embargo, los procesos migratorios no son homogéneos y en ellos se distinguen diversos patrones de movilidad relacionados con: la *frecuencia*, la *temporalidad* y el *alcance* (número de miembros de la familia que emigra).

El proceso migratorio resulta de las desigualdades socio espaciales que se

reproducen en forma constante, expresa Martínez Veiga (2000). El desarrollo capitalista desplaza a la gente de sus sistemas tradicionales de vida hacia destinos diferentes de su lugar de origen, estableciendo dinámicas circulares, interdependientes y complejas donde se juntan los sistemas sociales de origen y de destino, como es el caso de las comunidades transnacionales que aquí nos ocupa. La inmigración extranjera transforma la realidad socio espacial de la localidad de acogida, ya que introduce diversidad social, cultural, étnica, entre otras, en la vida cotidiana.

## San Miguel de Allende: claves para su comprensión

A nivel de municipal, San Miguel de Allende refleja la misma situación de crecimiento desequilibrado propio de otras regiones de Guanajuato y del país. Una alta concentración de población en áreas urbanas, sustenta su economía, en actividades terciarias orientadas al comercio y servicios turísticos. En contraste, una gran dispersión de población en localidades rurales menores a los 2.500 habitantes, son expulsoras de población hacia Estados Unidos (Flores Pacheco et al., 2016).

En la ciudad de San Miguel de Allende identificamos dos cualidades destacables. Por una parte, la calidad de su patrimonio edificado, atributo que le mereció en el año 2010, el título de Ciudad Patrimonio Mundial, mismo que incluye al Santuario de Atotonilco. Por la otra, su potencial migratorio, evidenciado en una importante población de extranjeros de mediana edad, que residen actualmente en la ciudad. Abordaremos cada una de estas claves en forma desagregada.

### *La cuestión territorial: el Centro Histórico*

El Centro Histórico de San Miguel de Allende, destaca por la calidad y densidad de su patrimonio edificado, representado por un importante acervo de arquitectura virreinal. Las calles empedradas y plazas de la ciudad colonial, celebran actividades artísticas y culturales, las cuales infunden un ambiente urbano grato y especial. Todo ello, le ha valido el reconocimiento de uno de los destinos turísticos más relevantes a nivel estatal y regional.

La necesidad de reconfigurar en forma constante la delimitación de los centros históricos se ha dado en dos sentidos diferentes: a la luz de la ampliación de los confines conceptuales de patrimonio, que hace posible se definan e incorporen nuevas tipologías patrimoniales (cultural/natural, tangible/intangible); como así también, a través de la ampliación constante de cada uno de sus catálogos, que incorpora nuevos monumentos consagrados con el paso del tiempo. En tal contexto, el Centro Histórico de San Miguel de Allende ha sido sucesivamente delimitado, en función de la

ampliación creciente del catálogo de monumentos del centro a la periferia y en

conformidad con la densidad del patrimonio edificado (Fig. 1).

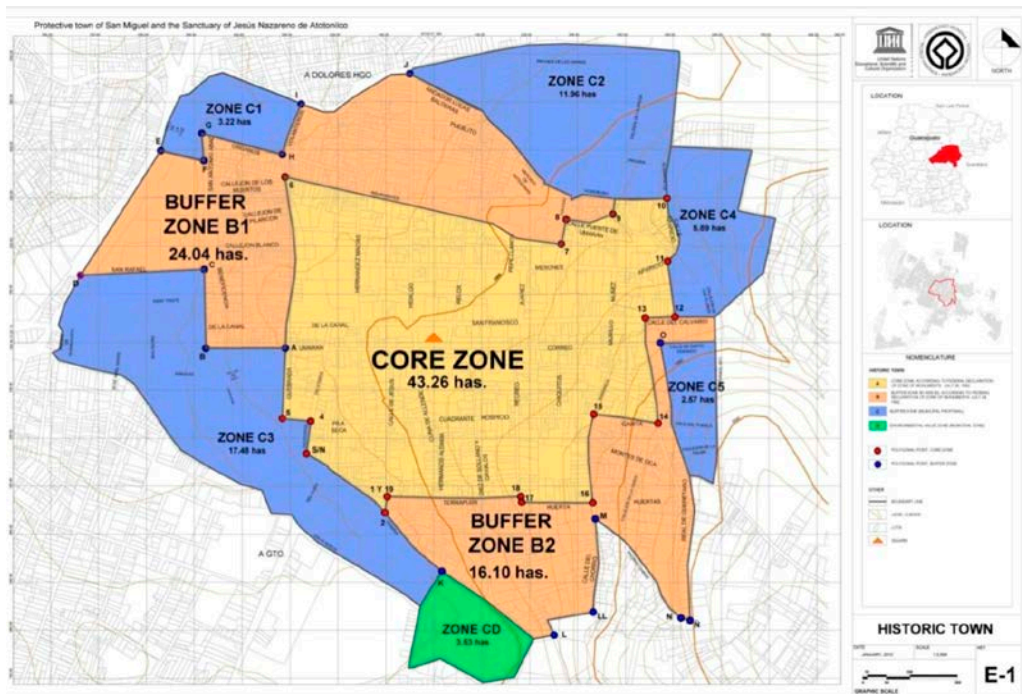


Figura 1. Zona de Monumentos Históricos, así como la comprendida en la Declaratoria de Patrimonio Mundial Fuente: Reglamento del Código Territorial del Municipio de San Miguel de Allende, Gto.

En 1982 se delimitan dos perímetros, a saber:

- ✓ Perímetro A, donde se encuentra la mayor parte de los monumentos catalogados.
- ✓ Perímetros B1 y B2, donde el número y densidad de monumentos catalogados son menores, considerándose como zona de transición o amortiguamiento.
- ✓ Perímetro C que es principalmente una zona de transición y amortiguamiento entre las fracciones A y B decretadas como Zona de Monumentos Históricos y el resto de la ciudad.
- ✓ Perímetro D corresponde al área del parque Benito Juárez, por representar un área de valor ambiental y sociocultural importante dentro de la ciudad.

En tal sentido, Mestre Martí y Castillo Mena (2017), expresan la necesidad de trascender los límites administrativos que definen el contorno de una centralidad, para desarrollar una visión integral de la ciudad, a cuya estructura pertenece, como así también, hacer funcionales y compatibles el conjunto de recursos orientados a un mismo fin (Mestre Martí et al., 2017).

Numerosos planes de conservación se han implementado desde entonces: (Plan

parcial (1997), Plan de Desarrollo Turístico (2003), Plan de ordenamiento territorial de población (1998-2000) y Plan Parcial del CH de SMA (2003), orientados en su mayoría a una visión conservacionista del patrimonio edificado, sin considerar el valor de su capital simbólico colectivo (Harvey, 2012), es decir, el conjunto de prácticas sociales históricamente constituidas, que le dan sentido y le confieren atributo de ciudad, dentro de la ciudad en su conjunto.

### La cuestión social: el potencial migratorio

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015), los estados que registran mayor índice de intensidad migratoria son cuatro y pertenecen a la región tradicionalmente expulsora de migrantes a ese país: Zacatecas (4.422), Guanajuato (3.891), Michoacán (3.868) y Nayarit (3.370). Sin embargo, en el estado de Guanajuato, se registraron 18.359 extranjeros en el año 2000, población que se incrementó a 39.207 en 2010 (Fig. 2).

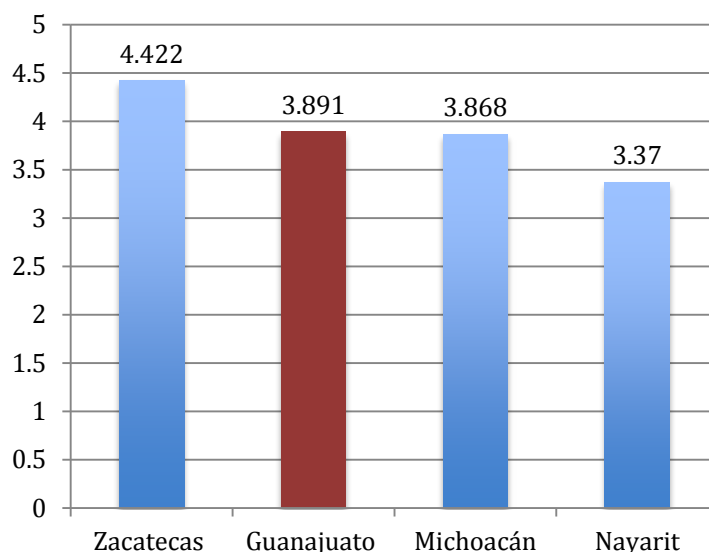


Figura 2. Índice de Migración 2010. Fuente: elaboración propia en base a datos de Consejo Nacional de Población CONAPO 2015

La cantidad de extranjeros se duplicó en una década, según datos del Instituto Nacional de Migración. Esta tendencia creciente promete acentuarse en los próximos años con la llegada de empresas transnacionales del clúster automotriz que tiende a consolidarse en el Bajío, principalmente de Estados Unidos, Japón, Alemania e Italia.

Ahora bien, el Estado de Guanajuato se caracteriza por importantes *corrientes migratorias* de doble sentido. Por un lado, expulsa población local hacia Estados Unidos, a la vez que ingresan en su territorio grupos de inmigrantes extranjeros de origen estadounidense y canadiense mayoritariamente.

A nivel municipal San Miguel de Allende, acusa intensidad migratoria en los dos sentidos señalados. Por un lado, expulsa

de manera creciente la población que habita en localidades dispersas de población rural o desocupada, hacia Estados Unidos en busca de oportunidades laborales que ofrezcan mejores ingresos. Esta dinámica crea un mercado de la tierra donde predomina la poca regulación y la especulación inmobiliaria, con marcados contrastes entre el crecimiento inmobiliario aledaño a la cabecera y el desarrollo de las localidades en el resto del municipio. Por otro lado, San Miguel de Allende es uno de los municipios en el país que concentra mayor número de extranjeros, quienes eligen mayoritariamente residir en su Centro Histórico. Actualmente, la localidad tiene una población de 160.000 habitantes, de los cuales 13.000 (8.12 %) son de origen extranjero, principalmente de Canadá y Estados Unidos, además de algunos italianos, suizos, ingleses, franceses,

entre otros; y en su mayoría son retirados, de la generación conocida como *baby boomers* (hoy jubilados de la tercera edad). Se estima que alrededor de 80% del Producto Interno Bruto (PIB) de San Miguel de Allende

depende del turismo, y de este porcentaje, 50 % lo genera la comunidad extranjera (figura 3).



Figura 3. Comunidad extranjera en San Miguel de Allende. Fuente: <http://www.ciudadypoder.mx/>

Si se analiza la evolución de la relación entre los residentes locales y extranjeros en las últimas décadas, se advierte en promedio, una tendencia creciente. Entre 1980/1990 el porcentaje de crecimiento de ambos tipos de residentes es equivalente (40%). Distinto es el caso de la década siguiente (1990/2000), en que los residentes locales crecen 37%, mientras que, el porcentaje de residentes extranjeros disminuye 50%, marcando una relación inversa entre ambos grupos. La relación se invierte en la década 2000/2010, período en que se registra un crecimiento inferior a 1% de los residentes locales (prácticamente se mantiene), frente a 185% de crecimiento de residentes extranjeros. La figura 4 da cuenta de la evolución de la relación de ambos tipos de residentes, aunque sólo se registran datos a partir de 1980.

Sin embargo, tal como expresáramos

anteriormente, tres generaciones de extranjeros llegaron a San Miguel de Allende entre el siglo XX y XXI. Los fenómenos migratorios (centrífugos y centrípetos) para el caso de San Miguel de Allende, no parecen poder explicarse sólo desde la teoría clásica de la migración, la cual afirma que, es el diferencial en salarios entre países receptores y emisores, así como la tendencia al equilibrio en los salarios a partir de los procesos migratorios, la causa que los motiva.

Para ello, es necesario introducir otras variables que no son estrictamente económicas, tales como la “utilidad del lugar” entendida como la atracción que un lugar o espacio ofrece para un individuo. En ellas están comprendidos aspectos como la salud, la seguridad, el entorno urbano, etc. Sin embargo, los desequilibrios existentes en los mercados de trabajo en diferentes países,

determina las diferencias del poder adquisitivo de los salarios, entre uno y otro lugar, lo cual induce a los individuos a tomar decisiones a emigrar a zonas con una

mayor utilidad. (...) la migración rectifica los desequilibrios salariales ” (Martínez Veiga, 2000)

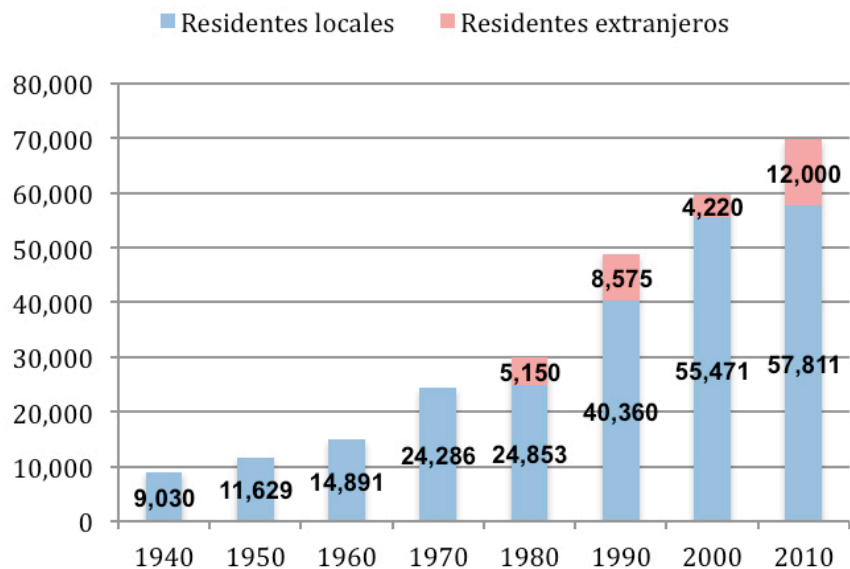


Figura 4: Evolución de la población en San Miguel de Allende. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) e Instituto Nacional de Migración (INM).

Los fenómenos migratorios (centrífugos y centrípetos) para el caso de San Miguel de Allende, no parecen poder explicarse sólo desde la teoría clásica de la migración, la cual afirma que, es el diferencial en salarios entre países receptores y emisores, así como la tendencia al equilibrio en los salarios a partir de los procesos migratorios, la causa que los motiva.

Para ello, es necesario introducir otras variables que no son estrictamente económicas, tales como la “utilidad del lugar” entendida como la atracción que un lugar o espacio ofrece para un individuo. En ellas están comprendidos aspectos como la salud, la seguridad, el entorno urbano, etc.

Sin embargo, los desequilibrios existentes en los mercados de trabajo en diferentes países, determina las diferencias

del poder adquisitivo de los salarios, entre uno y otro lugar, lo cual induce a los individuos a tomar decisiones a emigrar a zonas con una mayor utilidad. (...) la migración rectifica los desequilibrios salariales ” (Martínez Veiga, 2000).

### Tres olas migratorias

En San Miguel de Allende, se identifican tres olas migratorias correlativas y bien diferenciadas por su *temporalidad*, *motivaciones* y *composición*, a saber:

En los años 40 del siglo XX, a partir del programa Gil Bill, la ciudad de San Miguel de Allende se convirtió en centro de atracción de miles de jóvenes norteamericanos y canadienses, dispuestos a estudiar en el recientemente fundado

Instituto Allende, escuela de arte de prestigio internacional. Dicho programa de becas, promovido por el gobierno de Estados Unidos, fue asignado a los veteranos de la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea, para realizar estudios técnicos y universitarios en el extranjero (Flores Pacheco et al., 2016). Durante las décadas, del 50 y 60 del siglo pasado, la localidad se consolida como centro cultural a partir de la presencia de connotadas personalidades extranjeras y nacionales vinculadas al arte y la cultura. A ellas, se sumarían importantes iniciativas locales orientadas a poner en valor el patrimonio edificado (Ferro de la Sota, 2012).

Una segunda generación de extranjeros irrumpe a partir de los años 80 del siglo pasado, integrada por jubilados e inversionistas estadounidenses atraídos por las condiciones favorables de un lugar apacible, no sólo para visitar, sino también, para retirarse e invertir, esto último, en restaurantes, bienes inmuebles, hoteles, entre otros. La década de los noventa, caracterizada por el flujo de capitales externos y la afluencia turística, produce un incremento poblacional, cambios en las dinámicas sociales y una nueva reconfiguración del territorio urbano.

En el presente siglo, la tercera ola de extranjeros y la más reciente, está representada por inversionistas privados, cuya vocación mercantil, es compartida por un nutrido sector de mexicanos con recursos económicos dispuestos para invertir en la localidad. El impacto en la ocupación territorial, se manifiesta en fuertes inversiones en infraestructura hacia Dolores Hidalgo, donde abundan las tierras ejidales con potencial agrícola, además de que existen mantos acuíferos de aguas termales, atractivos para la inversión. El crecimiento urbano de población extranjera, excede los límites de la centralidad histórica, para expandirse más allá de sus confines, con *segundas residencias* dispersas en extensas parcelas retiradas de la carretera principal. Son los mismos actores sociales que frecuentan y a menudo invierten en el Centro Histórico. Esta nueva generación, se manifiesta desarraigada y, en tal sentido, menos propensa a integrarse a la cultura local. En consecuencia, es percibida, por el residente local, como la más intrusiva y con una marcada actitud etnocentrista, situación que provoca frecuentes reacciones xenofóbicas (Flores Pacheco et al., 2016) (ver figura 5).

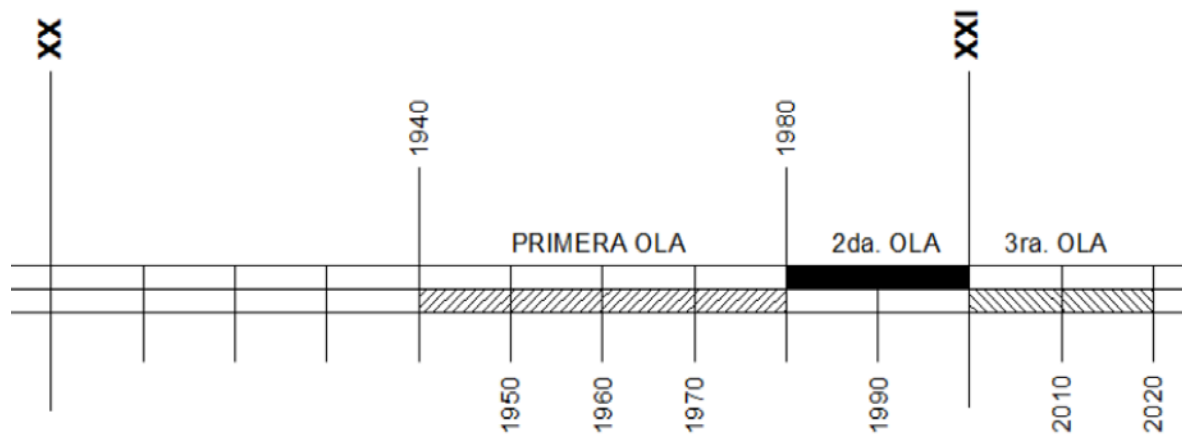


Figura 5. Línea temporal de las olas migratorias en San Miguel de Allende. Fuente: Elaboración propia

Las olas migratorias, hasta aquí descritas difieren entre sí, no sólo por sus motivaciones, sino también, por el grupo

etario de extranjeros que las compone y su grado de integración a la cultura local.

## Conclusiones

La localidad de San Miguel de Allende representa un caso atípico de centralidad en el contexto estatal, en virtud de su alto valor de antigüedad y, en tal sentido, la calidad de su patrimonio edificado, como así también, del desarrollo de una cultura artística local de antiguo arraigo. Esta condición la hizo atractiva para una población mayoritariamente extranjera que ha colonizado de manera creciente su Centro Histórico y áreas periféricas con diversos fines. Dicha situación es promovida por la cultura migratoria consolidada en la región, la cual acusa una intensidad variable en ambos sentidos. San Miguel de Allende es elegida por un conjunto de comunidades extranjeras para vivir, a la vez que, los sanmiguelenses migran a Estados Unidos, obligados por su condición de marginalidad económica y escasas oportunidades de desarrollo social en su lugar de origen.

En el primer caso, los turistas pierden su condición de visitantes temporales para convertirse en residentes permanentes. Esta condición la adquieren, a partir de la adquisición de una vivienda, ya sea de primera o de segunda residencia. Cualquiera sea el caso, el impacto en el medio local es de un tipo de *gentrificación* que denominamos *por migración*, en tanto y en cuanto, los nuevos migrantes conforman una nueva clase social diferente, con sus propios valores y legados culturales de origen, que tiende a sustituir y desplazar territorialmente a la población residente local.

Ahora bien, los procesos de exclusión social a partir de las dinámicas de gentrificación, tienen en el Centro Histórico de San Miguel de Allende una doble lectura. Por una parte, la llegada de una importante población de extranjeros, con recursos suficientes para hacerse de bienes inmuebles de valor patrimonial (devaluados por su escaso o nulo mantenimiento), desplazando a la población residente local de menores recursos: *gentrificación por migración*. Por otra parte, la llegada de una población flotante (extranjeros y nacionales) cuyas actividades demandan un conjunto de nuevos servicios (multiplicación de hoteles, comercios y equipamientos para visitantes), se apropia del Centro Histórico. Sus efectos negativos en términos socioeconómicos desplaza al residente y usuario original: *gentrificación turística*.

Estos procesos simultáneos implican una pérdida del capital social originario en un doble sentido. En primer lugar, irrumpen nuevas formas de capital social que construyen actores sociales culturalmente no integrados a los valores locales por su condición foránea. En segundo lugar, la presencia permanente de una población trashumante (turistas) que no construye capital social, por su condición transitoria.

Estas son conclusiones provisionales que derivan de la exploración documental de antecedentes del caso, como así también, de la interpretación del mismo, a la luz de los postulados teóricos iniciales.



## Referencias

Bourdieu, Pierre. 1979. Les trois états du capital culturel, en Actes de la Recherche en Sciences Sociales, 30, pp. 3-6.

Carrión, Fernando. 2013. "El patrimonio histórico y la centralidad urbana". En B. R. Ramírez Velázquez, *Teorías sobre la ciudad en América Latina*, págs. 709-740. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Casgrain, Antoine y Michael Janoschka. 2013. Gentrificación y resistencia en las ciudades latinoamericanas. El ejemplo de Santiago de Chile. En *Andamios*, Volumen 10, número 22, mayo-agosto: 19-44.

Coulomb, Rene. 2014. "Construyendo utopías desde el centro". En *Hábitat popular en los centros antiguos de Iberoamérica*, editados por Mesías Suarez Paredón y Víctor Delgado, 16-28. México: CYTED/CENVI.

Delgado, Víctor. 2015. "Patrimonialización de la herencia colonial". En *Ciudades. Centro histórico: criterios de análisis e intervenciones*. N°107, 8-15.

Enriquez, Jesús y Méndez, Eloy. 2012. "Introducción". En Jesús Enriquez y Eloy Méndez (coords.) *De itinerarios, paisajes e imaginarios. Miradas y acercamientos al estudio del turismo*, págs. 5-10, Hermosillo: Universidad de Sonora.

Ferro de la Sota, Hernán. 2012. "Proceso de apropiación del suelo en el Centro Histórico de una ciudad atípica. Caso de San Miguel de Allende, 1950-2008". En *Coloquios II de Investigación sobre Arquitectura*, coordinado por Miguel Ángel García Gómez, 68-81. México: Universidad de Guanajuato.

Flores Pacheco, Martha Inés y Martha Patricia Guerra Vallejo. 2016. "Entre lo local y

lo foráneo: Gentrificación y discriminación en San Miguel de Allende, Guanajuato". En *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública*, vol. 9, núm. 18: 183-206, Cámara de Diputados LXIII Legislativa y Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.

García Canclini, Néstor. 1993. "Los usos culturales del patrimonio". En E. Florescano (Comp.) *El patrimonio cultural de México*, F.C.E.: México

Harvey, David. 2012. *Ciudades rebeldes. Del derecho a la ciudad a la revolución urbana*. España: Akal.

Martínez Veiga, Ubaldo. 2002. "Teorías sobre las migraciones". En *Migraciones & Exilios: Cuadernos de la Asociación para el estudio de los exilios y migraciones ibéricas contemporáneas*, N° 1: 11-26.

Mestre Martí, María y Alicia Castillo Mena. 2017. "Retos urbanos y medioambientales para una mejor gestión del patrimonio cultural en cuatro ciudades del Caribe: La Habana, San Juan Viejo, Santo Domingo y Cartagena de Indias". En *ACE*, 11(33): 87-116 (en línea) Consulta: 15 jun. 2017. DOI: 10.5821/ace.11.33.4784. ISSN: 1886-4805.

Pizzorno, Alessandro. 2003. "Por qué pagamos la nafta. Por una teoría del capital social". En A. Bagnasco, F. Piselli, A. Pizzorno y C. Trigilia. *El capital social. Instrucciones de uso*. México: FCE

Smith, Neil 1996. *The Nex Urban Frontier: Gentrification and the Revanchist City*. Nueva York: Routledge.

---

## Utilización de GPU-CUDA en el Procesamiento Digital de Imágenes

---

Francisco Javier Enríquez Aguilera  
Jesús Martín Silva Aceves  
Soledad Vianey Torres Argüelles  
Erwin Adán Martínez Gómez  
Gabriel Bravo Martínez

Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

---

### RESUMEN

EL procesamiento de imágenes es una herramienta de gran utilidad en diversas aplicaciones como video vigilancia, reconstrucción de imágenes, información geográfica y médica. Sin embargo, estas aplicaciones requieren una gran demanda computacional para ser llevadas a cabo en el menor tiempo posible, aún y que se desarrollan nuevos algoritmos, suelen ser restrictivos para implementarse en tiempo real en sistemas que solo se basan en CPU. Afortunadamente, estos algoritmos pueden ser analizados para llevarse a cabo en plataformas de cómputo paralelo, como las GPU-CUDA. En este trabajo se analizan diferentes revistas de la IEEE desde el 2013, donde se paralelizaron algoritmos con estas aplicaciones y se implementaron con ayuda de GPU's. Se destaca que el uso de esta herramienta ha ido en crecimiento en el ámbito científico, en diferentes ramas de la ciencia.

**Palabras clave:** CPU, GPU, CUDA, Procesamiento Digital de Imágenes, Nvidia.

---

### Introducción

En 1965 Gordon Moore predijo que el número de transistores en un circuito integrado se iba a duplicar cada año, a esto se le nombro la “ley de Moore” (Moore, 1998), más tarde en 1975 el mismo Moore cambiaria esa predicción mencionando que la duplicación sería cada dos años (Moore, 2005) y que existía un límite en el número de transistores a integrar en el periodo entre el 2015 y 2020.

Dicho tope conlleva a su vez a una limitación en el tiempo de velocidad de procesamiento de los sistemas de programación secuencial basados en Unidad

de Procesamiento Central (CPU) y ha ocasionado que actualmente se utilicen procesadores multinúcleo y plataformas de computación paralelo (Vogel, 2013).

Estas plataformas incluyen hardware y software de programación necesarios, lo que permite computar con más de un procesador de manera simultánea. Esto ha generado la necesidad de utilizar las ventajas de la programación de cómputo paralelo (Marcellino and Navarra, 2016), aplicado a plataformas paralelas.

Existen diferentes plataformas como las basadas en un Arreglo de Compuertas

Programable en Campo de muy alta velocidad (FPGA) , las basadas en procesadores multinúcleo utilizando lenguajes especializados como OpenMP (Tagliavini, Cesarini and Marongiu, 2018) y las basadas en Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU).

El procesamiento de imágenes es una de las clases de algoritmos más básicos y omnipresentes, sin embargo, plantea un desafío la gran demanda de datos que tiene el entorno en que están integrados (Wu *et al.*, 2016).

Entre las plataformas paralelas existentes destaca la Arquitectura Unificada de Dispositivos de Cómputo (CUDA) (Saxena, Sharma and Sharma, 2014), (Vokorokos *et al.*, 2014), la cual permite acelerar aplicaciones de cómputo, aprovechando el poder de las GPU's (NVIDIA, no date). Recientemente se ha incrementado el uso de la plataforma CUDA (Pawar, 2017), Sin embargo, solo se detallan revisiones del estado del arte llevadas a cabo para acelerar la velocidad de procesamiento digital de imágenes (PDI) en ciertas aplicaciones como la médica (Weinlich *et al.*, 2013)(Jansen Li *et al.*, 2014)(Lee *et al.*, 2013) y no cubre las diferentes aplicaciones de procesamiento de video utilizando GPU en video vigilancia (Jha and Trivedi, 2013),

(Devani, Nikam and Meshram, 2015), (Deligiannidis and Arabnia, 2014), procesamiento de imágenes de Radar de Apertura Sintética (SAR) (Fatica and Phillips, 2014), mejora de súper resolución de imágenes (Feng, Zhang and Gao, 2015), reconocimiento de objetos utilizando descriptor de Fourier (Haythem *et al.*, 2014), criptografía, seguimiento de objetos, reducción de ruido (Yazdanpanah *et al.*, 2014), reconstrucción de imágenes (Zhu *et al.*, 2013)(Kau and Chen, 2013)(Heidari, 2013), detección de rostros (Sun *et al.*, 2013), modelos de actuadores planares (Xu, Dinavahi and Xu, 2016), etc.

Por lo que una revisión del estado del arte que cubra todas estas aplicaciones de procesamiento digital de imágenes sirve como una visión general e introducción a las implementaciones de GPU más relevantes existentes en la actualidad. En este trabajo se analiza el uso de la plataforma CUDA en el campo del procesamiento de imágenes en sus diferentes áreas en la que se ha utilizado en Revistas del IEEE desde el 2003. Se analizan las contribuciones con la paralelización de algoritmos que son restrictivos por el tiempo que necesitan para procesarse mediante arquitecturas secuenciales y propuestas para mejorar el uso de este tipo de plataformas.

## USO DE GPU EN EL PROESAMIENTO DE IMÁGENES

Las empresas de imagenología y video juegos tienen un rol impresionante en el desarrollo de hardware gráfico. Desde 1999 Nvidia y ATI (las dos principales compañías de desarrollo de tarjetas gráficas), han tenido una curva incremental de producción de tarjetas (Haythem *et al.*, 2013). Con el nacimiento especializado del software para las arquitecturas paralelas GPU's en el 2012 se detonó el uso de estas plataformas para resolver problemas científicos, por ejemplo,

física (Duchateau *et al.*, 2017), matemáticas (Marcellino and Navarra, 2016), química (Phusomsai and So-in, 2016) y biología (Phusomsai and So-in, 2016), (Jia, Ziegenhein and Jiang, 2014). Existen diferentes disciplinas en las que actualmente se utilizan las GPU's para resolver diversas problemáticas, en la figura 1 se muestran las diferentes aplicaciones en las que se utiliza desde el 2009, así como la cantidad de artículos de revista en las diferentes revistas

que se encontraron, esta información es analizada por *Clarivate Analytics* del *Web of Science*.



Figura 1. Revistas en las que se han publicado trabajos relacionados a GPU's y PDI desde el 2009.

Cabe resaltar que el PDI en aplicaciones médicas son las que tienen mayor cantidad de artículos publicados en diferentes revistas, sin embargo, existen otras aplicaciones como Instrumentación, telecomunicaciones, videovigilancia, etc., que también tienen la necesidad de acelerar el tiempo de procesamiento de imágenes utilizando GPU.

En 2008, el tipo de documento “*proceedings paper*” (PP) fue asignado en la base de datos *Web of Science* para artículos de revista los cuales fueron inicialmente presentados en conferencias y posteriormente adaptados para publicaciones en un revista (González-Albo and Bordons,

2011). Se observa en los análisis del *Clarivate Analytics* que existes dos diferentes tipos de publicaciones: 1723 artículos de revista (*Journal* en inglés) y 125 PP o artículos de procedimientos.

Además, en la figura 2 se muestran la cantidad de publicaciones por país (con más de 50 publicaciones y desde el 2010), utilizando las GPU's para el PDI, se observa que los Estados Unidos de América y la República Popular de China lideran la cantidad de artículos, siendo seguidos por los países de Alemania, España, Corea del Sur, Francia, Canadá, Italia, Inglaterra y Japón.

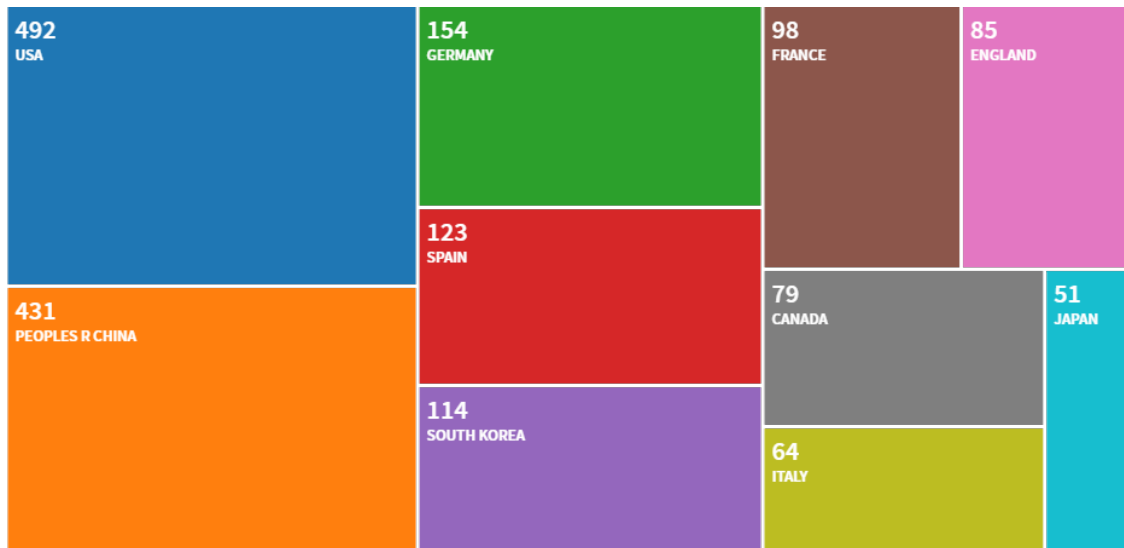


Figura 2. Publicaciones por país en aplicaciones basadas en GPU's y PDI desde el 2009 (países con más de 50 publicaciones)

## Video vigilancia

Chistoper Thorpe, et al. introducen un esquema de encriptación espacial al difuminar de manera estratégica los contenidos de una imagen/video de video vigilancia, para lograr obtener una velocidad de procesamiento en tiempo real, se logró procesar alrededor de 20 cuadros por segundo (fps), utilizando una GPU CUDA GTX460, en imágenes de 640 x 480 pixeles (Loock *et al.*, 2014).

La captura de movimiento de un cuerpo es de gran utilidad en la video vigilancia, en (Zhang *et al.*, 2013) se propone una aproximación para el seguimiento de cuerpos 3D en tiempo real, utilizando varias cámaras de video para evitar la oclusión; se utilizaron 8 cámaras y se obtuvo un máximo de velocidad de 9fps.

Otro trabajo para la reconstrucción 3D del movimiento de objetos, utilizando varias cámaras, se presenta en (Alexiadis, Zarpalas and Daras, 2013), utilizando una tarjeta NVidia GTX 560Ti se logró procesar a una velocidad de 10fps. Mientras que en (Zhou, Li and Hu, 2016) se propone el seguimiento de objetos discriminando la

función de velocidad del mismo, para obtener una mejor evolución del contorno (Zhou, Li and Hu, 2016).

El uso de imágenes tipo estéreo (imágenes tomadas desde un par de cámaras), es de gran utilidad para evitar oclusiones, en las imágenes obtenidas, pero requieren de emparejamiento de las imágenes obtenidas, mediante métodos de evaluación computacional, por lo que en (Kowalczyk, Psota and Perez, 2013), se presenta este método utilizando CUDA y una NVidia GTX 580 para poder llevar a cabo el procesamiento en tiempo real (62fps).

El análisis de características de una imagen puede considerarse como una aplicación de video vigilancia, ya que con esto se puede lograr el reconocimiento de objetos (Bahri *et al.*, 2017), como las huellas digitales, la seguridad, por lo que Pablo Gutiérrez, et al. proponen un sistema para análisis de concordancia de huellas digitales de alto rendimiento para bases de datos de gran tamaño basado en GPU, se logró obtener una mejora de 100.8x comparado

con un procesamiento basado en CPU (Gutierrez *et al.*, 2014).

La extracción en primer plano es un componente importante en aplicaciones multimedia, cuando se segmenta el objeto del primer plano de una imagen de fondo de una imagen o video se puede realizar el reconocimiento de objetos (que puede utilizarse con el fin de video vigilancia), edición de imágenes/video, y compresión (Zhao, Zhang and Fang, 2015); Mengyao Zhao, et al. presentan un método de extracción en tiempo real de este componente, mediante el uso de una GPU, obteniendo una 30.3fps en promedio (Zhao *et al.*, 2015).

El uso de redes y gráficos a gran escala son aplicaciones de datos intensivos que tienen aplicación en el monitoreo de tráfico y redes, ingeniería de software, bioinformática y telecomunicaciones; en (Zwan, Codreanu and Telea, 2016) se demuestra que el uso de GPU's para este tipo de procesamiento puede ayudar a acelerar hasta 50x el tiempo de procesamiento, comparado con las implementaciones en CPU.

El estudio de consumo de energía para la paralelización de un algoritmo de reconocimiento de Iris utilizando GPU es publicado en (Rakvic, Broussard and Ngo, 2016), donde se demuestra que el uso eficiente de los algoritmos puede disminuir el consumo de energía de una GPU. Un método acelerado del registro de imágenes basado en funciones sin rotación es presentado en (Yu *et al.*, 2015), el registro de imágenes es un factor clave en diversas aplicaciones, como reconocimiento de

patrones aplicados a la video vigilancia o procesamiento de imágenes médicas.

La detección y seguimiento de objetivos aéreos utilizan la firma infrarroja del objeto aéreo, debido a la reflexión de la radiación del sol en el objeto, el tiempo para realizar este tipo de procesamiento tiene un costo de procesamiento elevado, por lo que en (Guo *et al.*, 2016), se propone una comparación de implementaciones utilizando OpenMP, OpenACC y CUDA para este tipo de procesamiento, los resultados arrojaron que las mejoras que se obtuvieron fueron de 15x, 140x y 426x respectivamente.

Una aplicación de video vigilancia en autos, se propone en (Li, Mogelmoose and Trivedi, 2016), con la finalidad de reconocer señales de tráfico mediante redes neuronales convolucionales. Aunque la captura de movimiento es utilizada en aplicaciones como animación computarizada y sistemas de tele-inmersión, también se pueden utilizar para activar alarmas, en (Shuai *et al.*, 2017) se propone la detección de esqueletos utilizando múltiples cámaras y GPU-CUDA logrando una mejor robustez en la propuesta. Alexander Filonenko, et al. proponen un sistema de video vigilancia rápido para detección de humo utilizando CUDA, este método toma la ventaja del uso de cámaras de video vigilancia, de donde obtienen la información necesaria para la detección de humo, se logró mejorar el tiempo de detección a lo planteado en la literatura, tanto con el solo uso de CPU y todavía más con el sistema basado en CPU-GPU (Sun and Wang, 2015).

## Reconstrucción de Imágenes

El desentrelazado de imágenes, se utiliza la transmisión de los sistemas de televisión digital, el rendimiento del entrelazado y

desentrelazado es un factor clave para la calidad de las imágenes que se mostrará en el receptor, en (Method *et al.*, 2014) se

propone un método paralelo eficiente basado en GPU, que es adaptativo para el desentrelazado en campo con interpolación de los píxeles perdidos, la arquitectura propuesta generó una mejora de velocidad de 94.6x comparado con el método basado en CPU.

El mapeado de texturas es una herramienta que sirve para incrementar el realismo y fidelidad de imágenes, en las mesoestructuras se presentan deformaciones geométricas en imágenes 3D y pueden ser reemplazadas por operaciones de imágenes bidimensionales mediante el uso de GPU, como se plantea en (Nykl, Mourning and Chelberg, 2014). Pablo Enfedaque, et al. presentan la implementación basada en registros, de la Transformada Wavelet Discreta (DWT), mediante el uso de una GPU, sus resultados obtuvieron una mejora de velocidad de cuatro veces comparado con las implementaciones en GPU encontrados en la literatura antes de diciembre del 2015 (Enfedaque, Auli-Llinas and Moure, 2015).

La compresión de imágenes tiene como finalidad representar la información en el menor número de bits posible, pero de igual o mayor importancia es la descompresión o recuperación de la información original en aplicaciones como teleconferencia, cinema digital, etc. en (Enfedaque, Auli-Llinas and Moure, 2017) se propone el uso de GPU para mejorar los tiempos de procesamiento en estas

aplicaciones, logrando obtener hasta 30x de mejora para aplicaciones de alta resolución (4K).

En la visualización interactiva el cuello de botella ya no es el tiempo de cómputo, sino más bien el de transmisión de la información, por lo que en (Grosset *et al.*, 2017) se publica un algoritmo de composición de imágenes, que funciona tanto en supercomputadoras basadas en CPU y GPU, y se enfoca en evitar la superposición en las comunicaciones de los datos, con la finalidad de equilibrar la carga de trabajo.

El filtro de la mediana es una técnica para suavizar y remover ruido en imágenes, varios de las implementaciones paralelas utilizan algoritmos de ordenamiento, para reacomodar los valores dentro de una ventana de filtrado y así calcular la mediana de los valores ordenados; esto produce un cuello de botella, al utilizar algoritmos secuenciales para este procesamiento, en (Green, 2018), se propone un método basado en histograma y GPU-CUDA, que no requiere el ordenamiento de los datos. La interpolación es otra técnica utilizada para la reconstrucción de imágenes de ultra alta definición (HD), en (Optimization, 2018), se propone la optimización paralela usando GPU de un modelo de interpolación auto regresiva en imágenes, el algoritmo propuesto obtiene mejoras de 147.3x para la imagen Lena y 174.8x para video a 720p.

## Información Geográfica

En aplicaciones de información geográfica es de gran utilidad el modelar un terreno mediante la interpolación de puntos de datos (Bernabe *et al.*, 2016), la planeación de caminos y la construcción de mallas de calidad para el análisis de elementos finitos, etc. (Torti, Danese and Leporati, 2015); todas estas aplicaciones se basan en la triangulación de Delaunay, con esta

finalidad se propone la triangulación restringida de Delaunay en un sistema híbrido paralelizado CPU-GPU, escalable, con lo que se obtiene un mejor rendimiento que la mejor aplicación basada en CPU (Tung, 2009).

Las imágenes hiperespectrales son usualmente capturadas y almacenadas desde satélites o aviones para ser transmitidas a

estaciones terrestres, sin embargo, la gran cantidad de datos que contienen estas imágenes hacen necesario aplicar métodos de compresión y registro (Ordonez, Arguello and Heras, 2017) para reducir el volumen de datos antes de transmitir a un segmento terrestre.

Una aplicación para comprimir la información de imágenes es presentada en (Santos *et al.*, 2013), en la que se utiliza una GPU CUDA, logrando así una mejora de 15.41 en velocidad de procesamiento, comparado con solo usar CPU. Otro factor que ocurre con el uso de las imágenes hiperespectrales, es la tendencia de que los píxeles se mezclen, por lo que es importante contar con un procesamiento para desmezclarlos de manera rápida y eficiente, por lo que Sergio Bernabé, et al. comparan dos plataformas paralelas, la GPU CUDA GeForce GTX 580 y la NVidia Tesla C1060 para llevar a cabo este procedimiento (Bernabe *et al.*, 2013); de igual manera en (Barberis *et al.*, 2013) se propone otro algoritmo de análisis de componentes Vertex, para desmezclar datos hiperespectrales mediante una tarjeta NVidia Fermi y CUDA; comparando el algoritmo basado en GPU vs CPU, se notó que el uso de GPU's es de gran ayuda para mejorar tiempos de procesamiento en este tipo de procesos.

Otro punto importante en el manejo de imágenes hiperespectrales es la identificación de sub espacios, para reducir la dimensionalidad correcta, lo que produce ganancias en el rendimiento y eficiencia del algoritmo, en (Torti *et al.*, 2014) se propone la paralelización de este algoritmo basado en GPU comparándolo con un procesador digital de señales (DSP), se resalta que la implementación en DSP tiene un buen balance entre desempeño y consumo de energía, sin embargo el uso de números flotantes de doble precisión, es restrictivo, a comparación de un GPU. En (Wu *et al.*, 2014), (Images and Martel, 2017) y (Guerra

*et al.*, 2017), se proponen métodos para desmezclar este tipo de imágenes, en el primer trabajo mediante la factorización de matrices dispersas no negativas, en el segundo mediante una cadena de procesamiento, y en el tercer trabajo utilizando el algoritmo rápido paralelo para desmezclar linealmente imágenes hiperespectrales, haciendo uso de GPU, al utilizar un método paralelo se comprobó la exactitud de los algoritmos propuestos.

La ortorectificación es una de los procesos más importantes en tareas de teledetección, este proceso remueve los efectos de la perspectiva de la geometría de la cámara y así los resultados pueden concordar con la escala de un mapa; en (Lei *et al.*, 2014) se explora el uso de una GPU en una red agrupada para acelerar esta tarea. Una máquina de aprendizaje extrema, es utilizada para la clasificación de imágenes hiperespectrales por primera vez en (Javier, Investigaci and Heras, 2015), sin embargo también se utilizó una GPU para aplicar técnicas de conjuntos (obteniendo mejoras de 5x), algoritmos de regularización espacial y un esquema de clasificación espectral – espacial.

La clasificación e identificación (Wu *et al.*, 2016) de imágenes hiperespectrales mediante una máquina de vector de soporte tiene un alto costo computacional, por lo que en (Tan *et al.*, 2015), (Wu, Wang, Plaza, Li, *et al.*, 2015) y (Wu, Wang, Plaza and Li, 2015), se propone el uso de una GPU para mejorar este costo, logrando obtener una mejora en los procesos de prueba para datos de 103 bandas de 81.9x, 130x para el segundo trabajo y 210x para el tercer trabajo. Otra aplicación a las imágenes hiperespectrales es la generación automática de objetivos, que utilizando una versión en paralelo del algoritmo en una NVidia Tesla K20 se logró una mejora de 416x y 320x para conjuntos de datos (512 \* 614 \* 224 de 224 bandas y 35 \* 350 \* 188 de 188 bandas respectivamente) (Li, Huang and Zhao,



2015). Liuyang Fang, et al. muestran sus resultados de su interfaz de paso de mensaje, de datos adquiridos por el satélite Chino ZY-3m, utilizando una arquitectura CUDA, multiprocesamiento abierto, sus resultados arrojan que se redujo a 86.1s el tiempo de ejecución (Fang *et al.*, 2015).

La profundidad óptica del aerosol (AOD), es una propiedad óptica importante del aerosol, que está involucrado en otras aplicaciones como, corrección atmosférica de las características de superficie detectadas remotamente, el monitoreo de erupciones volcánicas o incendios forestales, la calidad del aire e incluso los cambios climáticos a partir de datos satelitales. Sin embargo el procesamiento que se utiliza en esta técnica es computacionalmente costosa por la gran cantidad de datos a procesar, por lo que en (Liu *et al.*, 2015) se propone el uso de una implementación basada en GPU-CUDA, para acelerar este procesamiento; se obtuvo 68x de incremento de velocidad en el estudio realizado, comparado con un 7x del basado en un procesador multinúcleo, y un menor consumo de energía utilizando GPU (3.15kJ con un hilo y 38.39kJ con 16 hilos) vs CPU (58.09kJ).

Una arquitectura CPU-GPU es propuesta en (Abbate *et al.*, 2016) y (Garcia-

Rial, Ubeda-Medina and Grajal, 2017), para el procesamiento de datos de imágenes de radar, el primer caso de apertura sintética y el segundo radares en la banda de THz, mediante la implementación y paralelización del algoritmo *Chirp Scaling*, al igual que en (Topa, 2017) que se evalúa el uso de GPU para simulación de momentos en aplicaciones electromagnéticas utilizando antenas de trayectoria plana. La segmentación también es relevante en el procesamiento de imágenes multidimensionales, sin embargo la mayoría de los algoritmos reducen la dimensión de las imágenes, con lo que se pierde información relevante en este proceso; en (Lopez-Fandino *et al.*, 2017) se menciona la segmentación mediante GPU basado en una autómatas celular, obteniendo mejor exactitud para cubiertas de tierra que otras técnicas de clasificación espacial.

La reconexión de líneas de contorno son elementos gráficos que permiten la caracterización 3D de terrenos en mapas de 2D, por lo que en (Song *et al.*, 2017) se expone un método efectivo basado en GPU, se logró un mejoramiento de velocidad de 1360x con resultados idénticos a los obtenidos en CPU.

## Aplicaciones Médicas

La velocidad de procesamiento para reconstrucción de imágenes de Tomografías por Emisión de Positrones (PET) han sido mejoradas en años recientes, mediante la descarga de trabajo a múltiples procesadores o GPU's, sin embargo el uso de clústeres de GPU no garantiza un incremento lineal en la velocidad de procesamiento, debido a la gran cantidad de datos que se necesitan transferir, por lo que en (Cui *et al.*, 2013), se propone un algoritmo para obtener la expectativa de máxima verosimilitud de maximización para

el uso de varios GPU's. En (Ha *et al.*, 2013) se expone un método espacialmente simétrico, y variante de cambio que puede manejar de manera eficiente cualquier sistema de núcleo genérico la reconstrucción PET para imágenes tridimensionales (3D).

El registro de imágenes, es una técnica para definir la relación geométrica entre cada punto de dos imágenes, esto es de gran ayuda en las cirugías ayudadas por computadora, pero es indispensable que el tiempo de procesamiento de un valor

pequeño, por lo que Kei Ikeda y Fumihiko Ino proponen un método eficiente para acelerar el registro no rígido de información mutua con CUDA (Ikeda, Ino and Hagihara, 2014). Otro tipo de imágenes que es necesario analizar son las visualizaciones tridimensionales de vasos cerebrales, que sirven para diagnosticar enfermedades, sin embargo, cuando se analizan varios vasos cerebrales es difícil decidir el orden de profundidad de manera clara; como solución en (Luo, 2013), (Won *et al.*, 2013), se plantea la combinación de colores a distancia y la mejora de la profundidad estereoscópica se combinan con la reproducción de volúmenes pre integrados, basada en CUDA y su función avanzada de transferencia para una mejor percepción de la profundidad. En (Idzenga *et al.*, 2014) se mencionan las ventajas de utilizar una GPU en la imagenología de ultrasonidos de dos dimensiones, mientras que en (Xanthis *et al.*, 2014), se presenta un simulador (228 veces más rápido que la implementación serial basada en CPU) de imagenología de resonancia magnética (MRI), con ayuda de un ambiente basado en GPU.

Al utilizar una iluminación armónica esférica se pudo visualizar la microestructura cerebral en campos espacio angulares de alta fidelidad en imágenes MRI (Bista *et al.*, 2014). La corrección de dispersión es de gran relevancia en las imágenes PET, para mejorar la exactitud de la estimación de dispersión se propuso simular múltiples contribuciones de dispersión en (Kim *et al.*, 2014), basado en simulaciones Monte Carlo, considerando la migración de fotones e interacciones debido a la absorción fotoeléctrica y dispersión Compton, esto se realizó mediante un sistema híbrido CPU-GPU y se obtuvo 128.3x incremento de velocidad en este tipo de simulaciones; mientras que en (Wang, Li and Abubakar, 2015) se presenta un algoritmo de inversión de fuente de contraste con la misma finalidad.

En la actualidad la electrocardiografía (ECG) tiene una alta demanda debido al incremento de trastornos del ritmo cardiaco, sin embargo este tipo de estudios con frecuencia sufren de ruido relevante, por lo que es necesario el uso de filtros que usen wavelet, respuesta infinito y finito al impulso unitario, en (Niederhauser *et al.*, 2015) se logró procesar el filtro wavelet 500 veces más rápido con el procesamiento en GPU. El uso de la tecnología de microarreglos de DNA (cDNA) (Katsigiannis, Zacharia and Maroulis, 2017), es una herramienta que ayuda a estudiar el nivel de expresión de miles de genes, la segmentación de imágenes de estos microarreglos es una de las principales etapas de este tipo de experimentos, sin embargo es un proceso arduo y desafiante debido a la mala calidad de las imágenes; Stamos Katsigiannis, et al. proponen un nuevo enfoque para este tipo de segmentación de DNA mediante el uso de una GPU (Katsigiannis, Zacharia and Maroulis, 2015).

La velocimetría es una técnica utilizada para medir la velocidad instantánea de fluidos y puede ser utilizada en el diseño de corazones artificiales, en (Moore, Leeser and King, 2015) se propone esta técnica mediante la especialización de núcleos en GPU y se pudo mejorar la velocidad de procesamiento de trabajos previos. Los métodos de reconstrucción iterativa en Tomografía Computarizada (CT) mediante rayos X (Projection *et al.*, 2018), pueden proporcionar mejor calidad de imágenes que métodos analíticos (Fortmeier *et al.*, 2016), pero su aplicación en la práctica son aún limitados debido al costo computacional en operaciones repetidas de proyección y retroproyección, sin embargo con el uso de GPU's es posible utilizar un método de trazado de rayos, para realizar este procedimiento, como se propone en (Nguyen and Lee, 2015).

La imagenología ultrasónica es uno de los métodos de visualización más populares para examinar el interior de objetos opacos, en (Romero-Laorden *et al.*, 2016) y (Chen, Chen and Huang, 2016) se realiza el análisis de estrategias de cómputo paralelo para acelerar el procesamiento de imagenología de ultrasonido mediante una GPU (Romero-Laorden *et al.*, 2016). La

delineación del ventrículo derecho cardíaco es esencial para generar mediciones clínicas, como la fracción de eyección y el volumen sistólico; en (Punithakumar, Boulanger and Noga, 2017) utilizan imágenes MRI para este procedimiento y una plataforma GPU, se observa que se pudo mejorar 19x la velocidad de este tipo de procedimiento.

## Conclusiones

Se observa que la utilidad de las GPU de NVIDIA, ha estado incrementándose en diferentes aplicaciones científicas y de Ingeniería, destacando su uso en aplicaciones geográficas con 25 aportaciones, 19 contribuciones en el área médica, 16 en el ámbito de video vigilancia y 8 para reconstrucción de imágenes. Y muchas más en congresos con estas mismas aplicaciones.

A pesar de que existen diferentes trabajos de revisión como el de Philippe Després y Xun Jia que se enfocaron a los desarrollos de reconstrucción de imágenes médicas basadas en GPU en 2017, desde una perspectiva de CT, PET, SPECT, MRI y US. Presentan las estrategias y los enfoques para aprovechar al máximo las GPU en la reconstrucción de imágenes, así como las aplicaciones innovadoras que surgen de una mayor capacidad informática. De igual manera analizan el futuro de la reconstrucción de imágenes basada en GPU, sustentado en las tendencias actuales de la computación de alto rendimiento (Després and Jia, 2017). El de Xun Jia et al. que presentan en su trabajo una revisión de las aplicaciones actuales de la GPU en los principales problemas relacionados con imagenología y los problemas relacionados con la radioterapia.

Además, se realizan una comparación en la solución de este tipo de problemática

utilizando GPU y otras plataformas (Jia, Ziegenhein and Jiang, 2014). Esta revisión presenta los trabajos sobre procesamiento acelerado de imágenes médicas basado en GPU. La revisión abarca la aceleración GPU de operaciones básicas de procesamiento de imágenes (filtrado, interpolación, estimación de histogramas y transformaciones de distancia), los algoritmos más comúnmente utilizados en imágenes médicas (registro de imágenes, segmentación de imágenes y eliminación de imágenes) y algoritmos que son específicos de modalidades individuales (CT, PET, SPECT, MRI, fMRI, DTI, ultrasonido, imagen óptica y microscopía) (Eklund *et al.*, 2013). Y en 2014 Balsa Rodríguez et al. realizaron un reporte donde examinan los enfoques de representación de volumen de la GPU, cubriendo diseño de red de muestreo, modelos de representación compactos, técnicas de compresión, arquitecturas de renderizado de GPU y técnicas rápidas de decodificación (Balsa Rodríguez *et al.*, 2014).

No se había propuesto uno que abarcara diferentes aplicaciones de la GPU en diversas áreas de investigación. Este trabajo abarcó la utilidad de GPU's para acelerar la velocidad de procesamiento en áreas de la medicina, uso geográfico, reconstrucción de imágenes y video vigilancia.

## Referencias

- Abbate, S. *et al.* 2016 'Extended Chirp Scaling on GPGPU', *IEEE Latin America Transactions*, 14(6), pp. 2638–2643. doi: 10.1109/TLA.2016.7555231.
- Alexiadis, D. S., Zarpalas, D. and Daras, P. 2013 'Real-Time, Full 3-D Reconstruction of Consumer Depth Cameras', *IEEE Transactions on Multimedia*, 15(2), pp. 339–358.
- Bahri, H. *et al.* 2017 'Image feature extraction algorithm based on CUDA architecture: case study GFD and GCFD', *IET Computers & Digital Techniques*, 11(4), pp. 125–132. doi: 10.1049/iet-cdt.2016.0135.
- Balsa Rodríguez, M. *et al.* 2014 'State-of-the-art in compressed GPU-based direct volume rendering', *Computer Graphics Forum*, 33(6), pp. 77–100. doi: 10.1111/cgf.12280.
- Barberis, A. *et al.* 2013 'Real-time implementation of the vertex component analysis algorithm on GPUs', *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 10(2), pp. 251–255. doi: 10.1109/LGRS.2012.2200452.
- Bernabe, S. *et al.* 2013 'Hyperspectral unmixing on GPUs and multi-core processors: A comparison', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(3), pp. 1386–1398. doi: 10.1109/JSTARS.2013.2254470.
- Bernabe, S. *et al.* 2016 'Parallel Hyperspectral Coded Aperture for Compressive Sensing on GPUs', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(2), pp. 932–944. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2436440.
- Bista, S. *et al.* 2014 'Visualization of brain microstructure through spherical harmonics illumination of high fidelity spatio-angular fields', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12), pp. 2516–2525. doi: 10.1109/TVCG.2014.2346411.
- Chen, Z., Chen, Y. and Huang, Q. 2016 'Development of a Wireless and Near Real-Time 3D Ultrasound Strain Imaging System', *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 10(2), pp. 394–403. doi: 10.1109/TBCAS.2015.2420117.
- Cui, J. *et al.* 2013 'Distributed MLEM: an iterative tomographic image reconstruction algorithm for distributed memory architectures', *IEEE Trans Med Imaging*, 32(5), pp. 957–967. doi: 10.1109/TMI.2013.2252913.
- Deligiannidis, L. and Arabnia, H. R. 2014 'Parallel Video Processing Techniques for Surveillance Applications', *2014 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*, pp. 183–189. doi: 10.1109/CSCI.2014.38.
- Després, P. and Jia, X. 2017 'A review of GPU-based medical image reconstruction', *Physica Medica*, 42, pp. 76–92. doi: 10.1016/j.ejmp.2017.07.024.
- Devani, U., Nikam, V. B. and Meshram, B. B. 2015 'Super-fast parallel eigenface implementation on GPU for face recognition', *Proceedings of 2014 3rd International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing, PDGC 2014*, pp. 130–136. doi: 10.1109/PDGC.2014.7030729.
- Duchateau, J. *et al.* 2017 'An Out-of-Core Method for Physical Simulations on a Multi-GPU Architecture Using Lattice Boltzmann Method', *Proceedings - 13th IEEE International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing, 13th IEEE International Conference on Advanced and Trusted Computing, 16th IEEE International Conference on Scalable Computing and Communications, IEEE International*, 581. doi: 10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCCom-IoP-SmartWorld.2016.0099.
- Eklund, A. *et al.* 2013 'Medical image processing on the GPU - Past, present and future', *Medical Image Analysis*. Elsevier B.V., 17(8), pp. 1073–1094. doi: 10.1016/j.media.2013.05.008.
- Enfedaque, P., Auli-Llinas, F. and Moure, J. C. 2015 'Implementation of the DWT in a GPU through a Register-based Strategy', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 26(12), pp. 3394–3406. doi: 10.1109/TPDS.2014.2384047.
- Enfedaque, P., Auli-Llinas, F. and Moure, J. C. 2017 'GPU Implementation of Bitplane Coding with Parallel Coefficient Processing for High Performance Image Compression', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 28(8), pp. 2272–2284. doi: 10.1109/TPDS.2017.2657506.
- Fang, L. *et al.* 2015 'MOC-based parallel preprocessing of ZY-3 satellite images', *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 12(2), pp. 419–423. doi: 10.1109/LGRS.2014.2345419.
- Fatica, M. and Phillips, E. 2014 'Synthetic aperture radar imaging on a CUDA-enabled mobile platform', in *2014 IEEE High Performance Extreme Computing Conference (HPEC)*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/HPEC.2014.7040960.
- Feng, C., Zhang, X. and Gao, Z. 2015 'An Improved Image Super Resolution and Its Parallel Implementation Based on CUDA', *The Tenth International Conference on Digital Information Management, (Icdim)*, pp. 182–187.
- Fortmeier, D. *et al.* 2016 'A virtual reality system for PTCd simulation using direct visuo-haptic rendering of partially segmented image data', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 20(1), pp. 355–366. doi: 10.1109/JBHI.2014.2381772.
- García-Rial, F., Ubeda-Medina, L. and Grajal, J. 2017 'Real-time GPU-based image processing for a 3-D THz radar', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed*

*Systems*, 28(10), pp. 2953–2964. doi:  
10.1109/TPDS.2017.2687927.

González-Albo, B. and Bordons, M. 2011 'Articles vs. proceedings papers: Do they differ in research relevance and impact? A case study in the Library and Information Science field', *Journal of Informetrics*, 5(3), pp. 369–381. doi: 10.1016/j.joi.2011.01.011.

Green, O. 2018 'Efficient scalable median filtering using histogram-based operations', *IEEE Transactions on Image Processing*, 27(5), pp. 2217–2228. doi: 10.1109/TIP.2017.2781375.

Grosset, A. V. P. *et al.* 2017 'TOD-tree: Task-overlapped direct send tree image compositing for hybrid MPI parallelism and GPUs', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(6), pp. 1677–1680. doi: 10.1109/TVCG.2016.2542069.

Guerra, R. *et al.* 2017 'On the Evaluation of Different High-Performance Computing Platforms for Hyperspectral Imaging: An OpenCL-Based Approach', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(11), pp. 4879–4897. doi: 10.1109/JSTARS.2017.2737958.

Guo, X. *et al.* 2016 'Parallel Computation of Aerial Target Reflection of Background Infrared Radiation: Performance Comparison of OpenMP, OpenACC, and CUDA Implementations', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(4), pp. 1653–1662. doi: 10.1109/JSTARS.2016.2516503.

Gutierrez, P. D. *et al.* 2014 'A high performance fingerprint matching system for large databases based on GPU', *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 9(1), pp. 62–71. doi: 10.1109/TIFS.2013.2291220.

Ha, S. *et al.* 2013 'GPU-accelerated forward and back-projections with spatially varying kernels for 3D DIRECT TOF PET reconstruction', *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 60(1), pp. 166–173. doi: 10.1109/TNS.2012.2233754.

Haythem, B. *et al.* 2013 'Contribution to the implementation of computer vision application on a GPU', *2013 International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2013*, pp. 319–324. doi: 10.1109/CoDIT.2013.6689564.

Haythem, B. *et al.* 2014 'Fast Generalized Fourier Descriptor for object recognition of image using CUDA', *2014 World Symposium on Computer Applications and Research, WSCAR 2014*, (4). doi: 10.1109/WSCAR.2014.6916817.

Heidari, H. 2013 'Accelerating of Color Moments and Texture Features Extraction Using GPU Based Parallel Computing', *8th Iranian Conference on Machine Vision and Image Processing MVIP*, pp. 430–435. doi: 10.1109/IranianMVIP.2013.6780024.

Idzenga, T. *et al.* (2014) 'Fast 2-D ultrasound strain imaging: The benefits of using a GPU', *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 61(1), pp. 207–213. doi:

10.1109/TUFFC.2014.6689790.

Ikeda, K., Ino, F. and Hagihara, K. 2014 'Efficient acceleration of mutual information computation for nonrigid registration using CUDA', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 18(3), pp. 956–968. doi: 10.1109/JBHI.2014.2310745.

Images, U. H. and Martel, E. 2017 'A GPU-Based Processing Chain for Linearly', 10(3), pp. 818–834.

Javier, L., Investigaci, C. S. De and Heras, D. B. 2015 'Efficient Classification of Hyperspectral Images on Commodity GPUs using ELM-based Techniques', 8(6), pp. 2884–2893.

Jha, S. and Trivedi, P. 2013 'An automated video surveillance system using Viewpoint Feature Histogram and CUDA-enabled GPUs', *Proceedings of the 2013 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI 2013*, pp. 1812–1816. doi: 10.1109/ICACCI.2013.6637456.

Jia, X., Ziegenhein, P. and Jiang, S. B. 2014 'GPU-based high-performance computing for radiation therapy', *Physics in Medicine and Biology*, 59(4). doi: 10.1088/0031-9155/59/4/R151.

Jiansen Li *et al.* 2014 'Accelerating the reconstruction of magnetic resonance imaging by three-dimensional dual-dictionary learning using CUDA', in *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. IEEE, pp. 2412–2415. doi: 10.1109/EMBC.2014.6944108.

Katsigiannis, S., Zacharia, E. and Maroulis, D. 2015 'Grow-Cut Based Automatic cDNA Microarray Image Segmentation', *IEEE Trans Nanobioscience*, 14(1), pp. 138–145. doi: 10.1109/tnb.2014.2369961 LB - Katsigiannis2015.

Katsigiannis, S., Zacharia, E. and Maroulis, Di. 2017 'MIGS-GPU: Microarray Image Gridding and Segmentation on the GPU', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(3), pp. 867–874. doi: 10.1109/JBHI.2016.2537922.

Kau, L. J. and Chen, C. S. 2013 'Speeding up the runtime performance for lossless image coding on GPUs with CUDA', *Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, (1), pp. 2868–2871. doi: 10.1109/ISCAS.2013.6572477.

Kim, K. S. *et al.* 2014 'Ultra-fast hybrid CPU-GPU multiple scatter simulation for 3-D PET', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 18(1), pp. 148–156. doi: 10.1109/JBHI.2013.2267016.

Kowalczyk, J., Psota, E. T. and Perez, L. C. 2013 'Real-Time Stereo Matching on {CUDA} Using an Iterative Refinement Method for Adaptive Support Weight Correspondences', *IEEE Trans. CSVT*, 23(1), pp. 94–104.

Lee, I.-H. *et al.* 2013 'Accelerating motion-compensated adaptive color Doppler engine on CUDA-based GPU platform', *Signal Processing Systems (SiPS), 2013 IEEE Workshop on*, pp. 1–6.

- Lei, Z. *et al.* 2014 'Stream model-based orthorectification in a GPU cluster environment', *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 11(12), pp. 2115–2119. doi: 10.1109/LGRS.2014.2320991.
- Li, X., Huang, B. and Zhao, K. 2015 'Massively Parallel GPU Design of Automatic Target Generation Process in Hyperspectral Imagery', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(6), pp. 2862–2869. doi: 10.1109/JSTARS.2014.2347299.
- Li, Y., Mogelmose, A. and Trivedi, M. M. 2016 'Pushing the "Speed Limit": High-Accuracy US Traffic Sign Recognition With Convolutional Neural Networks', *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 1(2), pp. 167–176. doi: 10.1109/TIV.2016.2615523.
- Liu, J. *et al.* 2015 'Multicore Processors and Graphics Processing Unit Accelerators for Parallel Retrieval of Aerosol Optical Depth From Satellite Data: Implementation, Performance, and Energy Efficiency', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(5), pp. 2306–2317. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2438893.
- Loock, W. Van *et al.* 2014 'Short Papers', 35(12), pp. 1–6.
- Lopez-Fandino, J. *et al.* 2017 'GPU Projection of ECAS-II Segmenter for Hyperspectral Images Based on Cellular Automata', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(1), pp. 20–28. doi: 10.1109/JSTARS.2016.2588530.
- Luo, Y. L. 2013 'Effectively visualizing the spatial structure of cerebral blood vessels', *Computing in Science and Engineering*, 15(2), pp. 41–46. doi: 10.1109/MCSE.2013.25.
- Marcellino, L. and Navarra, G. 2016 'A GPU-accelerated SVD algorithm, based on QR factorization and Givens Rotations, for DWI denoising.' doi: 10.1109/SITIS.2016.117.
- Method, A. I. D. *et al.* 2014 'GPU-Parallel Implementation of the Edge-Directed', 10(9), pp. 746–753.
- Moore, G. E. 1998 'Cramming more components onto integrated circuits', *Proceedings of the IEEE*, 86(1), pp. 82–85. doi: 10.1109/JPROC.1998.658762.
- Moore, G. E. 2005 'Excerpts from A Conversation with Gordon Moore: Moore's Law', *Intel*, pp. 1–2. Available at: [http://large.stanford.edu/courses/2012/ph250/lee1/docs/Excerpts\\_A\\_Conversation\\_with\\_Gordon\\_Moore.pdf%0Ahttp://download.intel.com/museum/Moores\\_law/Video-transcripts/excerpts\\_a\\_Conversation\\_with\\_gordon\\_Moore.pdf](http://large.stanford.edu/courses/2012/ph250/lee1/docs/Excerpts_A_Conversation_with_Gordon_Moore.pdf%0Ahttp://download.intel.com/museum/Moores_law/Video-transcripts/excerpts_a_Conversation_with_gordon_Moore.pdf).
- Moore, N., Leeser, M. and King, L. S. 2015 'Kernel specialization provides adaptable GPU code for particle image velocimetry', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 26(4), pp. 1049–1058. doi: 10.1109/TPDS.2014.2317721.
- Nguyen, V. G. and Lee, S. J. 2015 'Parallelizing a matched pair of ray-tracing projector and backprojector for iterative cone-beam CT reconstruction', *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 62(1), pp. 171–181. doi: 10.1109/TNS.2015.2388553.
- Niederhauser, T. *et al.* 2015 'Graphics-processor-unit-based parallelization of optimized baseline wander filtering algorithms for long-term electrocardiography', *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(6), pp. 1576–1584. doi: 10.1109/TBME.2015.2395456.
- NVIDIA no date *Procesamiento paralelo CUDA / Qué es CUDA / NVIDIA*. Available at: <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>.
- Nykl, S., Mourning, C. and Chelberg, D. 2014 'Interactive Mesostructures with Volumetric Collisions', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(7), pp. 970–982. doi: 10.1109/TVCG.2014.2317700.
- Optimization, G. 2018 'Image Autoregressive Interpolation Model Using', 14(2), pp. 426–436.
- Ordonez, A., Arguello, F. and Heras, D. B. 2017 'GPU accelerated FFT-based registration of hyperspectral scenes', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(11), pp. 4869–4878. doi: 10.1109/JSTARS.2017.2734052.
- Pawar, D. 2017 'GPU Based Background Subtraction Using CUDA : State of the Art', pp. 1201–1204.
- Phusomsai, W. and So-in, C. 2016 'Brain Tumor Cell Recognition Schemes using Image Processing with Parallel ELM Classifications on GPU'.
- Projection, B. *et al.* 2018 'A Look-Up Table-Based Ray Integration', 37(2), pp. 361–371.
- Punithakumar, K., Boulanger, P. and Noga, M. 2017 'A GPU-Accelerated Deformable Image Registration Algorithm with Applications to Right Ventricular Segmentation', *IEEE Access*, 5, pp. 20374–20382. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2755863.
- Rakvic, R., Broussard, R. and Ngo, H. A. U. 2016 'Energy Efficient Iris Recognition With Graphics Processing Units', 4, pp. 2831–2839. doi: 10.1109/ACCESS.2016.2571747.
- Romero-Laorden, D. *et al.* 2016 'Analysis of Parallel Computing Strategies to Accelerate Ultrasound Imaging Processes', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(12), pp. 3429–3440. doi: 10.1109/TPDS.2016.2544312.
- Santos, L. *et al.* 2013 'Highly-parallel gpu architecture for lossy hyperspectral image compression', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(2), pp. 670–681. doi: 10.1109/JSTARS.2013.2247975.
- Saxena, S., Sharma, S. and Sharma, N. 2014 'Image registration techniques using parallel computing in multicore environment and its applications in medical

imaging: An overview', *2014 International Conference on Computer and Communication Technology (ICCCCT)*, pp. 97–104. doi: 10.1109/ICCCCT.2014.7001475.

Shuai, L. *et al.* 2017 'Motion Capture with Ellipsoidal Skeleton Using Multiple Depth Cameras', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(2), pp. 1085–1098. doi: 10.1109/TVCG.2016.2520926.

Song, J. *et al.* 2017 'The Reconnection of Contour Lines from Scanned Color Images of Topographical Maps Based on GPU Implementation', 10(2), pp. 400–408.

Sun, L. C. *et al.* 2013 'Acceleration algorithm for CUDA-based face detection', *2013 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing, ICSPCC 2013*. doi: 10.1109/ICSPCC.2013.6664139.

Sun, X. and Wang, R. 2015 'Fast Smoke Detection for video surveillance Using CUDA', 14(2), pp. 725–733. doi: 10.1109/BigMM.2015.86.

Tagliavini, G., Cesarini, D. and Marongiu, A. 2018 'Unleashing Fine-Grained Parallelism on Embedded Many-Core Accelerators with Lightweight OpenMP Tasking', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 9219(X), pp. 1–1. doi: 10.1109/TPDS.2018.2814602.

Tan, K. *et al.* 2015 'GPU Parallel Implementation of Support Vector Machines for Hyperspectral Image Classification', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(10), pp. 4647–4656. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2453411.

Topa, T. 2017 'Load-Balanced Fortran-Based Out-of-GPU Memory Implementation of the Method of Moments', *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 16, pp. 813–816. doi: 10.1109/LAWP.2016.2605042.

Torti, E. *et al.* 2014 'Real-Time Identification of Hyperspectral Subspaces', 7(6), pp. 2680–2687.

Torti, E., Danese, G. and Leporati, F. 2015 'A Hybrid CPU – GPU Real-Time Hyperspectral', 9(2), pp. 1–7.

Tung, C. T. 2009 'Computing 2D Delaunay Triangulation using GPU', *Comp.Nus.Edu.Sg*, 19(5), pp. 736–748. Available at: [http://www.comp.nus.edu.sg/~tants/delaunay2DDownload\\_files/cao\\_hyp\\_2009.pdf](http://www.comp.nus.edu.sg/~tants/delaunay2DDownload_files/cao_hyp_2009.pdf).

Vogel, T. 2013 'All the way to CUDA', *Computing in Science and Engineering*, 15(5), pp. 6–8. doi: 10.1109/MCSE.2013.101.

Vokorokos, L. *et al.* 2014 'Increasing efficiency of the sequential algorithms programs execution using CUDA', *SAMI 2014 - IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, Proceedings*, pp. 281–284. doi: 10.1109/SAMI.2014.6822422.

Wang, X. Y., Li, M. and Abubakar, A. 2015 'Acceleration of multiplicative regularized contrast source

inversion algorithm using paralleled computing device', *Microwave Conference (APMC), 2015 Asia-Pacific*, 3(2), pp. 1–3.

Weinlich, A. *et al.* 2013 'Volumetric deformation compensation in CUDA for coding of dynamic cardiac images', in *2013 Picture Coding Symposium (PCS)*. IEEE, pp. 189–192. doi: 10.1109/PCS.2013.6737715.

Won, J. H. *et al.* 2013 'Uncluttered single-image visualization of vascular structures using GPU and integer programming', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(1), pp. 81–93. doi: 10.1109/TVCG.2012.25.

Wu, X. *et al.* 2016 'GPU-Based Parallel Design of the Hyperspectral Signal Subspace Identification by Minimum Error (HySime)', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(9), pp. 4400–4406. doi: 10.1109/JSTARS.2016.2574876.

Wu, Z. *et al.* 2014 'Sparse non-negative matrix factorization on GPUs for hyperspectral unmixing', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(8), pp. 3640–3649. doi: 10.1109/JSTARS.2014.2315045.

Wu, Z., Wang, Q., Plaza, A., Li, J., *et al.* 2015 'Parallel Implementation of Sparse Representation Classifiers for Hyperspectral Imagery on GPUs', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(6), pp. 2912–2925. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2413831.

Wu, Z., Wang, Q., Plaza, A. and Li, J. 2015 'Parallel Spatial – Spectral Hyperspectral Image Classification With Sparse Representation and Markov Random Fields on GPUs', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(6), pp. 2926–2938. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2413931.

Xanthis, C. G. *et al.* 2014 'MRISIMUL: A GPU-based parallel approach to MRI simulations', *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 33(3), pp. 607–617. doi: 10.1109/TMI.2013.2292119.

Xu, F., Dinavahi, V. and Xu, X. 2016 'Parallel Computation of Wrench Model for Commutated Magnetically Levitated Planar Actuator', *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 63(12), pp. 7621–7631. doi: 10.1109/TIE.2016.2592866.

Yazdanpanah, A. P. *et al.* 2014 'A CUDA based implementation of locally-and feature-adaptive diffusion based image denoising algorithm', *ITNG 2014 - Proceedings of the 11th International Conference on Information Technology: New Generations*, pp. 388–393. doi: 10.1109/ITNG.2014.113.

Yu, D. *et al.* 2015 'Fast Rotation-Free Feature Based Image Registration Using Improved N-SIFT and GMM Based Parallel Optimization', *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 9294(c), pp. 1–1. doi: 10.1109/TBME.2015.2465855.

Zhang, Z. *et al.* 2013 'GPU-Accelerated Real-Time Tracking of Full-Body Motion With Multi-Layer

Search', *IEEE Transactions on Multimedia*, 15(1), pp. 106–119. doi: 10.1109/TMM.2012.2225040.

Zhao, M. *et al.* 2015 'Real-time and temporal-coherent foreground extraction with commodity RGBD camera', *IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing*, 9(3), pp. 449–461. doi: 10.1109/JSTSP.2014.2382476.

Zhao, Z., Zhang, X. and Fang, Y. 2015 'Stacked multilayer self-organizing map for background modeling', *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(9), pp. 2841–2850. doi: 10.1109/TIP.2015.2427519.

Zhou, X., Li, X. and Hu, W. 2016 'Learning A Superpixel-Driven Speed Function for Level Set Tracking', *IEEE Transactions on Cybernetics*, 46(7), pp. 1498–1510. doi: 10.1109/TCYB.2015.2451100.

Zhu, Z. *et al.* 2013 'Research on CUDA-based image parallel dense matching', *Proceedings - 2013 Chinese Automation Congress, CAC 2013*, pp. 482–486. doi: 10.1109/CAC.2013.6775782.

Zwan, M. Van Der, Codreanu, V. and Telea, A. 2016 'CUBu : Universal real-time bundling for large', 22(12), pp. 1–14.



---

## Implementación de Algoritmos de Procesamiento Digital de Señales en Hardware Paralelo: Artículo de revisión

---

Gabriel Bravo Martínez

Jesús Martín Silva Aceves

Soledad Vianey Torres Argüelles

Francisco Javier Enríquez Aguilera

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

---

### RESUMEN

Sobre el procesamiento digital de señales con sistemas de computadoras con capacidades genéricas, en su mayoría de un solo procesador multinúcleo

**Palabras clave:** Procesamiento digital de señales, Algoritmos, Hardware paralelo

---

### Introducción

La enseñanza del procesamiento digital de señales (PDS) hasta la fecha se ha realizado con sistemas de computadoras con capacidades genéricas, es decir, computadoras en su mayoría de un solo procesador (Kehl *et al.*, 2017), el cual es generalmente multinúcleo (Ramalakshmi and Kompala, 2017). El tipo de procesador define la forma en que el algoritmo del PDS sea programado; si el procesador es multinúcleo, el algoritmo se puede implementar en el número de procesos definido por la cantidad de núcleos físicos del procesador, los que llegan a ser incluso dieciocho núcleos en computadoras de escritorio (Intel, 2017), esto se obtiene haciendo

uso de interfaces de programación de aplicaciones (API por sus siglas en inglés), como lo es OpenMP (Dagum and Menon, 1998), que aprovecha los sistemas conocidos como de memoria compartida. Los algoritmos utilizados en el área de PDS son en su mayoría altamente realizables en paralelo. Para aplicar la característica de paralelismo de los algoritmos en sistemas de cómputo genérico, la enseñanza se ha apoyado en diferentes técnicas de programación en paralelo, como la predicción de saltos (*branch prediction*) (Kalla *et al.*, 2017), recuperación previa (*prefetching*) (Xu *et al.*,

2018), y segmentación (*pipeline*) (Arndt, Linde and Blume, 2015).

Referente a los procesadores multinúcleo, el avance tecnológico ha llevado al incremento en número de núcleos, así como de la generación de unidades de procesamiento gráfico (GPU por sus siglas en inglés) que incluyen una gran cantidad de núcleos CUDA (siglas del inglés de Arquitectura Unificada de Dispositivos de Cómputo) (Yu *et al.*, 2015), haciendo en la implementación en paralelo por hardware especializado la opción más rápida y de mejor desempeño comparada con la implementación en paralelo en hardware convencional. Dentro de los trabajos realizados de implementación de algoritmos de PDS en paralelo por hardware tenemos combinaciones de clúster de CPU, CPU/GPU, GPU (Arndt, Linde and Blume, 2015) y sistemas embebidos, que incluyen CPU, FPGA (matriz de puertas programables) y coprocesadores multinúcleo integrados en una sola tarjeta. Mustafa *et al.* (Mustafa, Shahana and Ahmed, 2015) realizaron la paralelización del algoritmo Doolittle utilizando la herramienta de implementación en paralelo para computadoras con procesadores multinúcleo llamada OpenMP, consiguiendo una aceleración en el desempeño del algoritmo al 50% con matrices del orden de 6000 elementos; el procesador utilizado fue un Intel i5. Por su

parte Kena Xu *et al.* (Xu *et al.*, 2016) proponen un algoritmo de planificación de tareas para sistemas multinúcleo con el que se pretende conseguir que las tareas que se asignan a los núcleos del sistema tengan la misma duración, con el fin de optimizar el hardware; dicho estudio reporta que la implementación del algoritmo en un procesador, de cuatro núcleos, mostró una aceleración del proceso y una mayor eficiencia comparado con los algoritmos citados en su trabajo. En cuanto al uso de CUDA, Jiansen li *et al.* (J. Li *et al.*, 2015) presentan una combinación de CPU-CUDA y la plataforma CUDA con dos versiones diferentes de optimización de paralelización para la aceleración del algoritmo de reconstrucción de imagen por resonancia magnética, sus resultados muestran la ventaja de la implementación del algoritmo en la tecnología CUDA comparada con la realizada en CPU. El desarrollo de plataformas embebidas también ha tomado auge con el lanzamiento de la plataforma Parallella, la cual es una computadora de placa única que integra un procesador multinúcleo y un FPGA, con la que Sethakarn Prongnuch *et al.* (Prongnuch and Wiangtong, 2016) realizaron el procesamiento de datos utilizando diferentes combinaciones de los elementos embebidos con el fin de evaluar el desempeño de la misma.

### **Adaptación de la implementación de algoritmos de PDS en la evolución del HW**

Los procesadores son el cerebro del hardware, son quienes se encargan de llevar a cabo las operaciones básicas de cómputo para lograr que el algoritmo que les ocupa se ejecute. La ejecución del procesador está caracterizada por las métricas de desempeño (Mastelic, Brandic and Jaarevic, 2015)(Rinku, 2017) como la velocidad del procesador (Kumashiro *et al.*, 2017), potencia disipada, número de ciclos por instrucción y número de hilos (procesos ejecutados simultáneamente en un solo núcleo o en varios núcleos) que puede realizar el procesador (Hellestrand, 1996). La implementación de algoritmos de PDS en esta arquitectura es reportada en la literatura logrando tiempos de ejecución diez veces más rápidas comparadas con la implementación del

algoritmo tradicional (Ramalakshmi and Kompala, 2017). El factor que ha tomado relevancia actualmente es la potencia disipada de los procesadores, que al tener más núcleos se incrementa; existen diversas técnicas para bajar la potencia disipada y mejorar la eficiencia energética; dos técnicas son el escalamiento dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS por sus siglas en inglés) y potencia canalizada (PG por sus siglas en inglés) (Chen *et al.*, 2017)(Kanduri, ... and 2017, 2017). Con el fin de descargar de trabajo al procesador y aumentar la potencia de ejecución de algoritmos se introdujo el uso de las unidades de procesamiento gráfico, con altas velocidades de procesamiento y gran cantidad de núcleos (480 en GeForce GTX 295). Se ha reportado en la literatura una aceleración en la

ejecución de algoritmos implementados en los GPUs de hasta 1024 veces (sobre matrices de 100x100) (Bozejko, Dobrucki and Walczynski, 2010). Las GPU son tarjetas que consumen alta potencia y son de gran tamaño, lo que las hacen poco atractivas para ciertas áreas, por ejemplo, cuando se desea tener movilidad en los dispositivos de procesamiento (Kurth *et al.*, 2016), o cuando la disminución de la potencia disipada es primordial (Gao, Huang, Z. Wang, *et al.*, 2017). El surgimiento de las computadoras de placa única (SBC por sus siglas en inglés) ha dado lugar a placas con sistemas embebidos que incluyen procesadores multinúcleo, FPGAs (matriz de puertas programables) y coprocesadores multinúcleo con la característica de baja potencia y alta movilidad (Nakata and Ito, 2017)(Mendat *et al.*, 2016)(Prongnuch and Wiangtong, 2016).

El estado del arte referente al cómputo paralelo contiene información limitada con enfoques particulares, por ejemplo, Lajiao Chen *et al.* (L. Chen *et al.*, 2015) realizaron un artículo de revisión acerca del procesamiento paralelo en el área de imágenes de mosaicos (*image mosaicking*), donde exponen las técnicas

de procesamiento paralelo más recientes utilizadas en el acoplamiento de las imágenes, recalcando su importancia en la gran cantidad de información que se requiere procesar. Por otra parte, la medición experimental óptica y mecánica requiere de procesar grandes cantidades de datos y a alta velocidad, con el propósito de obtener una respuesta en tiempo real. Qian Kemao *et al.* (Wang and Kemao, 2017)(Wang and Kemao, 2018) cubren en su revisión de literatura varias plataformas y técnicas utilizadas en el cómputo paralelo que se emplean en medición experimental, entre las que destacan el uso de CPUs, GPUs, FPGAs. En esta revisión se expondrán los trabajos más significativos en el área del procesamiento digital de señales implementados en procesadores multinúcleo, con las diferentes técnicas de programación, se cubrirá la implementación en GPUs y sistemas heterogéneos de GPU-CPU-FPGA y finalmente se mostrara los trabajos más recientes en la computadora de placa única Parallella, computadora que unifica tres diferentes tecnologías a baja potencia (Olofsson, Nordström and UI-Abdin, 2015).

### **La implementación de algoritmos en paralelo en procesadores multinúcleo**

La principal tarea en la implementación de algoritmos en paralelo en hardware es la de acelerar las ejecuciones en comparación con las implementaciones que utilizan técnicas de software. En (Atweh *et al.*, 2018) se presenta una implementación en paralelo del algoritmo de detección de bordes Sobel, realizado en un procesador de 4 núcleos Intel Core i5. La implementación se realizó con diferentes particiones de los datos con el fin de mejorar el desempeño en los diferentes núcleos, logrando una aceleración de un 1.7 que era reportado en las referencias a un 2.49. Entre los factores que afectan el desempeño de las implementaciones en paralelo se encuentra la planificación, por lo que una buena estrategia de planificación es clave en la reducción de tiempo de ejecución en los procesadores multinúcleo, y en consecuencia la reducción de consumo en energía. La partición de datos se puede realizar en forma automática, pero generalmente no es eficiente.

En (Jing *et al.*, 2018) proponen un método de partición automática para sistemas multinúcleo, la integración del método en algoritmos como lo es Función y declaración genera una partición de toda la aplicación en muchas sub tareas con la tarea de maximizar el paralelismo en tiempo y espacio, así como disminuir la comunicación entre las tareas. Los resultados experimentales muestran una aceleración del proceso que va de 1.99 con dos núcleos, hasta 5.79 con ocho núcleos. El algoritmo de programación de prioridad y falta de cache en CPU y el algoritmo de programación de prioridad en cambio de contexto en CPU originalmente ofrecen la ventaja de reducción de consumo de energía cerca del 20%. Con el uso de procesos dinámicos de prioridad como el criterio de programación, (Datta and Patel, 2014) lograron un ahorro de energía de ejecución entre un 24.15 a un 52%. En (Hwang and Pedram, 2016) realizaron un estudio comparativo entre dos

algoritmos que reducen el gasto de energía consumido en un servidor virtual multinúcleo. Los algoritmos analizados son el llamado Voltaje dinámico y escalado de frecuencia y el algoritmo Consolidación de CPU. Adicionalmente se presentó un nuevo algoritmo, variante del Consolidación de CPU. La comparación dio hasta un 13% de mejora en la variante del algoritmo introducida en comparación con el algoritmo original. La optimización intra-nodo e inter-nodo forman parte de la optimización de desempeño en velocidad y consumo de energía del procesador. Estas dos propiedades mantienen una relación compleja y por lo tanto es una variable importante que considerar. La realización del algoritmo para la Optimización del problema bi-objetivo para el desempeño y la energía (BOPE) dada por (Manumachu and Lastovetsky, 2018) es una solución para aplicaciones de datos en paralelo en clústeres homogéneos de procesadores multinúcleo. Este algoritmo, que es llamado ALEPH, tiene como entradas funciones discretas de desempeño y consumo de energía dinámico y da como salida el conjunto global pareto-óptimo de las soluciones. Se reporta el desempeño de la optimización en una reducción de la energía de consumo dinámica. Con el uso de la librería OpenBlast, el promedio y el máximo porcentaje de reducción de la energía fue de 12 y 68 por ciento. Una propuesta de métodos y algoritmos para la minimización de tiempo de ejecución y energía para los modernos clústeres multinúcleo son propuestos en (Lastovetsky and Reddy Manumachu, 2017), que formulan el problema de desempeño y la optimización de energía con algoritmos de complejidad  $O(p^2)$  donde  $p$  es el número de procesadores. Uno de los algoritmos presentados es EOPTA, que es un algoritmo similar al POPTA (Pasado antes de llegar), fue analizado por medio de dos aplicaciones de datos paralelos, OpenBLAS y FFTW en un servidor Intel Haswell. Los porcentajes de mejoramiento promedio estuvieron en el 1%, 17% y 97%. En la minería de datos, el algoritmo Patrón secuencial frecuente cercano es una parte importante en la secuencia de minería. Una paralelización eficiente de este algoritmo se presenta en (Huynh, Vo and Snasel, 2017), con una significativa reducción en el tiempo de

ejecución. En (Ichnowski and Alterovitz, 2014) se presentaron dos algoritmos, El explorador paralelo rápido de árbol (PRRT por sus siglas en inglés) y el RRT\* paralelo. Estos dos algoritmos son utilizados en los planeadores de movimiento basados en muestreo y las adaptaciones en paralelo son factibles y óptimas para los procesadores multinúcleo. La implementación generó una tasa mayor y mejor calidad en la solución con el incremento de núcleos utilizados. La identificación de parámetros físicos es crucial para los diseños de control, monitoreo y diagnósticos de fallas en la industria, en (Immune, Learning and Optimization, 2016) se propone un algoritmo de optimización inteligente, bio-inspirado basado en arquitectura paralela. El algoritmo está optimizado para ejecutarse en unidades de procesamiento central multinúcleo. El tiempo promedio de ejecución del algoritmo en un CPU de un solo núcleo es de 125, mientras que, en dos, tres y cuatro núcleos se lograron tiempos de 87, 78 y 61 segundos respectivamente. La técnica de Representación jerárquica de comprensión de volumen es requerida en diferentes aplicaciones que requieren acceso aleatorio de datos en modelos masivos. Un modelo novedoso es presentado en (Kim *et al.*, 2010), el cual cuenta con soporte paralelo que se puede utilizar en procesadores multinúcleo. La implementación en una CPU de cuatro núcleos alcanzó una aceleración de 2x con respecto a la versión de un solo núcleo. Para corregir errores de transmisión en sistemas de comunicaciones digitales se utilizan los códigos de baja densidad revisores de paridad (LDPC). Una implementación en multinúcleo se realiza en (Le Gal and Jago, 2016), donde la comparación de los resultados al implementar el algoritmo en un simple núcleo de un procesador INTEL i7 alcanzó 170 Mbps, lo que queda rebasado por la implementación en cuatro núcleos del mismo procesador con un resultado de 560 Mbps. La cuantificación del uso del CPU en las diferentes tareas que se realizan es importante cuando se parametriza una ejecución. Si el procesador que se utiliza es de un solo núcleo, la tarea es sencilla, pero cuando se utilizan procesadores multinúcleo, la cuantificación tiene varios factores a considerar, como lo es la cantidad de recursos asignados a la tarea. Un nuevo

mecanismo de cuantificación es presentado en (Luque *et al.*, 2012), en la que se mejora la precisión cuando se mide la utilización de los núcleos en el CPU. Los resultados indican que los mecanismos establecidos llegan a tener 16% de error en promedio, cuando la propuesta llega a tener un error menor del 2.8% en un sistema de procesador con ocho núcleos. El comprobador de notificación de eventos contra las suscripciones recibidas es parte fundamental de toda infraestructura de publicación y suscripción. Los algoritmos de comprobación propuestos difieren entre si en gran parte, excepto en que están diseñados para ejecutarse en hardware convencional. En (Margara and Cugola, 2014) se propone un algoritmo denominado comparación paralela de contenido, algoritmo diseñado para hardware paralelo, el que se implementó en CPU multinúcleo y en

GPGPU. Los resultados de los algoritmos fueron: SFF tarda 1.353 ms y BETree 0.326 ms, mientras que los algoritmos propuestos solo tardan 0.0205 para la implementación en CPU multinúcleo y 0.0091 ms en GPGPU, dando una aceleración de 66x y 148.7x respectivamente. Una opción novedosa para a programación de los núcleos de los CPU es utilizar Java 8, cuya nueva funcionalidad esta presentada en (Masegosa, Martinez and Borchani, 2016). Está versión de java (JDK 8.0) pretende proveer de una API para realizar la codificación de manera simple y en perfecto paralelismo para el público en general. Este artículo menciona varias implementaciones en las que se utilizan las diversas características e Java 8.0 en la programación de CPU multinúcleo, abriendo el camino para la gran parte de los programadores noveles.

### **El procesamiento en procesadores especializados (DSP)**

El procesamiento digital de señales ha sido una tarea que se distingue por su alto requerimiento de procesamiento de datos, lo que lo hace un área de interés en el diseño de hardware especializado. Para escribir algoritmos de decodificación de audio AVS-P3 en el chip del procesador de señal digital (DSP) que admite algoritmos de punto fijo, los algoritmos de punto flotante de decodificación de audio AVS-P3 deben convertirse a algoritmos de punto fijo. Debido a la alta complejidad de las ventanas del módulo IMDCT (Transformada Coseno Discreta Modificada Inversa) en el algoritmo del decodificador AVS-P3, en (Li *et al.*, 2013) proponen un algoritmo de ventana mejorado en este documento. Los resultados de la prueba muestran que la complejidad de tiempo del módulo optimizado se reduce en un 17,04% y la complejidad del espacio del módulo optimizado se reduce en un 32,9%. En (Li and Huang, 2017) se implementa un método de comunicación de datos de alta velocidad entre DSP y FPGA para cumplir con los requisitos en tiempo real de la transmisión de datos y el procesamiento de algoritmos en un sistema de radio definido por software. El sistema usa AD9361 para adquisición de datos, FPGA de alto rendimiento para procesamiento previo de datos, procesador

DSP de baja potencia para lograr algoritmos complejos y parámetros de extracción, procesamiento combinado de datos de alta velocidad de DSP con respuesta FPGA en tiempo real para cumplir con el rendimiento óptimo del sistema. Los resultados experimentales demuestran que el esquema tiene alta viabilidad y estabilidad. Hoy en día, los accionamientos con motor síncrono de imanes permanentes (PMSM) se usan ampliamente en muchas aplicaciones industriales. Dado que la mayoría de los sistemas de accionamiento PMSM con técnicas de control vectorial en lazo cerrado se controlan con controladores proporcionales más integrales (PI), existen demandas crecientes para obtener parámetros óptimos de ganancia PI para lograr un alto rendimiento. Para eliminar las desventajas de las técnicas tradicionales de optimización PI, en (Qiwei Cao and Liuchen Chang, 2016) se propone una novedosa metodología de optimización de controlador PI basada en el algoritmo genético multi-objetivo NSGA-II (algoritmo genético de clasificación no dominado II) para mejorar el rendimiento del sistema de accionamiento PMSM en varias las condiciones de trabajo. El algoritmo NSGA-II se adapta con éxito para encontrar ganancias

óptimas de PI para el sistema de accionamiento PMSM. El proceso de diseño del controlador PI se simplifica y la intervención del diseñador se reduce en gran medida. Tanto la simulación como los resultados experimentales han confirmado la efectividad de la metodología de optimización genética propuesta. Además, con solo cambiar los modelos de motor, el programa de optimización del controlador PI se puede aplicar fácilmente a cualquier otra unidad de motor para lograr el rendimiento deseado. En (Caffarena *et al.*, 2010) se presenta un estimador de ruido de cuantificación de punto fijo que apunta a algoritmos de procesamiento de señal digital (DSP). El estimador permite una reducción significativa en el tiempo de cálculo requerido para realizar optimizaciones de longitud de palabras complejas a la vez que proporciona una alta precisión. El algoritmo *Affine Arithmetic* (AA) se utiliza para proporcionar una estimación de relación de señal a ruido de cuantificación (SQNR) para algoritmos diferenciables no lineales con y sin retroalimentación. El estimador se prueba usando un subconjunto de algoritmos no lineales, tales como operaciones vectoriales, filtro IIR de computación de potencia, filtros adaptativos y ecualizadores de canal. El tiempo de cálculo de la optimización de longitud de palabras se incrementa en tres órdenes de magnitud, mientras que el error de estimación promedio se reduce al 6% para la mayoría de los casos. En (Ng, Tay and Mok, 2009) se presentan los algoritmos de verificación del iris que utilizan la característica de textura y su implementación y optimización en el procesador de señal digital (DSP). El método evalúa las imágenes del iris tomadas de la base de datos de imágenes del iris CASIA versión 1.0. La optimización se realiza mediante el ajuste del código fuente, la optimización de bucles y la optimización del código condicional. Los resultados experimentales demuestran que el sistema de verificación de iris es capaz de completar la verificación en menos de un segundo. El sistema de verificación de iris basado en DSP proporciona una solución de autenticación rápida y baja potencia dentro de un dispositivo compacto. (Ling-bin *et al.*, 2010) introdujo el principio y el proceso del algoritmo de detección de rostros humanos, así como su

implementación y optimización utilizando DSP. Aplicó el algoritmo AdaBoost para detectar el rostro humano. Antes de la detección, se usaron algunos métodos para optimizar los datos de imagen originales, como la escala de la imagen, el filtro de la mediana, la ecualización del histograma y la detección de bordes. Después de la detección, juzgó y modificó los resultados para mejorar aún más la precisión de la detección. Luego usó muchos métodos de optimización para cumplir con el requisito en tiempo real. Los resultados experimentales muestran que este sistema DSP puede cumplir los requisitos en tiempo real incluso si detecta caras en imágenes de alta resolución de 720x576, al mismo tiempo tiene una alta precisión y una baja tasa de errores en un entorno complejo. Una tarea frecuente en el procesamiento digital de señales es ajustar la frecuencia de muestreo de acuerdo con la señal de interés. Los sistemas con diferentes tasas de muestreo se conocen como sistemas multi-tasa. En (Gawande, Metkar and Khanchandani, 2016) se presentan diferentes estructuras de filtros multi-tasa utilizando varias técnicas de optimización que resultan en alta velocidad, alto rendimiento y alta tasa de computación. La mejor estructura de filtro de diezmo entre las estructuras comparadas es *Transpps Pipeline*, que proporciona una mejora en la velocidad de casi 100 MHz para las especificaciones de filtro seleccionadas. Se concluye en el artículo que la velocidad, el rendimiento y la velocidad de cálculo se alcanzan de manera óptima mediante la estructura del filtro de decimación de *Transpps Pipeline*. En (Luo and Chen, 2014) se presenta un método para mejorar el algoritmo clave SIFT en el sistema DSP multinúcleo. El sistema de hardware tiene 8 núcleos y abundantes recursos, y se adapta al cálculo de la cantidad de algoritmo SIFT de big data. El algoritmo SIFT y los datos se dividen en muchos bloques de ejecución al mismo tiempo en multinúcleo y de esta manera son las características de optimización más importantes en este documento. Los resultados experimentales muestran que la velocidad del algoritmo de la tecla SIFT mejoró. En un escenario reciente, aumenta la complejidad del diseño, lo que motiva al diseñador del sistema a innovar continuamente. Al diseñar un sistema

complejo con acoplamiento ajustado, el diseño de varios bloques se convierte en una opción. La arquitectura reconfigurable de grano grueso (CGRA), de clase fuertemente emergente, actualmente está recibiendo la atención debida con un excelente rendimiento y flexibilidad en la fabricación. En (Khorgade and Dakhole, 2016) se presenta el diseño de un tejido reconfigurable con varias combinaciones de elementos de procesamiento. Es probable que la comprensión de las arquitecturas SoC evolucione con el tiempo. El diseño se aplicará a otras aplicaciones, como las comunicaciones, la decodificación de imágenes criptográficas y video, que también brindan reconfiguración y escalabilidad. En (Wang, Xie and Pan, 2013) Muestran que un espectro de coseno raíz elevado con un factor de caída de 0.1 es óptimo para

señales Nyquist 16QAM considerando la compensación entre el rendimiento del sistema y las complejidades, y un filtro FIR digital con 37 derivaciones es suficiente para generar tales señales. Con un filtro eléctrico super gaussiano de cuarto orden espectral, los DAC con 1,2 muestras / velocidad de muestreo de símbolos pueden generar señales 16QAM Nyquist-WDM con un espaciado de canal de 1,05 símbolos, con una penalización OSNR por debajo de 0,2 dB en comparación con 2 muestras/símbolo. En (Li, Zhu and Tian, 2010) se logró y mejoró un algoritmo de reconocimiento rápido de malezas en el DSP de DM6437 con núcleo C64 + en este documento. El algoritmo es capaz de identificar malezas entre las filas de cultivo con información de las ubicaciones y áreas.

### Las GPGPU como soporte de programación en hardware paralelo

La Eliminación de Contenedores es un marco que abarca varios algoritmos, incluyendo el algoritmo de la Propagación Confiada. En (Bistaffa, Bombieri and Farinelli, 2017) se presenta una aproximación para acelerar la Eliminación de contenedores en GPUs. El reporte indica que la aceleración conseguida utilizando GPU vs CPU fue de 39x, una aceleración que es 466% mayor que la contraparte. En (G. Chen *et al.*, 2015) exponen un nuevo marco de software para automatizar la localización de datos en un GPU. el software denominado Purple proporciona la capacidad de especificar el tipo de memoria requerido en los datos para proporcionar su ubicación, un compilador tipo C que permite programar las porciones de código relevantes y un mecanismo en línea para ubicar en tiempo de ejecución s datos en la memoria adecuada a sus características. Implementado en tres diferentes tarjetas de Nvidia, Tesla K20, Tesla M2075 y Tesla C1060, el desempeño del marco de software fue incluso en ocasiones mayor al dado por el mejor posicionamiento obtenido por medición exhaustiva. La implementación del algoritmo de la aproximación geométrica discreta en el dominio del tiempo es una solución numérica para resolver las ecuaciones de Maxwell en redes no estructuradas. La

implementación del algoritmo en GPGPU es presentado en (Cicutin *et al.*, 2018) debido a su alta implementación en paralelo. La aceleración obtenida llego 16.58x comparado con la implementación en CPU. El análisis de la distribución de potencia en redes paralelas en integrado es realizado en una plataforma de varios GPU con varios núcleos en (Feng, Zeng and Li, 2011). La red es fragmentada y desarrollada por diferentes GPUs que, al trabajar una pequeña porción de la red, el cálculo en pasos fluidos. El análisis se realizó con diferentes cantidades de nodos en las redes, entre las que tenemos dos, una de cuatro mil y otra de ocho mil nodos. El resultado de la aceleración fue de 140x utilizando cuatro GPUs en comparación con un procesador de ocho núcleos. En el área de la navegación satelital, la implementación del rastreo de los rayos emitidos por el Sistema Global de Navegación por Satélite es calculado para determinar los caminos de las señales a través de la atmosfera. El cálculo de los rayos es una tarea que requiere una gran cantidad de cálculos, por lo que en (Gegout *et al.*, 2014) se propone la implementación en GPS utilizando CUDA. La aceleración reportada en comparación con la implementación en CPU es de 75x, cuando se aplican 130 000 rayos. La transposición de

matrices es una tarea común en los datos de las señales a ser procesados digitalmente, por lo que su implementación en un dispositivo que disminuya su tiempo de ejecución es conveniente. En (Gomez-Luna *et al.*, 2016) muestran los resultados de implementar la transposición de matrices en línea, utilizando una GPU. Los resultados dependen del tamaño de la matriz, para matrices pequeñas la aceleración es buena, pero para matrices grandes, la aceleración es de incluso 20x comparado con la implementación en un procesador AM Hawaii. Regularmente, la optimización de los algoritmos es buena para matrices grandes de datos, pero cuando las matrices son pequeñas, los algoritmos optimizados tienen una respuesta pobre. En (Haidar *et al.*, 2017) se ofrece una guía en la que se proporciona una serie de recomendaciones de cómo organizar los núcleos para el cálculo de matrices pequeñas, como por ejemplo, si se trabaja con matrices de 16x16, la recomendación es un entrelazado donde la esquina final de la primer matriz se encuentra con la primer esquina de la segunda matriz, esto dará columnas de 32 elementos, lo que es una alineación de 128-byte, lo que es un almacenamiento eficiente para la implementación en GPU. Las propuestas de implementación para mapear eficazmente los rayos físicos ópticos de disparo y rebote (SBR-PO) son varias, pretendiendo acelerar el proceso de solución de problemas de dispersión. En (Kee and Wang, 2013) se discute la implementación del SBR-PO en la arquitectura de computo de dispositivos unificada y OptiX de Nvidia para reducir el tiempo de cálculo para el modelado de dispersión mono estático a partir de objetos eléctricamente grandes y de forma arbitraria. La comparación contra los resultados de la literatura y los resultados de propuestas comerciales se obtiene un resultado sobresaliente al llegar a una utilización del 99% del GPU. La búsqueda de datos en arboles es un algoritmo frecuente en los juegos de computadora, por lo que su aceleración es muy conveniente comercialmente. En (L. Li *et al.*, 2015) se realizó la implementación del algoritmo de búsqueda en dos juegos, El ajedrez y Conecta6. La aceleración conseguida en el ajedrez fue de 89.95x, mientras que en el

Conecta6 alcanzo 11.43x. El mapeo isométrico para la clasificación espectral es utilizado ampliamente en el análisis hiperespectral de imágenes para visualización y reducción de dimensiones. La implementación paralela del algoritmo para GPU es propuesta en (Li *et al.*, 2017) y los resultados de la clasificación son utilizados para verificar los resultados de los vectores embebidos. Los resultados sugieren que la rápida solución propuesta para el problema de eigen-descomposición corrió hasta 317 veces más rápido que en el método convencional en CPU. La presentación de una nueva versión del algoritmo de disparo-Newton implementado en paralelo con aceleración basado en GPU se da en (Liu, Yu and Tan, 2015). La implementación es desarrollada en la tarjeta Nvidia Kepler K40 que cuenta con 2880 núcleos. Los resultados arrojan que la aceleración conseguida fue de 8x comparado con la versión secuencial en CPU. La transferencia de la radiación electromagnética a través de una atmosfera planetaria se calcula utilizando un modelo de transferencia radioactiva atmosférica (RTM). Las aplicaciones del código de transferencia radiante de banda ancha para aplicaciones de modelo de circulación general se basan en el código de referencia de una sola columna (RRTM). El modelo de banda corta es implementado en paralelo en un GPU y es reportado en (Mielikainen *et al.*, 2016). El algoritmo es alojado en una tarjeta Nvidia Tesla K40 y se reporta una aceleración de 202x comparado con la contra parte de un solo hilo Fortran en un Intel Xenon E5-2603. El diseño y análisis de arquitecturas de hardware escalables para el entrenamiento de los parámetros de aprendizaje se utilizan para clasificar grandes conjuntos de datos. El diseño de una arquitectura de hardware escalable del algoritmo K-means es realizado en FPGA y en GPU (Mohammadi *et al.*, 2018). Estas arquitecturas en paralelo con tuberías escalonadas son capaces de implementar conjuntos de datos sin restricciones en sus dimensiones. Las implementaciones de hardware son típicamente rápidas comparadas con cualquier implementación en software. En particular, la implementación en FPGA, un Xiling Virtex-7, utilizando coma flotante de 28 bit obtuvo una aceleración de un 15.94x, mientras que la implementación en la GPU fue



entre 1.33x y 14.6x comparado con CPU. El problema de las  $N$  reinas es un pasatiempo en el que se debe de colocar las  $N$  reinas sin amenazarse. El algoritmo para resolver este problema es el Sistema de simulación de membrana. Una mejora del algoritmo del sistema de simulación de membrana en GPU es presentado en (Muniyandi and Maroosi, 2015). La aceleración con memoria global con  $N = 10$  fue de 10.6 veces y utilizando memoria compartida y memoria entejada fue de 33 veces. La simulación de problemas electromagnéticos y térmicos acoplados con alta resolución requiere esquemas numéricos eficientes, el uso de lenguajes de alto rendimiento son una ayuda en la ejecución paralela de tales algoritmos de simulación, como en (Richter, Schops and Clemens, 2014) utilizan una GPU para acelerar los cálculos. El tiempo de computación para la solución por fase tiene una dependencia directa con la cantidad de núcleos implementados. Cuando se ejecuta el algoritmo en una GPU, el factor de aceleración es de 5.2 comparado con el mismo código ejecutado en un CPU. La rotoscopia es una técnica de post-procesamiento muy antigua, compleja y que consume tiempo, utilizada por un animador para producir manualmente máscaras de segmentación para una secuencia de video. Específicamente, es el acto de trazar o delinear objetos que aparecen en los marcos. Una manera ventajosa de implementar la rotoscopia se presenta en (Rzeszutek *et al.*, 2010). Para resolver el sistema lineal se utilizó el método del gradiente conjugado (CGM). Debido a que el CGM se compone de operaciones vectoriales fácilmente paralelizadas, aún puede beneficiarse de una implementación de GPU. Lo que una implementación paralela hará es acelerar las operaciones individuales y no la propia CGM. Un procesador serie y un procesador multinúcleo aún tomarán el mismo número de iteraciones para completarse. Sin embargo, la versión paralela completará esas iteraciones más rápido ya que las operaciones individuales se están ejecutando mucho más rápidamente en la GPU. Uno de los principales problemas del análisis de datos hiperspectrales es la presencia de píxeles mixtos debido a la baja resolución espacial de dichas imágenes. El filtrado espectral lineal tiene como objetivo la obtención de firmas

espectrales puras y sus fracciones en cada píxel de la escena. Los enormes volúmenes de datos adquiridos por los sensores hiperspectrales imponen requisitos estrictos sobre los métodos de procesamiento y desmezcla. En (Sevilla, Martín and Nascimento, 2016) se muestra una implementación eficiente del método llamado identificación simplex con separación Lagrangian aumentado, el cual es altamente paralelo, lo que explotara las características de la GPU. Los resultados indican para los conjuntos de datos hiperspectrales reales y simulados una aceleración de hasta 49 veces, lo que demuestra que la implementación de la GPU acelera significativamente la ejecución del método sobre grandes conjuntos de datos. En (Su *et al.*, 2016) se muestra la implementación eficiente de GPU del análisis de punteros basado en la inclusión de todo el programa de Andersen, un análisis fundamental en el que se basan muchos otros, incluyendo la optimización de compiladores, detección de errores y análisis de seguridad. El algoritmo de Andersen realiza modificaciones extensas al gráfico que representa las instrucciones de manipulación del puntero en un programa. Para paralelizar el análisis de Andersen de manera eficiente en GPU, se realizó un esquema de partición de carga de trabajo consciente de desequilibrio que divide su carga de trabajo dinámicamente entre las deformaciones simultáneas, inicialmente de forma centrada en *warp*. Para un conjunto de puntos de referencia de 14 "C" evaluados, nuestra implementación paralela del análisis de Andersen logra una aceleración significativa del 46 por ciento en promedio sobre el estado de la técnica en una GPU NVIDIA Tesla K20c. La identificación del subespacio de señal es una operación crucial en las imágenes hiperspectrales, que permite una reducción de dimensión correcta que a menudo produce ganancias en el rendimiento y la eficiencia del algoritmo. En (Torti *et al.*, 2014) se presentan nuevas implementaciones paralelas de una identificación de subespacio hiperspectral ampliamente utilizada con un algoritmo de error mínimo (HySime) en diferentes tipos de arquitecturas de computación de alto rendimiento, incluyendo CPU multinúcleo de propósito general, unidades de procesamiento de gráficos (GPU) y procesadores de señal digital (

DSP). Las implementaciones se probaron en arquitecturas múltiples, principalmente GPU basadas en la arquitectura NVIDIA Fermi, CPU multinúcleo Intel i7 y un DSP TI C6678. Los resultados muestran que las versiones de CPU GPU y multinúcleo son más rápidas que el código original de MATLAB. Estos resultados también sugieren que el empleo de estas tecnologías en una plataforma aérea sería más efectivo, en términos de costos y rendimiento, que las actuales placas de cuatro núcleos, especialmente con el uso de futuras generaciones de GPU que reducirán aún más las tasas de consumo de energía. La categorización visual es importante para administrar grandes colecciones de imágenes digitales y video, donde los metadatos textuales a menudo están incompletos o simplemente no están disponibles. El modelo de bolsa de palabras se ha convertido en el método más poderoso para la categorización visual de imágenes y video. La tendencia a aumentar la potencia de cómputo en arquitecturas de CPU y GPU más nuevas es aumentar su nivel de paralelismo, explotar este paralelismo se convierte en una dirección importante para manejar el costo computacional del enfoque de bolsa de palabras, como se realizó en (Van De Sande, Gevers and Snoek, 2011). Al optimizar un sistema basado en el enfoque de bolsa de palabras, el objetivo es minimizar el tiempo que lleva procesar lotes de imágenes. Los autores utilizaron una implementación paralela en el GeforceGTX260GPU, la clasificación de imágenes invisibles fue 4.8 veces más rápida que una versión de CPU de cuatro núcleos en el Core i7 920, a la vez que proporcionó exactamente los mismos resultados numéricos. Incluso se consideró cómo los algoritmos se pueden generalizar a otras aplicaciones, como la recuperación de texto y la recuperación de videos. Cuando la aceleración obtenida se utilizó para procesar cuadros de video adicionales en un punto de referencia de recuperación de video, la exactitud de la categorización visual mejoró en un 29%. La amplia aplicación de la investigación óhmica ha producido un estallido de datos biológicos en los últimos años, que a su vez ha aumentado la necesidad de inferir redes biológicas a partir de los datos. El aprendizaje de redes biológicas a partir de datos experimentales

puede ayudar a detectar y analizar vías de señalización aberrantes, que pueden utilizarse en el diagnóstico de enfermedades en una etapa temprana. Sin embargo, debido a su naturaleza combinatoria, el aprendizaje computacional de las relaciones dependientes subyacentes a redes complejas es NP-completo. Para reducir la complejidad, en (Wang *et al.*, 2016) se propone utilizar los métodos de la cadena de Markov Monte Carlo (MCMC) para muestrear el espacio de la solución. Los métodos de MCMC garantizan la convergencia y la capacidad de transferencia. Sin embargo, MCMC no es escalable para redes con más de 40 nodos debido a la complejidad computacional. Los resultados reportan una aceleración de 2.46x al optimizar el algoritmo y una aceleración adicional de 58 veces al implementarlo en una GPU. En total, la aceleración del algoritmo resultó en 143x. En (Wu, Song and Jeon, 2014) se propone una implementación paralela masiva eficiente basada en GPU del método de des-entrelazado en el campo adaptativo dirigido al borde que interpola los píxeles faltantes basados en la covarianza des-entrelazada estimada a partir de la covarianza entrelazada de acuerdo con la dualidad geométrica entre la covarianza entrelazada y des-entrelazada. El método propuesto interpola más de un píxel faltante a la vez con el fin de obtener una aceleración significativa en comparación con el caso de la interpolación de solo un píxel faltante a la vez. Los resultados experimentales muestran que se obtuvo una aceleración de 94.6x cuando se consideró el tiempo de transferencia de E / S, en comparación con el código original de CPU C de un hilo. En el pasado, los simuladores de física MRI se han utilizado para optimizar los protocolos de imágenes, el seguimiento de fuentes de artefactos, pero también para fines de capacitación. En la mayoría de los casos, las simulaciones se utilizaron para responder a un problema metodológico particular y para proporcionar información con respecto a la futura secuencia de pulso o el desarrollo del protocolo de imágenes. En (Xanthis *et al.*, 2014) el objetivo fue desarrollar un simulador de imágenes por resonancia magnética (MRI) que no haga suposiciones con respecto a la secuencia de pulso subyacente y también permite el análisis complejo a gran escala en una sola

computadora sin requerir simplificaciones del modelo de MRI. Se supone que tal la plataforma de simulación podría desarrollarse con aceleración paralela del núcleo ejecutable dentro del entorno de la unidad de procesamiento gráfico (GPU). La plataforma de simulación se desarrolló en MATLAB, mientras que los servicios centrales de demanda computacional se desarrollaron en CUDA-C. El alto poder computacional de las simulaciones basadas en GPU se comparó con otras configuraciones de computadora. Se logró una aceleración de aproximadamente 228 veces en comparación con el código C ejecutado en serie en la CPU, mientras que se logró una aceleración entre 31 y 115 veces en comparación con el código C ejecutado en paralelo OpenMP en la CPU, dependiendo del número de subprocesos utilizados en multi-hilos. En (Pikacz and Gambrych, 2014) presenta dos implementaciones de la transformada rápida de Fourier descompuesta en operaciones vectoriales. Este enfoque es apropiado para los casos en que los datos que se van a transformar se almacenan en un orden poco ortodoxo y, como tales, son muy adecuados para el procesamiento de datos de radares y sonares. Los procedimientos descritos que realizan un vector FFT se implementaron para las plataformas TigerSHARC DSP y NVIDIA CUDA. Ambas implementaciones presentadas demostraron ser más eficientes que los procedimientos de biblioteca altamente optimizados. Dependiendo de la plataforma y el tamaño de los datos, la aceleración alcanzó del 10% al 200%. Por ejemplo, para el radar de seguimiento que emite 128 impulsos coherentemente y procesa 512 celdas de rango, la aceleración fue de aproximadamente 40% para la plataforma CUDA y de

aproximadamente 100% para el procesador TigerSHARC. La unidad de procesamiento de gráficos (GPU) se ha aplicado con éxito en muchos ámbitos de la informática científica debido a su rendimiento superior en el cálculo de la flotación y el ancho de banda de la memoria, y tiene un gran potencial en aplicaciones de sistemas de potencia. El análisis de seguridad estático N-1 (SSA) parece ser una aplicación válida en la que es necesario resolver los problemas masivos de flujo de potencia de corriente alterna (ACPF). Sin embargo, al aplicar algoritmos acelerados GPU existentes para resolver el problema N-1 SSA, el grado de paralelismo es limitado porque las investigaciones existentes se han dedicado a acelerar la solución de un único ACPF. En (Zhou *et al.*, 2017) se propone una solución acelerada por GPU que crea una capa adicional de paralelismo entre los ACP por lotes y consecuentemente alcanza un nivel mucho más alto de paralelismo general. Se establecen dos principios básicos para determinar algoritmos de GPU bien diseñados, a través de los cuales se demuestra la limitación de la solución secuencial ACPF acelerada por GPU. Para mejorar aún más la eficacia de la solución de SSA, se desarrolla y optimiza cuidadosamente un cribado acelerado por lote de GPU-matriz Jacobiana y un cribado de contingencia. En comparación con la contraparte UMFPAK basada en una sola CPU que utiliza Intel Xeon E5-2620, la estructura SSA acelerada por GPU propuesta que utiliza NVIDIA K20C logra hasta 57.6 veces la aceleración. Incluso puede lograr una aceleración cuatro veces mayor en comparación con una de las soluciones de computación paralela de CPU multinúcleo más rápidas que utilizan la biblioteca KLU.

### Plataformas heterogéneas de dispositivos paralelos

El cálculo de plantilla se usa ampliamente en cálculos científicos y se han propuesto muchos aceleradores basados en CPU multinúcleo y GPU. La computación por plantilla tiene una pequeña intensidad operativa, por lo que normalmente se requiere un gran ancho de banda de memoria externa para un alto rendimiento.

Los FPGA tienen el potencial de resolver este problema utilizando una gran memoria interna de manera eficiente. Sin embargo, se requiere un tiempo de depuración, diseño y prueba muy grande para implementar con éxito una arquitectura FPGA. Para resolver este problema, en (Waidyasoorya *et al.*, 2017) proponen una

plataforma FPGA que utiliza un lenguaje de programación tipo C llamado lenguaje informático abierto (OpenCL). Los resultados experimentales indican un logro de 119 a 237 Gflop/s de potencia de procesamiento y mayor velocidad de procesamiento en comparación con las implementaciones convencionales de GPU y CPU multinúcleo. En el diseño conjunto de hardware / software (HW / SW), el particionamiento de hardware / software es un paso esencial ya que determina qué componentes se implementarán en el hardware y cuáles en el software. La mayoría de los problemas de particiones HW / SW son NP duros. Para problemas de gran tamaño, se deben utilizar métodos heurísticos. En (Hou *et al.*, 2017) presentan un algoritmo genético paralelo con corrección de dispersión para partición HW / SW en CPU-GPU. Primeramente, se presenta un algoritmo genético mejorado con corrección de dispersión. Los individuos con restricción limitada son llevados a una región factible paso a paso. De esta forma, la intensificación se puede mejorar y también se puede manejar el problema de restricción. La estrategia propuesta calcula los costos de cada individuo en paralelo en la GPU y corrige a los individuos con restricciones menores en paralelo en la CPU multinúcleo. De esta forma, se puede lograr una computación en paralelo altamente eficiente en la que se asignan docenas de pasos de cálculo de corrección irregular a la CPU multinúcleo y se mapean miles de pasos de cálculo de costo regular a la GPU de muchos núcleos. En (Dine *et al.*, 2016) se trata de la cuestión de la complejidad computacional de la localización y el mapeo simultáneos basados en gráficos (SLAM). SLAM permite que un robot que esté navegando en un entorno desconocido construya un mapa de este entorno al mismo tiempo que determina la posición del robot en este mapa. La gráfica basada en SLAM es un método de suavizado que usa un gráfico para representar y resolver el problema de SLAM. Se propone un mapeo de arquitectura de algoritmo para implementar eficientemente SLAM basado en gráficos en una arquitectura heterogénea incorporada de bajo costo. Este mapeo aprovecha la construcción de gráficos incrementales. Hemos demostrado que aprovechar la GPU integrada puede acelerar el

SLAM basado en gráficos. La construcción del sistema en la GPU es hasta cinco veces más rápida en comparación con la CPU. Sin embargo, para mejorar más nuestro diseño, planeamos investigar una implementación del bloque de solución del sistema que podría explotar la estructura de bloque dispersa del problema. Las imágenes hiperespectrales se usan en diferentes aplicaciones en la ciencia de la Tierra y del espacio, y muchas de estas aplicaciones presentan limitaciones de tiempo reales o casi reales. Un problema al analizar imágenes hiperespectrales es que su resolución espacial generalmente no es suficiente para separar diferentes constituyentes espectralmente puros (miembros finales); como resultado, varios de ellos se pueden encontrar en el mismo píxel. En (Torti *et al.*, 2016) se describe una cadena de filtrado hiperespectral en tiempo real basada en tres pasos principales: 1) estimación del número de miembros finales que utilizan la identificación del subespacio hiperespectral con error mínimo; 2) estimación de las firmas espectrales de los miembros finales utilizando el análisis del componente del vértice (VCA); y 3) estimación de abundancia no restringida. Desarrollamos nuevas implementaciones paralelas de los algoritmos antes mencionados y los ensamblamos en una cadena de mezcla en tiempo real totalmente operativa utilizando unidades de procesamiento de gráficos (GPU), explotando la arquitectura de dispositivo unificado de NVIDIA (CUDA) y su biblioteca de subrutinas de álgebra lineal básica (CuBLAS). Como resultado, la cadena en tiempo real explota los paradigmas CPU (multinúcleo) y GPU en la optimización. Los resultados revelan que esta implementación híbrida de la CPU GPU paralela cumple totalmente con las limitaciones de tiempo real en las aplicaciones de imágenes hiperespectrales. Los CPU multinúcleo pueden combinarse con GPUs para realizar computaciones sobre mallas 3d no estructuradas en clústeres de GPU/CPU heterogéneas. En (Yang *et al.*, 2015) explican cómo desbloquear la potencia informativa del CPUs sin retrasar otras tareas relacionadas con el movimiento de datos. Al solucionar la ecuación de difusión representativa mediante el método de volúmenes finitos centrados en células, los autores demuestran que combinando

la capacidad de computación de CPUs y GPUs ofrece una ventaja de rendimiento sobre el enfoque único de la GPU. Los resultados de la implementación heterogénea, el rendimiento obtenido con el uso exclusivo de GPU, y con una instancia del código heterogéneo donde todas las comunicaciones están deshabilitadas indican una mejora considerable en tiempo de ejecución. La aceleración para 128 nodos es 98.7x. Actualmente, la rápida evolución de las cámaras en los últimos años las ha convertido en herramientas prometedoras para el diagnóstico de Tokamak. La solución presentada en (Zhang *et al.*, 2018) consiste en un prototipo de sistema de adquisición y procesamiento de imágenes visibles de alta velocidad (HVIAP) dedicado para el control de posición y forma de tokamak superconductores avanzados experimentales. La unidad de procesamiento de gráficos (GPU) y la matriz de puertas programables en campo (FPGA) se usan típicamente como aceleradores o coprocesadores además de una CPU. Un sistema informático tan heterogéneo puede combinar las ventajas de sus componentes individuales. Los resultados del proceso de imagen fuera de línea se comparan con el código de ajuste de equilibrio, que es un método de reconstrucción comúnmente utilizado, con un error promedio de 1,5 cm. El tiempo de procesamiento total para una trama es inferior a 0.3 ms. BLAST, abreviación de *Basic Local Alignment Search Tool*, es una herramienta difundida que se utiliza en las ciencias de la vida para la búsqueda de secuencias por parejas. Sin embargo, con el advenimiento de la secuenciación de próxima generación (NGS), ya sea al principio o al final de NGS, el crecimiento exponencial de las bases de datos de secuencias está superando nuestra capacidad de analizar los datos. Mientras que los estudios recientes han utilizado la unidad de procesamiento de gráficos (GPU) para acelerar el algoritmo BLAST para buscar secuencias de proteínas (es decir, BLASTP), estos estudios usan paralelismo de grano grueso, donde una alineación de secuencias se asigna a un solo hilo. Tal enfoque no utiliza eficientemente las capacidades de una GPU, particularmente debido a la irregularidad de BLASTP en ambas rutas de ejecución y patrones de acceso a la memoria. Para abordar las deficiencias anteriores, (Zhang, Wang and

Feng, 2017) presenta un enfoque detallado para paralelizar BLASTP, donde cada fase individual de búsqueda de secuencia se asigna a muchos hilos en una GPU. Las estructuras de datos centrales aprovechan la última arquitectura NVIDIA Kepler. Los autores optimizaron las fases restantes de cuBLASTP en una CPU multinúcleo con pthreads. En un nodo de cómputo con una CPU Intel Sandy Bridge de cuatro núcleos y una GPU NVIDIA Kepler, cuBLASTP logra una aceleración de hasta 7,9 veces y 3,1 veces sobre FSA-BLAST de un solo subproceso y NCBI-BLAST de subprocesos múltiples con cuatro subprocesos. En (Posa *et al.*, 2014) se presenta una nueva arquitectura flexible parametrizable para procesamiento de imágenes y video con requisitos de latencia y memoria reducidos, que admite una resolución de entrada variable. La arquitectura propuesta está optimizada para la detección de características, más específicamente, el detector de bordes Canny y el detector de esquina Harris. La arquitectura contiene extractores de vecinos y operadores de umbral que se pueden parametrizar en tiempo de ejecución. Las simplificaciones de algoritmo se emplean para reducir la complejidad matemática, los requisitos de memoria y la latencia sin perder la fiabilidad. Un análisis de rendimiento de las implementaciones de FPGA y GPU, y una implementación adicional de referencia de CPU, muestra el rendimiento competitivo de la arquitectura propuesta incluso a una frecuencia de reloj mucho más baja que las de la GPU y la CPU. Los resultados muestran una clara ventaja de la arquitectura propuesta en términos de consumo de energía y mantienen un rendimiento confiable con imágenes ruidosas, baja latencia y requisitos de memoria. Los nodos de extremo IoT requieren un alto rendimiento y una eficiencia energética extrema para hacer frente a los algoritmos de análisis de datos de sensores cercanos complejos. El procesamiento en múltiples procesadores programables que operan en un umbral cercano está surgiendo como una solución prometedora para explotar el impulso de energía que brinda la operación de bajo voltaje, mientras se recupera la degradación de frecuencia relacionada con el paralelismo. En (Das *et al.*, 2018) se presenta una arquitectura de clúster heterogénea que extiende un clúster de

procesador paralelo tradicional con un acelerador de matriz programable integrada (IPA) reconfigurable. Mientras que los procesadores programables garantizan la herencia de programación para administrar fácilmente los periféricos, las pilas de software de radio y el flujo de programa global, la descarga de núcleos intensivos en datos y control intensivo al IPA lleva a un rendimiento del sistema mucho mayor y eficiencia energética. Los resultados experimentales muestran que el clúster heterogéneo propuesto supera a una arquitectura homogénea de 8 núcleos hasta en 4.8x en rendimiento y 4.5x en eficiencia energética cuando ejecuta una combinación de núcleos intensivos en control de datos y datos típicos de aplicaciones de análisis de datos cercanos al sensor. Al combinar capacidades encontradas en unidades de procesamiento de gráficos (GPU) y unidades de procesamiento central (CPU) multinúcleo tradicionales de von Neumann, se están desarrollando y optimizando enfoques para proporcionar velocidades de procesamiento en tiempo real o casi real para aplicaciones de proyectos de investigación. Los algoritmos están diseñados para dividir el trabajo en recursos mejor diseñados para manejar la carga de procesamiento. El uso de recursos básicos permite que el diseño sea flexible durante todo el ciclo de vida sin las demoras costosas y que requieran mucho tiempo asociadas con el desarrollo del Circuito Integrado Específico de Aplicación (ASIC). Este paradigma permite una rápida transferencia de tecnología a los usuarios finales. En (Park *et al.*, 2011) se describe un algoritmo de generación de imágenes de radar de reconstrucción de impulso síncrono que ha sido diseñado para el procesamiento híbrido de CPU-GPU. Se reporta que la aceleración lograda por este enfoque excede los requisitos de rendimiento en tiempo real. El emparejamiento estéreo es un problema fundamental de la visión por computadora, y las aplicaciones emergentes, como el reconocimiento de gestos 3-D y la navegación automotriz, exigen una sincronización estéreo rápida y de alta calidad. Los enfoques basados en el campo aleatorio de Markov (MRF) son ampliamente utilizados, pero los solucionadores de software convencionales son lentos. Los solucionadores

de propagación de creencias (BP), que usan patrones de mensajes locales que transmiten MRF, se han estudiado en hardware, pero su rendimiento no es confiable. Se muestra en (Choi and Rutenbar, 2016) cómo un método superior, el reenvío de mensajes secuencial de árboles secuenciados (TRW-S), se puede representar en hardware. TRW-S tiene una convergencia confiable, garantizada por su llamado cálculo secuencial. Se dividió el procedimiento de ajuste estéreo en la CPU y los FPGA y aplicaron optimizaciones de nivel de cuadro, como la reutilización de mensajes basada en la detección de cambios de escenas, la implementación en paralelo de niveles de marcos y la canalización de niveles de funciones. Los resultados experimentales muestran que el sistema alcanzó una velocidad de 22.8 cuadros/s para una desafiante tarea de emparejamiento estéreo de video QVGA. La inversión de matriz densa es un procedimiento básico en muchos algoritmos de álgebra lineal. Cualquier algoritmo de inversión de matriz densa basado en factorización implica la inversión de una o dos matrices triangulares. En (Ries, De Marco and Guerrieri, 2012) se presenta una implementación mejorada de una inversión de matriz triangular paralela para sistemas heterogéneos de CPU / GPU dual multinúcleo. Se reporta una aceleración de hasta 57x en comparación con la aplicación de referencia de CPU dual basada en LAPACK. Los sistemas de monitoreo de salud personalizables pueden ofrecer una solución rentable para la atención de la salud humana. Estos sistemas deben monitorear constantemente las señales fisiológicas de los pacientes y proporcionar un procesamiento y entrega de la gran cantidad de datos dentro de un espacio de energía y área muy Estas aplicaciones biomédicas personalizadas requieren el muestreo y procesamiento de múltiples flujos de señales fisiológicas con un número variable de canales y frecuencias de muestreo. precisas y rápidas. En base lo anterior, en (Kulkarni *et al.*, 2017) se propone un acelerador de múltiples puntos pequeño, eficiente en energía y específico de dominio, denominado nano clústeres de potencia eficiente (PENC), para mapear y ejecutar los núcleos de estas aplicaciones. Los resultados de la simulación muestran que el PENC puede

reducir el consumo de energía hasta en un 80% y 25% para los kernels DSP y ML, respectivamente, cuando se paraleliza de manera óptima. La dosis de radiación asociada con la tomografía computarizada (TC) es significativa. Los métodos de detección compresiva (CS) proporcionan enfoques matemáticos para reducir la exposición a la radiación sin sacrificar la calidad de imagen reconstruida. Sin embargo, los requisitos computacionales de estos algoritmos son mucho más altos que los enfoques de reconstrucción de imágenes convencionales, como la proyección retrospectiva filtrada (FBP). En (Chen *et al.*,

2012) se describe un nuevo algoritmo de reconstrucción tridimensional de imágenes con compresión basado en la maximización de expectativas y la variación total, denominado EM + TV, y también presenta una prometedora implementación de arquitectura híbrida para este algoritmo que incluye la combinación de CPU, GPU y FPGA. Los resultados de rendimiento indican que este enfoque proporciona un menor consumo de energía y una mejor calidad de reconstrucción, e ilustra un ejemplo de las ventajas que se pueden obtener a través de la informática específica del dominio.

### Computadora de placa única Parallella

Dentro de los sistemas heterogéneos, la computadora de placa única tiene su merecido espacio por ser un sistema que incluye tres tecnologías y la ventaja del bajo consumo de energía. En el modelo de cálculo del flujo de datos, las instrucciones o tareas se activan de acuerdo con sus dependencias de datos, en lugar de seguir el orden del programa, lo que permite la explotación natural del paralelismo. El flujo de datos se ha utilizado, en diferentes niveles de abstracción (desde procesadores hasta bibliotecas de tiempo de ejecución), como una alternativa interesante para aprovechar el potencial de los sistemas informáticos modernos. Sucuri es una biblioteca de flujo de datos para Python que permite a los usuarios especificar su aplicación como un gráfico de dependencia y ejecutarla de forma transparente en clústeres de multinúcleo, al tiempo que se ocupan de los problemas de programación. Las últimas tendencias en computación de niebla e in situ asumen que los dispositivos de almacenamiento y de red estarán equipados con elementos de procesamiento que generalmente tienen un menor consumo de energía y rendimiento. Una decisión importante sobre dicho sistema es si mover los datos a los procesadores tradicionales (pagar los costos de comunicación) o realizar un cálculo donde están los datos, usando un procesador potencialmente más lento. Por lo tanto, los entornos de tiempo de ejecución que se ocupan de esa compensación son extremadamente necesarios. En (Carvalho,

Ferreira and Franca, 2017) se da un primer paso hacia una solución que considera In-situ en un tiempo de ejecución de flujo de datos. Se utilizó Sucuri para administrar la ejecución en un sistema pequeño con una PC común y una placa Parallella. Dado que la placa Parallella tiene menor potencia de procesamiento que la PC, los autores evaluaron la solución propuesta realizando un conjunto de experimentos con dos aplicaciones con diferentes costos computacionales: (i) el recuento de caracteres cuenta el número de líneas que aparece en un archivo de entrada, usando búsqueda del lenguaje Python; y (ii) filtro encuentra números en líneas de un archivo de entrada, usando una expresión regular, y los suma. Ambas aplicaciones realizan búsquedas en un par de archivos del mismo tamaño, de modo que las búsquedas se pueden realizar en paralelo, aprovechando los núcleos disponibles en la PC host o en la placa Parallella. Los experimentos usaron archivos de entrada de 250 bytes, 12MiB y 48Mib para el carácter de filtro y recuento. La aplicación de caracteres de conteo también usó archivos de entrada de 476MiB. No hubo pruebas para la aplicación de filtro utilizando el archivo 476MiB, ya que las pruebas preliminares no mostraron diferencias significativas en los resultados. En (Bartok and Vasarhelyi, 2015) se analiza un método de interpolación de reglas difusas implementado en diferentes plataformas. Los sistemas de control basados en interpolación de reglas difusas

desempeñan un papel importante en el control de robots y tienen varios tipos de implementaciones. Las aplicaciones de control difuso basadas en la interpolación de reglas difusas con las contribuciones realizadas por Johanyak permitieron la implementación de varios modelos difusos. En la operación Parallella en los análisis aparece el resultado de que la operación de división de coma flotante "ni siquiera coincide con el rendimiento en coma flotante de los procesadores de PC de escritorio modernos (Core i7-4770K (Haswell), 4 núcleos a 3.5 GHz A VX2: 177 GFLOPS). En (Gener, Yildiz and Goren, 2016) se examina las ventajas de arquitecturas de múltiples núcleos de bajo costo en unidades de procesamiento gráfico (GPU) para aplicaciones masivamente paralelas. Se muestra que las unidades de procesamiento gráfico (GPU) podrían ser costosas e ineficientes en términos de energía para cargas de trabajo tales como tareas de filtrado de video de dominio espacial que aprovechan la computación paralela. Se demostró que es posible utilizar una plataforma de bajo costo para este tipo de cargas de trabajo sin demasiado esfuerzo de programación. La consistencia del tiempo de cada nodo y cada núcleo es uno de los problemas del kernel que debe abordarse para promover el desarrollo de un sistema de clúster de muchos núcleos que mantenga el sistema distribuido en marcha, y es la base de la evaluación del rendimiento. En (Gao, Huang, S. Wang, *et al.*, 2017) se estableció un nuevo modelo de arquitectura híbrida de sincronización de tiempo para mejorar la precisión de la sincronización del reloj interno de un clúster de muchos núcleos y la precisión del tiempo. Se realizó un experimento para evaluar la precisión y precisión de la arquitectura Parallella. El resultado nuestro que la arquitectura híbrida logró una mayor precisión de tiempo de nivel y consistencia de reloj interno que un método de sincronización de reloj común como NTP. La arquitectura Adapteva Epiphany MIMD es una matriz 2D escalable de núcleos RISC con una rápida red en chip (NoC) para procesamiento en paralelo. En (Labowski *et al.*, 2016) se analiza la idoneidad de la arquitectura para manejar aplicaciones de radio definidas por software (SDR), como los filtros de respuesta de impulso finito (FIR). La intensidad computacional

involucrada en el procesamiento de video excedió el escenario de prueba simple, en cuanto las velocidades de datos y los tamaños de búfer requeridos estuvieron dentro de lo esperado. Esta comparación solo establece que se requiere más investigación sobre tareas complejas de codificación y decodificación en Epiphany ya que el ancho de banda limitado dentro y fuera de Epiphany no ha excedido el tiempo de procesamiento asignado. En (Brauer, Lundqvist and Mallo, 2016) se utilizó el chip Adapteva Epiphany manycore para demostrar cómo se puede optimizar el rendimiento y la latencia de una cadena de procesamiento de señal de banda base, que normalmente se encuentra en LTE o WiFi, mediante una combinación de paralelización de tareas y datos y canalización de datos. La implementación en paralelo y la canalización de datos se ven facilitadas por la arquitectura de memoria compartida de Epiphany, y por el hecho de que un procesador en un núcleo puede escribir directamente en la memoria de cualquier otro núcleo del chip. Las plataformas integradas basadas en aceleradores disponibles en el mercado ofrecen una solución competitiva de bajo consumo energético para cálculos livianos de aprendizaje profundo en sistemas basados en CPU. Los clasificadores de baja complejidad utilizados en escenarios con restricciones de potencia y de rendimiento limitado se caracterizan por operaciones en mapas de imágenes pequeños con 2 a 3 capas profundas y pocas etiquetas de clase. Para estos casos de uso, los autores en (Hegde, G. (School of Computer Science and Engineering, Nanyang Technological University *et al.*, 2016) consideraron una gama de sistemas incorporados con presupuestos de energía de 5-20W, como la placa Xilinx ZC706 (con procesador de vectores blandos MXP), NVIDIA Jetson TX1 (GPU), TI Keystone II (DSP) como así como la placa Adapteva Parallella (multi-núcleo personalizado con NoC). Implementación más rápida y más eficiente de la energía en el viejo DSP TI Keystone II de 28nm sobre el nuevo SoC NVIDIA TX1 de 20nm en todos los casos, sin embargo, Parallella fue la opción de menor consumo de energía. En (Faber and Boryczko, 2016) se evalúa Parallella, una pequeña tabla con el coprocesador multiprograma Epiphany que consta de dieciséis núcleos MIMD



conectados por una red de malla en un chip. Las pruebas se basaron en algoritmos genéticos clásicos. Si bien se logró mejoras significativas en la velocidad, existen problemas, como el tamaño limitado de la memoria local y el acceso lento a la memoria, que dificultan la implementación de un código eficiente para Paralella. Dado que la eficiencia energética y el consumo de energía son el impedimento principal en el camino a los sistemas de escalados, los sistemas embebidos de alto rendimiento de baja potencia son cada vez más interesantes. En (Varghese *et al.*, 2017) se

evalúa el rendimiento del sistema Epiphany para una variedad de operaciones básicas de computación y comunicación. Con los futuros sistemas que albergarán 4096 eCores, se comparan los méritos de la arquitectura Epiphany como un camino a los escalados con otros sistemas competitivos de eficiencia energética. En los experimentos, se observó el ancho de banda de DMA en chip de 2 GBytes/s, el ancho de banda de acceso a memoria compartida fuera de chip de 150 MBytes/s, la latencia de memoria en chip de 11 ns para el vecino más cercano.

## Referencias

- Arndt, O. J., Linde, T. and Blume, H. 2015 'Implementation and analysis of the histograms of oriented Gradients algorithm on a heterogeneous multicore CPU/GPU architecture', *2015 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*, pp. 1402–1406. doi: 10.1109/GlobalSIP.2015.7418429.
- Atweh, H. K. *et al.* 2018 'Parallelization of gradient-based edge detection algorithm on multicore processors', in *2018 Sixth International Conference on Digital Information, Networking, and Wireless Communications (DINWC)*. IEEE, pp. 59–64. doi: 10.1109/DINWC.2018.8356996.
- Bartok, R. and Vasarhelyi, J. 2015 'A fuzzy rule interpolation base algorithm implementation on different platforms', in *Proceedings of the 2015 16th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. IEEE, pp. 37–40. doi: 10.1109/CarpathianCC.2015.7145041.
- Bistaffa, F., Bombieri, N. and Farinelli, A. 2017 'An Efficient Approach for Accelerating Bucket Elimination on GPUs', *IEEE Transactions on Cybernetics*, 47(11), pp. 3967–3979. doi: 10.1109/TCYB.2016.2593773.
- Bozejko, W., Dobrucki, A. and Walczynski, M. 2010 'Parallelizing of digital signal processing with using GPU', pp. 29–33.
- Brauer, P., Lundqvist, M. and Mallo, A. 2016 'Improving Latency in a Signal Processing System on the Epiphany Architecture', *Proceedings - 24th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing, PDP 2016*, pp. 796–800. doi: 10.1109/PDP.2016.51.
- Caffarena, G. *et al.* 2010 'Fast fixed-point optimization of DSP algorithms', *Proceedings of the 2010 18th IEEE/IFIP International Conference on VLSI and System-on-Chip, VLSI-SoC 2010*, pp. 195–200. doi: 10.1109/VLSISOC.2010.5642659.
- Carvalho, C. B. G., Ferreira, V. C. and Franca, F. M. G. 2017 'Towards a Dataflow Runtime Environment for Edge, Fog and In-Situ Computing', *Performance Computing*. doi: 10.1109/SBAC-PADW.2017.28.
- Chen, G. *et al.* 2015 'Enabling Portable Optimizations of Data Placement on GPU', *IEEE Micro*, 35(4), pp. 16–24. doi: 10.1109/MM.2015.53.
- Chen, J. *et al.* 2012 'A Hybrid Architecture for Compressive Sensing 3-D CT Reconstruction', *Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, IEEE Journal on*, 2(3), pp. 616–625. doi: 10.1109/JETCAS.2012.2221530.
- Chen, J. *et al.* 2017 'A Hybrid Power-Performance Adjustment Strategy for Clustered Multi-threading Architecture', *Proceedings - 18th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 14th IEEE International Conference on Smart City and 2nd IEEE International Conference on Data Science and Systems, HPCC/SmartCity/DSS 2016*, pp. 292–300. doi: 10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0050.
- Chen, L. *et al.* 2015 'A review of parallel computing for large-scale remote sensing image mosaicking', *Cluster Computing*. Springer US, 18(2), pp. 517–529. doi: 10.1007/s10586-015-0422-3.
- Choi, J. and Rutenbar, R. A. 2016 'Video-Rate Stereo Matching Using Markov Random Field TRW-S Inference on a Hybrid CPU+FPGA Computing Platform', *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 26(2), pp. 385–398. doi: 10.1109/TCSVT.2015.2397198.
- Cicuttin, M. *et al.* 2018 'GPU Accelerated Time-Domain Discrete Geometric Approach Method for Maxwell's Equations on Tetrahedral Grids', *IEEE Transactions on Magnetics*, 54(3). doi: 10.1109/TMAG.2017.2753322.
- Dagum, L. and Menon, R. 1998 'OpenMP: an industry standard API for shared-memory programming', *IEEE Computational Science and Engineering*, 5(1), pp. 46–55. doi: 10.1109/99.660313.
- Das, S. *et al.* 2018 'A Heterogeneous Cluster with

Reconfigurable Accelerator for Energy Efficient Near-Sensor Data Analytics’, in *2018 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/ISCAS.2018.8351749.

Datta, A. K. and Patel, R. 2014 ‘CPU Scheduling for power/energy management on multicore processors using cache miss and context switch data’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 25(5), pp. 1190–1199. doi: 10.1109/TPDS.2013.148.

Dine, A. *et al.* 2016 ‘Graph-Based Simultaneous Localization and Mapping: Computational Complexity Reduction on a Multicore Heterogeneous Architecture’, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(4), pp. 160–173. doi: 10.1109/MRA.2016.2580466.

Faber, L. and Boryczko, K. 2016 ‘Efficient parallel execution of genetic algorithms on Epiphany manycore processor’, in, pp. 865–872. doi: 10.15439/2016F255.

Feng, Z., Zeng, Z. and Li, P. 2011 ‘Parallel on-chip power distribution network analysis on multi-core-multi-GPU platforms’, *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 19(10), pp. 1823–1836. doi: 10.1109/TVLSI.2010.2059718.

Le Gal, B. and Jegou, C. 2016 ‘High-Throughput Multi-Core LDPC Decoders Based on x86 Processor’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(5), pp. 1373–1386. doi: 10.1109/TPDS.2015.2435787.

Gao, F., Huang, Z., Wang, S., *et al.* 2017 ‘A hybrid clock synchronization architecture for many-core cluster system based on GPS and IEEE 1588’, *2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications, ICC3 2016 - Proceedings*, pp. 2645–2649. doi: 10.1109/CompComm.2016.7925177.

Gao, F., Huang, Z., Wang, Z., *et al.* 2017 ‘An object detection acceleration framework based on low-power heterogeneous manycore architecture’, *2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2016*, pp. 597–602. doi: 10.1109/WF-IoT.2016.7845407.

Gawande, G. S., Metkar, S. S. and Khanchandani, K. B. 2016 ‘Performance enhancement of multirate digital filter structures using advanced DSP optimization techniques’, *Proceedings - IEEE International Conference on Information Processing, ICIP 2015*, pp. 307–311. doi: 10.1109/INFOP.2015.7489398.

Gegout, P. *et al.* 2014 ‘Ray-tracing of GNSS signal through the atmosphere powered by CUDA, HMPP and GPUs technologies’, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(5), pp. 1592–1602. doi: 10.1109/JSTARS.2013.2272600.

Gener, Y. S., Yildiz, A. and Goren, S. 2016 ‘Low-cost and low-power video filtering with parallel many cores’, in *ELECO 2015 - 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, pp. 921–925. doi: 10.1109/ELECO.2015.7394502.

Gomez-Luna, J. *et al.* 2016 ‘In-Place Matrix Transposition on GPUs’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(3), pp. 776–788. doi:

10.1109/TPDS.2015.2412549.

Haidar, A. *et al.* 2017 ‘A Guide For Achieving High Performance With Very Small Matrices On GPU: A case Study of Batched LU and Cholesky Factorizations’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 29(5), pp. 973–984. doi: 10.1109/TPDS.2017.2783929.

Hegde, G. (School of Computer Science and Engineering, Nanyang Technological University, S. 639798) *et al.* 2016 ‘CaffePresso: An optimized library for Deep Learning on embedded accelerator-based platforms’, *International Conference on Compilers, Architectures, and Synthesis of Embedded Systems (CASES)*, pp. 1–10. doi: 10.1145/2968455.2968511.

Hellestrand, G. R. 1996 ‘VLSI Register, Instruction and Data Caches Suited to on Chip Support for Real-Time Multi-Media Applications’, pp. 1–4.

Hou, N. *et al.* 2017 ‘A Parallel Genetic Algorithm with Dispersion Correction for HW/SW Partitioning on Multicore CPU and Many-core GPU’, *IEEE Access*, XX(c). doi: 10.1109/ACCESS.2017.2776295.

Huynh, B., Vo, B. and Snasel, V. 2017 ‘An Efficient Parallel Method for Mining Frequent Closed Sequential Patterns’, *IEEE Access*, 5, pp. 17392–17402. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2739749.

Hwang, I. and Pedram, M. 2016 ‘A Comparative Study of the Effectiveness of CPU Consolidation Versus Dynamic Voltage and Frequency Scaling in a Virtualized Multicore Server’, *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 24(6), pp. 2103–2116. doi: 10.1109/TVLSI.2015.2499601.

Ichnowski, J. and Alterovitz, R. 2014 ‘Scalable multicore motion planning using lock-free concurrency’, *IEEE Transactions on Robotics*, 30(5), pp. 1123–1136. doi: 10.1109/TRO.2014.2331091.

Immune, U., Learning, D. and Optimization, S. 2016 ‘An Enhanced Approach for Parameter Estimation’, *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*, 2(June), pp. 26–33. doi: 10.1109/MSMC.2015.2472915.

Intel Corporation (2017) POWER YOUR CREATIVITY WITH THE INTEL® CORE™ X-SERIES INTEL® CORE™ X-SERIES PROCESSOR FAMILY. Available at: <https://www.intel.la/content/dam/www/public/us/en/documents/product-briefs/core-x-series-processor-family-product-brief.pdf> (Accessed: 10 August 2018).

Jing, M. *et al.* 2018 ‘An Automatic Task Partition Method for Multi-core System’, in *2018 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/ISCAS.2018.8351528.

Kalla, B. *et al.* 2017 ‘A Probabilistic Monte Carlo Framework for Branch Prediction’, *Proceedings - IEEE International Conference on Cluster Computing, ICC3, 2017–Sept*, pp. 651–652. doi: 10.1109/CLUSTER.2017.29.

Kanduri, A. *et al.* 2017 ‘Accuracy-aware power management for many-core systems running error-resilient

applications', *Ieeexplore.Ieee.Org*, 25(10), pp. 2749–2762. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7914763/>.

Kee, C. Y. and Wang, C. F. 2013 'Efficient GPU implementation of the high-frequency SBR-PO method', *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 12, pp. 941–944. doi: 10.1109/LAWP.2013.2274802.

Kehl, W. *et al.* 2017 'Real-Time 3D Model Tracking in Color and Depth on a Single CPU Core', *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 465–473. doi: 10.1109/CVPR.2017.57.

Khorgade, M. P. and Dakhole, P. 2016 'Optimization of reconfigurable fabric of DSP processor with image processing', *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques, ICEEOT 2016*, pp. 1799–1801. doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7754997.

Kim, T. J. *et al.* 2010 'RACBVHs: Random-accessible compressed bounding volume hierarchies', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(2), pp. 273–286. doi: 10.1109/TVCG.2009.71.

Kulkarni, A. *et al.* 2017 'An Energy-Efficient Programmable Manycore Accelerator for Personalized Biomedical Applications', *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 26(1), pp. 96–109. doi: 10.1109/TVLSI.2017.2754272.

Kumashiro, S. *et al.* 2017 'An Accurate Metric to Control Time Step of Transient Device Simulation by Matrix Exponential Method', pp. 37–40.

Kurth, A. *et al.* 2016 'Mobile Ultrasound Imaging on Heterogeneous Multi-Core Platforms', *Proceedings of the 14th ACM/IEEE Symposium on Embedded Systems for Real-Time Multimedia - ESTIMedia'16*, pp. 9–18. doi: 10.1145/2993452.2993565.

Labowski, K. L. *et al.* 2016 'Implementing Hilbert transform for Digital Signal Processing on epiphany many-core coprocessor', *2016 IEEE High Performance Extreme Computing Conference, HPEC 2016*. doi: 10.1109/HPEC.2016.7761638.

Lastovetsky, A. and Reddy Manumachu, R. 2017 'New Model-Based Methods and Algorithms for Performance and Energy Optimization of Data Parallel Applications on Homogeneous Multicore Clusters', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 28(4), pp. 1119–1133. doi: 10.1109/TPDS.2016.2608824.

Li, C. *et al.* 2013 'IMDCT optimization of AVS-P3 decoding algorithm in DSP', *2013 IEEE International Conference on Information and Automation, ICIA 2013*, (12), pp. 1364–1368. doi: 10.1109/ICInfA.2013.6720506.

Li, J. *et al.* 2015 'Accelerating MRI reconstruction via three-dimensional dual-dictionary learning using CUDA', *Journal of Supercomputing*. Springer US, 71(7), pp. 2381–2396. doi: 10.1007/s11227-015-1386-z.

Li, K., Zhu, Y. and Tian, Y. 2010

'Implementation and optimization of a weed identification algorithm on the DSP with C64+ core', *ISPACS 2010 - 2010 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, Proceedings*, 6437, pp. 8–11. doi: 10.1109/ISPACS.2010.5704792.

Li, L. *et al.* 2015 'A Parallel Algorithm for Game Tree Search Using GPGPU', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 26(8), pp. 2114–2127. doi: 10.1109/TPDS.2014.2345054.

Li, W. *et al.* 2017 'GPU Parallel Implementation of Isometric Mapping for Hyperspectral Classification', *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14(9), pp. 1532–1536. doi: 10.1109/LGRS.2017.2720778.

Li, Y. and Huang, X. 2017 'High speed communication and realization between FPGA and DSP in software-defined radio system', in *2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*. IEEE, pp. 2329–2332. doi: 10.1109/WiSPNET.2017.8300176.

Ling-bin, K. *et al.* 2010 'Realization and Optimization of Face Detection Algorithm Based on DSP', *Information Science and Management Engineering (ISME), 2010 International Conference of*, 1, pp. 246–249. doi: 10.1109/ISME.2010.74.

Liu, X. X., Yu, H. and Tan, S. X. D. 2015 'A GPU-accelerated parallel shooting algorithm for analysis of radio frequency and microwave integrated circuits', *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 23(3), pp. 480–492. doi: 10.1109/TVLSI.2014.2309606.

Luo, Y. and Chen, Y. 2014 'Optimization of the SIFT key algorithms on multi-core DSP systems', *Proceedings of 2013 3rd International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT 2013*, pp. 969–973. doi: 10.1109/ICCSNT.2013.6967265.

Luque, C. *et al.* 2012 'CPU accounting for multicore processors', *IEEE Transactions on Computers*, 61(2), pp. 251–264. doi: 10.1109/TC.2011.152.

Manumachu, R. R. and Lastovetsky, A. 2018 'Bi-Objective Optimization of Data-Parallel Applications on Homogeneous Multicore Clusters for Performance and Energy', *IEEE Transactions on Computers*, 67(2), pp. 160–177. doi: 10.1109/TC.2017.2742513.

Margara, A. and Cugola, G. 2014 'High-performance publish-subscribe matching using parallel hardware', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 25(1), pp. 126–135. doi: 10.1109/TPDS.2013.39.

Masegosa, A. R., Martinez, A. M. and Borchani, H. 2016 'Probabilistic Graphical Models on Multi-Core CPUs Using Java 8', *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 11(2), pp. 41–54. doi: 10.1109/MCI.2016.2532267.

Mastelic, T., Brandic, I. and Jaarevic, J. 2015 'CPU performance coefficient (CPU-PC): A novel performance metric based on real-time CPU resource provisioning in time-shared cloud environments', *Proceedings of the International Conference on Cloud*

- Computing Technology and Science, CloudCom, 2015–Febru(February), pp. 408–415. doi: 10.1109/CloudCom.2014.13.
- Mendat, D. R. *et al.* 2016 ‘Neuromorphic sampling on the SpiNNaker and parallella chip multiprocessors’, *LASCAS 2016 - 7th IEEE Latin American Symposium on Circuits and Systems, R9 IEEE CASS Flagship Conference*, pp. 399–402. doi: 10.1109/LASCAS.2016.7451094.
- Mielikainen, J. *et al.* 2016 ‘GPU Compute Unified Device Architecture (CUDA)-based Parallelization of the RRTMG Shortwave Rapid Radiative Transfer Model’, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(2), pp. 921–931. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2427652.
- Mohammadi, M. *et al.* 2018 ‘A Hardware Architecture for Radial Basis Function Neural Network Classifier’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 29(3), pp. 481–495. doi: 10.1109/TPDS.2017.2768366.
- Muniyandi, R. C. and Maroosi, A. 2015 ‘Enhancing the simulation of membrane system on the GPU for the n-queens problem’, *Chinese Journal of Electronics*, 24(4), pp. 740–743. doi: 10.1049/cje.2015.10.012.
- Mustafa, B., Shahana, R. and Ahmed, W. 2015 ‘Parallel implementation of Doolittle Algorithm using OpenMP for multicore machines’, *Souvenir of the 2015 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2015*, pp. 575–578. doi: 10.1109/IADCC.2015.7154772.
- Nakata, K. and Ito, Y. 2017 ‘An evaluation of the parallella architecture for the convex hull computation’, in *Proceedings - 2016 4th International Symposium on Computing and Networking, CANDAR 2016*. IEEE, pp. 704–706. doi: 10.1109/CANDAR.2016.8.
- Ng, R. Y. F., Tay, Y. H. and Mok, K. M. 2009 ‘DSP-based implementation and optimization of an iris verification algorithm using textural feature’, *6th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2009*, 5, pp. 374–378. doi: 10.1109/FSKD.2009.757.
- Olofsson, A., Nordström, T. and Ul-Abdin, Z. 2015 ‘Kickstarting high-performance energy-efficient manycore architectures with Epiphany’, *Conference Record - Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*, 2015–April, pp. 1719–1726. doi: 10.1109/ACSSC.2014.7094761.
- Park, S. J. *et al.* 2011 ‘Hybrid core acceleration of UWB SIRE radar signal processing’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 23(1), pp. 46–57. doi: 10.1109/TPDS.2010.117.
- Pikacz, B. and Gambrych, J. 2014 ‘Vector implementation of the fast Fourier transform on DSP and NVIDIA CUDA platforms’, in *2014 10th Conference on Ph.D. Research in Microelectronics and Electronics (PRIME)*. IEEE, pp. 1–4. doi: 10.1109/PRIME.2014.6872729.
- Possa, P. R. *et al.* 2014 ‘A multi-resolution FPGA-based architecture for real-time edge and corner detection’, *IEEE Transactions on Computers*, 63(10), pp. 2376–2388. doi: 10.1109/TC.2013.130.
- Prongnuch, S. and Wiangtong, T. 2016 ‘Heterogeneous Computing Platform for data processing’, *2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*, pp. 1–4. doi: 10.1109/ISPACS.2016.7824762.
- Qiwei Cao and Liuchen Chang 2016 ‘Genetic Algorithm Optimization for High-Performance VSI-Fed Permanent Magnet Synchronous Motor Drives’, *37th IEEE Power Electronics Specialists Conference*, pp. 1–7. doi: 10.1109/PESC.2006.1711959.
- Ramalakshmi, E. and Kompala, N. 2017 ‘Multi-threading image processing in single-core and multi-core CPU using R language’, in *2017 Second International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICECCT.2017.8117873.
- Richter, C., Schops, S. and Clemens, M. 2014 ‘GPU acceleration of algebraic multigrid preconditioners for discrete elliptic field problems’, *IEEE Transactions on Magnetics*, 50(2), pp. 1–4. doi: 10.1109/TMAG.2013.2283099.
- Ries, F., De Marco, T. and Guerrieri, R. 2012 ‘Triangular matrix inversion on heterogeneous multicore systems’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 23(1), pp. 177–184. doi: 10.1109/TPDS.2011.103.
- Rinku, D. R. 2017 ‘Analysis of multi-threading time metric on single and multi-core CPUs with Matrix multiplication’, pp. 3–6.
- Rzeszutek, R. *et al.* 2010 ‘An advantageous rotoscoping method’, *IEEE Signal Processing Magazine*, 27(2), pp. 34–39. doi: 10.1109/MSP.2009.935392.
- Van De Sande, K. E. A., Gevers, T. and Snoek, C. G. M. 2011 ‘Empowering visual categorization with the GPU’, *IEEE Transactions on Multimedia*, 13(1), pp. 60–70. doi: 10.1109/TMM.2010.2091400.
- Sevilla, J., Martin, G. and Nascimento, J. M. P. 2016 ‘Parallel Hyperspectral Unmixing Method via Split Augmented Lagrangian on GPU’, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 13(5), pp. 626–630. doi: 10.1109/LGRS.2016.2522561.
- Su, Y. *et al.* 2016 ‘An Efficient GPU Implementation of Inclusion-Based Pointer Analysis’, *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(2), pp. 353–366. doi: 10.1109/TPDS.2015.2397933.
- Torti, E. *et al.* 2014 ‘Real-time identification of hyperspectral subspaces’, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(6), pp. 2680–2687. doi: 10.1109/JSTARS.2014.2304832.
- Torti, E. *et al.* 2016 ‘A Hybrid CPU-GPU Real-Time Hyperspectral Unmixing Chain’, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(2), pp. 945–951. doi: 10.1109/JSTARS.2016.2522561.

10.1109/JSTARS.2015.2485399.

Varghese, A. *et al.* 2017 'Programming the Adapteva Epiphany 64-core network-on-chip coprocessor', *International Journal of High Performance Computing Applications*, 31(4), pp. 285–302. doi: 10.1177/1094342015599238.

Waidyasooriya, H. M. *et al.* 2017 'OpenCL-based FPGA-platform for stencil computation and its optimization methodology', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 28(5), pp. 1390–1402. doi: 10.1109/TPDS.2016.2614981.

Wang, J., Xie, C. and Pan, Z. 2013 'Optimization of DSP to generate spectrally efficient 16QAM Nyquist-WDM signals', *IEEE Photonics Technology Letters*, 25(8), pp. 772–775. doi: 10.1109/LPT.2013.2251329.

Wang, T. and Kemaq, Q. 2017 'Parallel computing in experimental mechanics and optical measurement: A review (II)', *Optics and Lasers in Engineering*. Elsevier, 50(4), p. doi: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2017.06.002>.

Wang, T. and Kemaq, Q. 2018 'Parallel computing in experimental mechanics and optical measurement: A review (II)', *Optics and Lasers in Engineering*. Elsevier Ltd, 104(April 2017), pp. 181–191. doi: 10.1016/j.optlaseng.2017.06.002.

Wang, Y. *et al.* 2016 'A Learning Algorithm for Bayesian Networks and Its Efficient Implementation on GPUs', *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(1), pp. 17–30. doi: 10.1109/TPDS.2014.2387285.

Wu, J., Song, Z. and Jeon, G. 2014 'GPU-parallel implementation of the edge-directed adaptive intra-field deinterlacing method', *IEEE/OSA Journal of Display Technology*, 10(9), pp. 746–753. doi: 10.1109/JDT.2014.2319232.

Xanthis, C. G. *et al.* 2014 'MRISIMUL: A GPU-based parallel approach to MRI simulations', *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 33(3), pp. 607–617. doi: 10.1109/TMI.2013.2292119.

Xu, K. *et al.* 2016 'A real-Time task scheduling algorithm for multicore embedded systems', *Proceedings - 2015 Chinese Automation Congress, CAC 2015*, pp. 1165–1170. doi: 10.1109/CAC.2015.7382674.

Xu, S. *et al.* 2018 'PIMCH: Cooperative Memory Prefetching in Processing-In-Memory Architecture', *Asp-Dac 2018*, pp. 209–214.

Yang, W. *et al.* 2015 'Performance Optimization Using Partitioned SpMV on GPUs and Multicore CPUs', *IEEE Transactions on Computers*, 64(9), pp. 2623–2636. doi: 10.1109/TC.2014.2366731.

Yu, D. *et al.* 2015 'A fast parallel matrix inversion algorithm based on heterogeneous multicore architectures', *2015 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*, pp. 903–907. doi: 10.1109/GlobalSIP.2015.7418328.

Zhang, H. *et al.* 2018 'High-Speed Visible Image Acquisition and Processing System for Plasma Shape and Position Control of EAST Tokamak', *IEEE Transactions on Plasma Science*, 46(5), pp. 1312–1317. doi: 10.1109/TPS.2018.2805911.

Zhang, J., Wang, H. and Feng, W. C. 2017 'CuBLASTP: Fine-Grained Parallelization of Protein Sequence Search on CPU+GPU', *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 14(4), pp. 830–843. doi: 10.1109/TCBB.2015.2489662.

Zhou, G. *et al.* 2017 'GPU-accelerated batch-ACPF solution for N-1 static security analysis', *IEEE Transactions on Smart Grid*, 8(3), pp. 1406–1416. doi: 10.1109/TSG.2016.2600587.

---

## El paradigma del deletreo: Avances en el desarrollo de interfaces cerebro-computadora aplicadas al deletreo de palabras

---

Graciela Ramírez-Alonso  
Kathia Rascón-Cervantes  
Alain Manzo-Martínez

Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Chihuahua

Email: [galonso@uach.mx](mailto:galonso@uach.mx)

---

### RESUMEN

Se presenta una revisión de las diferentes estrategias metodológicas que se han implementado en los últimos años para el desarrollo de interfaces cerebro-computadora (BCI por siglas en inglés) centrada en el tópico de deletreo de palabras por medio del análisis de señales electroencefalográficas (EEG). La primera parte del trabajo hace referencia a las bases de datos que se han generado por diferentes laboratorios y universidades. La segunda parte explica la metodología que siguieron diferentes autores, así como los algoritmos de procesamiento de señales y los modelos de clasificación utilizados para el reconocimiento de caracteres. La literatura indica que se han alcanzado resultados en porcentaje de exactitud superiores al 90%, lo que demuestra los grandes avances que se han logrado en esta área.

**Palabras Clave:** Paradigma del Deletreo, Señales EEG, Procesamiento de Señales, Modelos de Clasificación.

---

### Introducción

En las últimas décadas, gracias a los avances en tecnología y los estudios en el área médica, se han buscado diferentes soluciones a los problemas que se presentan en pacientes con enfermedades neurológicas mediante el desarrollo de interfaces cerebro-computadora (BCI). El objetivo de estas interfaces, es que pacientes que sufren alguna discapacidad puedan interactuar con su entorno y comunicarse de manera independiente (Ramadan y Vasilakos, 2017) (Wolpaw J. R., 2003). Específicamente, es de gran interés el desarrollo de interfaces de

comunicación BCI enfocadas en el paradigma del deletreo de palabras, el cual se basa en el estudio de señales cerebrales recabadas mediante electroencefalogramas EEG. Este paradigma fue creado por Farwell y Donchin (1988), y consiste en presentarle al paciente una cuadrícula de 6x6 caracteres alfanuméricos en una pantalla en donde el objetivo es deletrear letra por letra una palabra. Primero se le pide al paciente que preste atención al carácter que desea deletrear. Luego, en la cuadrícula, se intensifican las 6 filas y 6 columnas de

manera aleatoria durante 100 ms con un periodo de 75 ms entre intensificaciones, esperando con esto, que cuando se intensifique la columna y la fila que contienen al carácter deseado las señales eléctricas del cerebro generen potenciales P300. Estos potenciales son ondas con deflexiones positivas que aparecen alrededor de los 300 ms después del estímulo visual (Blankertz, et al., 2006). La figura 1 muestra este proceso.

Una vez que se tiene el registro de la señal que contiene los potenciales P300, se procede a implementar diferentes algoritmos de procesamiento de señales

para su filtrado, extracción de características y clasificación automática. Con el fin de estandarizar el desempeño de los sistemas enfocados al desarrollo de interfaces de comunicación BCI, los investigadores han generado diferentes bases de datos, así como también, han implementado diferentes modelos y algoritmos para reconocer correctamente los caracteres a deletrear. En este artículo se describen las bases de datos más importantes que se han utilizado en los diferentes trabajos revisados, además de algunos de los modelos que han logrado buenos resultados en la etapa de clasificación de caracteres.

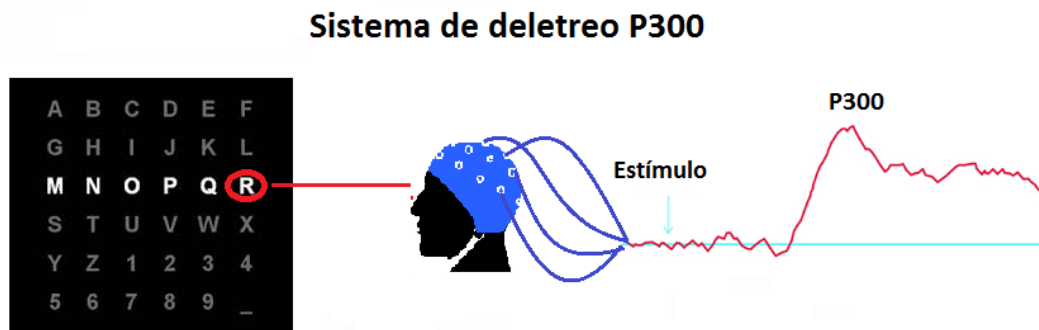


Figura 1. Ejemplo de cuadrícula 6x6 usada en un sistema de deletreo P300; 300 ms después de que se ilumina el carácter de interés, la lectura del EEG captará la deflexión positiva.

## Desarrollo

### Base de datos de BCI Competition II y III

Estas bases de datos fueron proporcionadas por el departamento de salud del laboratorio BCI del centro Wadsworth, New York en el año 2003 y 2005 respectivamente (Blankertz, et al., 2004) (Blankertz, et al., 2006). En ellas, se representa un registro completo de potenciales evocados P300 de dos sujetos, recabados con el software BCI2000. A los usuarios se les presentó una cuadrícula de 6x6 con 36 caracteres alfanuméricos como se muestra en la figura 1. Los usuarios debían de prestar atención a

los caracteres de manera secuencial para formar una palabra previamente definida. Las seis filas y las seis columnas de la matriz se intensificaron aleatoriamente a un ritmo de 5.7 Hz. Las señales fueron recabadas de 64 canales, filtradas con un pasa bandas de 0.1-60 Hz y digitalizadas a 240 Hz. Estas bases de datos se encuentran disponibles en <http://www.bbc.de/competition/ii/> y <http://www.bbc.de/competition/iii/#data> set ii.

### Base de datos del laboratorio de procesamiento de señales neuronales en Singapore

Al igual que la base de datos anterior, la base de datos de Singapore se generó a partir de presentarle al usuario una matriz de 6x6 caracteres alfanuméricos (Thulasidas, Guan, y Wu, 2006). El sistema con el que se adquirió esta base de datos se basó en el amplificador Neuroscan llamado SynAmps2, que tiene 64 canales monopares y cuatro bipolares. Los canales bipolares son usados para monitorear el movimiento de ojos o parpadeo durante la adquisición de los datos. El software Neuroscan canaliza los datos en modo de servidor con un puerto TCP/IP y los recolecta con el mismo software en distintas máquinas a 250 Hz. Durante la fase de recopilación de datos, a los sujetos se les presenta una secuencia de 41 caracteres en 10 rondas de 12 estímulos visuales en donde

cada ronda hay un periodo de descanso de medio segundo.

### Base de datos del laboratorio de la Universidad de Manitoba, Canadá

En este experimento se les presenta a los usuarios una pantalla de 7 regiones con grupos de 7 caracteres, tal como se muestra en la figura 2 (Fazel-Rezai y Abhari, 2009). Este nuevo paradigma trabaja con dos niveles, en el primero se le pide al usuario prestar atención al carácter que desea deletrear mientras se intensifican aleatoriamente cada uno de los 7 grupos. En el segundo nivel, los caracteres del grupo detectado son distribuidos en otras siete regiones. En este nivel, de manera similar al primero, las diferentes regiones son intensificadas mientras el sujeto se concentra en sólo una de ellas. Esta base de datos fue adquirida a partir de 10 sujetos, por cada sujeto se recabó la señal de 30 caracteres por medio de tres canales en donde las señales se digitalizaron a 500 Hz.



Figura 2. Paradigma propuesto por Fazel-Rezai y Abhari (2009).

### Base de datos de la Universidad de Tecnología en Guangzhou, China

En este paradigma, se le presenta al sujeto una pantalla con una cuadrícula de 4x10 caracteres alfanuméricos como se muestra en la figura 3 (Chen y Zhang, 2017). Los caracteres se intensifican de manera aleatoria en donde uno de los estímulos

corresponde al carácter deseado donde se espera como respuesta el potencial evocado P300. En este experimento, la duración de los estímulos o intensificaciones es de 100 ms, mientras que el periodo entre las mismas es de 30 ms y en cada intercambio de carácter a deletrear hay un periodo de 2.6 segundos. Las señales de 5 sujetos fueron recolectadas de 32 canales a 250 Hz.



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z	1	2	3	4
5	6	7	8	9	0	.	,	?	

Figura 3. Interface utilizada por Chen y Zhang para el deletreo de palabras en base a señales P300.

Base de datos de la Universidad de Fargo, North Dakota

Para la adquisición de las señales se empleó el sistema inalámbrico EEG Motiv Research Edition, mientras que todos los códigos fueron escritos en MATLAB® (Obeidat, Campbell y Kong, 2015). La señal se adquirió de 14 canales con una frecuencia de muestreo de 128 Hz, además, el equipo filtra la señal con un pasa bandas de 0.16-43 Hz. Los datos adquiridos fueron de 17 sujetos en

donde se le presenta al usuario una cuadrícula de 6x6 caracteres alfanuméricos. En esta investigación la modificación al paradigma anterior es como sigue, en lugar de intensificarse aleatoriamente las filas/columnas se intensifican los bordes izquierdo e inferior de la cuadrícula tal como se muestra en la figura 4. Cada estímulo dura un periodo de 120 ms con un intermedio de 120 ms entre intensificaciones.

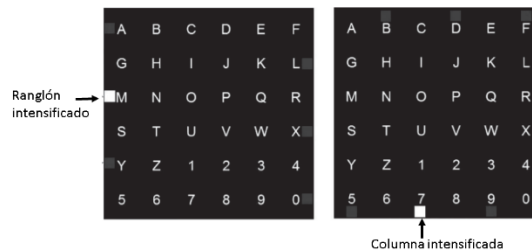


Fig. 4. Paradigma propuesto por Obeidat y Campell para el deletreo de palabras.

Base de datos de Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne en Lausanne, Switzerland

En el experimento se utiliza la interfaz de Farwell y Donchin (ver figura 1) en donde se intensifican las filas y columnas de manera aleatoria por 100 ms y con un intervalo entre intensificaciones de 100 ms (Mirghasemi, Shamsollahi, y Fazel-Rezai, 2006). Los caracteres a deletrear por dos sujetos son elegidos previamente y éstos se

muestran en la parte inferior de la pantalla. Para recabar esta base de datos se eligieron ocho palabras en el idioma francés teniendo 44 caracteres en total. Esta información se recaba con el equipo Biosem Active 2 que digitaliza la señal a 2048 Hz con 32 canales.

Las bases de datos descritas anteriormente han sido utilizadas en diferentes investigaciones. En esta sección del documento se describen en orden cronológico varias de las técnicas que han

implementado diversos autores para tratar el problema del delecteo. Estas varían en los canales utilizados para adquirir la señal EEG, tipo de filtro para procesar la señal, tamaño de sección de señal que contiene la onda P300 y algoritmos de clasificación.

2004, Kaper. El objetivo de la investigación fue participar en la segunda competencia BCI por lo cual se hizo uso de la base de datos BCI Competition II (Kaper, 2004). De las señales proporcionadas en esta competencia se tomó la información de 10 canales (Fz, Cz, Pz, Oz, C3, C4, P3, P4, PO7 y PO8). Se etiquetó el conjunto de entrenamiento con los valores de 1 y -1 para indicar presencia/ausencia de P300. Luego, se creó un nuevo conjunto de entrenamiento, donde se tomaron secciones de 600 ms posteriores a cada intensificación. Estas secciones se definieron como entradas al algoritmo clasificador. Como pre-procesamiento se empleó un filtro pasa bandas con frecuencias de corte de 0.5-30 Hz y se normalizaron las señales al intervalo [-1,1]. Se hizo uso de 5 validaciones cruzadas empleando una máquina de soporte vectorial (SVM) con los parámetros de  $C=20.007$  y  $\sigma = 27.359$ . Esto fue para la clasificación binaria, es decir, si existe o no el potencial P300. Posteriormente, se buscaron las filas más probables llevando un control de la frecuencia de cada una en los resultados arrojados por el clasificador como presencia de P300. De manera análoga se determinaron las columnas. Finalmente, con las filas y columnas, se determinaron los caracteres delecteados. El autor determinó que el menor número de repeticiones necesarias para lograr una buena clasificación es de 3 repeticiones por carácter con lo que se logró una exactitud del 80%.

2006, Mirghasemi et al. En esta publicación se hace uso de la base de datos de BCI

Competition II. El objetivo que se plantea es emplear diversos métodos de pre-procesamiento y clasificadores para determinar la dependencia o independencia de éstos en la detección de potenciales P300 (Mirghasemi, Shamsollahi, y Fazel-Rezai, 2006). De la señal proporcionada por la base de datos se toma la señal de 3 canales (Cz, Pz y Fz). Como pre-procesamiento de la señal se aplican tres métodos: filtro pasa bandas con frecuencias de corte de [0.5 30] Hz, filtro de mediana y método Facet. Antes de realizar el procesamiento se normalizan todos los datos al intervalo [-1,1]. Como entrada al algoritmo se toma la señal correspondiente a 144 muestras (equivalente a 600 ms) después de un estímulo. Para disminuir la dimensionalidad de las entradas, se implementa un análisis de componentes principales (PCA), reduciendo de 144 a 21 muestras. Las etiquetas asignadas a estas características están dadas por el conjunto {-1, 1} que indican la ausencia o presencia de P300. Finalmente, se implementan cuatro algoritmos de clasificación con y sin aplicar PCA: análisis discriminante lineal (FLD), FLD con kernel Gausiano (KFD), y redes neuronales con dos (2RNA) y tres (3RNA) capas. En la red neuronal de dos capas se emplea una función de activación tangencial para la primera capa y una lineal en la segunda. En el caso de tres capas se usa la función tangencial en las primeras dos capas y una lineal en la tercera. En ambas redes se toma un aprendizaje de gradiente descendente. La mejor exactitud lograda fue de 96.77% empleando 3 combinaciones de pre-procesamiento - clasificador: FLD con el filtro pasa bandas, 2LPNN con filtro de mediana y método Facet.

2006 Thulasidas et al. En esta investigación se hace uso de la base de datos de Singapore considerando la señal de 25 canales

(Thulasidas, Guan , & Wu, 2006). Como pre-procesamiento se implementa un filtro pasa bajas. Con el fin de reducir la dimensionalidad de los datos, se usó PCA para transformar de 25 (número de canales) a 20. En el algoritmo de clasificación se empleó una máquina de soporte vectorial (SVM) con kernel Gaussiano. Las entradas al clasificador fueron las concatenaciones de los vectores de 500 ms posteriores a un estímulo. Los autores realizaron varios experimentos y concluyeron que la exactitud no aumenta al emplear más de diez repeticiones de la señal. Se observó que con siete repeticiones la exactitud promedio es de 90% y con 10 repeticiones es de 95%.

2007 Yang. El autor emplea la base de datos BCI Competition II considerando la totalidad de la información proporcionada de los 64 canales de la base de datos (Yang, 2007). Como pre-procesamiento se emplea un filtro pasa bandas con frecuencias de corte de 0.4 y 20 Hz, escalando los datos al rango [-1, 1]. Se tomaron secciones de señal con los valores de los 667 ms posteriores a cada estímulo, esto para los 64 canales. Se etiquetaron las muestras de entrenamiento con las etiquetadas +1 y -1 para indicar la presencia/ausencia de P300. Se buscaron los canales que presentaron las mayores amplitudes ordenándolos de manera decreciente tomando los más representativos. Para el algoritmo de clasificación se implementó una máquina de soporte vectorial con kernel Gaussiano variando los parámetros de C y sigma. Los autores reportan una exactitud del 100% en la clasificación de caracteres empleando únicamente 4 repeticiones, sin embargo, sólo se infieren 19 diferentes caracteres y no los 36 de la cuadrícula.

2008 Rakotomamonjy. El autor utiliza la base de datos de BCI Competition III. Con el fin de elegir la mejor selección de canales se prueban tres conjuntos de ellos: el primer conjunto contiene todos los canales de la base de datos (64 en total), el segundo conjunto está conformado por 8 canales (Fz, Cz, Pz, C3, C4, P3, P4 y Oz) y por último un conjunto de canales seleccionados con base en una eliminación recursiva (Rakotomamonjy, 2008). Antes de comenzar a trabajar con la implementación de algoritmos se analiza el comportamiento gráfico de las señales, de este análisis se concluye que los potenciales evocados aparecen en el intervalo de 300 a 350 ms después del estímulo (equivalente a 12 muestras). Se establece una división del problema en dos partes, la primera consiste en una clasificación binaria para presencia/ausencia de la onda P300, y la segunda parte consiste en la predicción de los caracteres. Como pre-procesamiento de toda la señal se aplica un filtro Chebyshev de orden 8 con frecuencias de corte de 0.1 y 10 Hz. Por cada canal se extrajeron todas las muestras entre 0 y 667 ms posteriores a una intensificación. De acuerdo con el conocimiento sobre donde aparecen los potenciales evocados se tomaron 14 muestras correspondientes al post-estímulo de una intensificación de cada canal. El autor entrena 17 SVMs cada una con un conjunto diferente de caracteres. Los porcentajes de una correcta clasificación en promedio para los dos sujetos fue de 73.5% tomando sólo 5 repeticiones y 96.5% con 15 repeticiones. Además, al hacer una comparativa entrenando los clasificadores con las señales del sujeto A y probándolos con las del sujeto B, se obtuvo un bajo porcentaje de correcta clasificación del 26%.

2009 Fazel-Rezai y Abhari. Esta investigación aborda el tema sobre el error que generan los estímulos de filas y columnas adyacentes a la deseada en el

experimento propuesto por Farwell y Donchin (Fazel-Rezai y Abhari, 2009). Se afirma que ésta es la principal fuente de error en la detección de potenciales evocados P300. Para demostrar esta afirmación se trabaja con las bases de datos BCI Competiton II y la base de datos de Manitoba, Canadá. De la primera base de datos se toma la información de 5 canales (Fz, Pz, Cz, C1 y C2), mientras que de la segunda se toma la de 3 canales (Fz, Cz y Pz). En la parte de extracción de características se obtienen los coeficientes del wavelet Mexican-hat y sus promedios se emplean como entradas al clasificador. Con la finalidad de comparar los dos paradigmas y determinar si el nuevo paradigma propuesto por el instituto de Manitoba realmente es mejor, se usa la señal de la palabra P3A. Los autores mencionan que se realizaron experimentos con una variedad de clasificadores, sin embargo, no se habla de cuáles fueron o cuál arrojó los resultados expuestos. El porcentaje de aciertos logrado al emplear la primera base de datos del paradigma de Farwell y Donchin es de 63.3%, mientras que con el paradigma por regiones es de 81.7%. Con base en los resultados arrojados, el nuevo paradigma basado en regiones representa una mejora importante en la exactitud en la identificación del carácter deseado.

2011 Cecotti. En esta investigación se trabaja con la base de datos BCI Competition III. Se toma la información de los 64 canales disponibles, como pre-procesamiento se hace un sub-muestreo de toda la señal con la finalidad de reducir el tamaño de los datos a analizar a la mitad (120 Hz), finalmente, se filtra la señal con un pasa bandas con frecuencias de corte de 0.1 y 20 Hz y se normaliza la señal (Cecotti, 2011). El autor implementa primero un clasificador para la detección de la respuesta P300 y un segundo modelo realiza el reconocimiento del carácter. Para

implementar el primer clasificador que debe detectar las respuestas P300 se utilizan redes neuronales convolucionales (CNN) de 5 capas mientras que para el reconocimiento del carácter se emplean modelos probabilísticos. El autor reporta un porcentaje de exactitud promedio del 94.5%.

2015 Obeidat. En este trabajo se hace uso de base de datos de Fargo, North Dakota tomando la información de los 14 canales de la base de datos (Obeidat et.al 2015). Con el fin de eliminar el ruido a cada electrodo, se le restó el promedio de las series de tiempo de todos los sensores. Enseguida, se tomaron segmentos de datos del intervalo 0 a 600 ms posterior a los estímulos considerando 144 segmentos. Cada segmento es una estructura bi-dimensional que contiene la información de la señal EEG registrada de 14 electrodos con 77 intensificaciones. El clasificador empleado fue el de análisis discriminante lineal bayesiano (BLDA). Para entrenar el algoritmo se empleó de cada participante los datos de 29 caracteres. Los valores arrojados por BLDA para cada segmento correspondiente a cada fila o columna se promediaron en las 12 iteraciones. El autor realiza una evaluación en términos de calificaciones subjetivas sobre fatiga, comodidad y estado de alerta. Se realizó una comparativa entre los resultados generados con esta modificación basada en los bordes (EP) contra los resultados al emplear las intensificaciones comunes de fila/columna (RCP). La exactitud medida de la clasificación de EP es de 93.3% mientras que con RCP se obtuvo un 81.7%. El grado de fatiga se evaluó antes y después del experimento con una escala entre 0 y 9. Respecto a la fatiga, después de usar el deletreador, los participantes informaron estar menos fatigados con un 1.14 para EP que con 3.14 para RCP. Por otro lado, hablando de mayor comodidad, se obtuvo un 8.3 de EP y un 6.4 de RCP. Finalmente, al evaluar el sección de mayor alerta se arrojó

un 8.5 de EP y un 6.1 de RCP. Estos resultados indican una mejora en la exactitud, en la velocidad de deletreo y en la experiencia del usuario que incluye una menor fatiga, mayor comodidad y mayor grado de alerta.

2017 Chen y Zhang. En esta investigación se busca explorar las redes neuronales convolucionales (CNN) empleando dos diferentes criterios de paro: static stopping criterion (SSC) y dynamic stopping criterion (DSC). Para esto hacen uso de la base de datos Ecole Polytechnique Fédérale. En el pre-procesamiento se realiza un sub-muestreo para reducir los datos en una sexta parte, luego se aplica un filtro pasa bandas de 0.5 Hz a 20 Hz y finalmente, se normaliza la señal (Chen y Zhang, 2017). La topología de la CNN está compuesta por 5 capas. Con el fin de resolver el desequilibrio de las muestras positivas y negativas en el deletreador P300 (un P300 frente a 39 muestras que no contienen P300 en este sistema) se tomaron todas las muestras con P300 y el mismo número de muestras sin P300 para cada época de entrenamiento. El algoritmo de clasificación arroja dos salidas

que pueden ser 0 o 1, las cuales indican ausencia y presencia de P300 respectivamente. En este trabajo se muestran los resultados de la detección de P300 y del reconocimiento de caracteres empleando SSC y DSC. En la detección de las P300 se reporta una tasa de reconocimiento promedio de 84.4%. En la clasificación de los caracteres se logró una exactitud media de 96% para SSC y de 94.8% para DSC, aunque la exactitud de SSC es mayor que la de DSC, los autores de este trabajo afirman que con un umbral apropiado DSC puede mantener un buen rendimiento.

La tabla 1 muestra a manera de resumen las diferentes investigaciones que se describieron anteriormente, enfocadas a la implementación de modelos para el deletreo de palabras con base al análisis de señales EEG P300. Como se puede observar, la mayoría de los resultados que se reportan superan el 90% de exactitud, lo que demuestra los grandes avances que se han logrado en el desarrollo de interfaces cerebro-computada BCI enfocadas al deletreo de palabras.

Autor	Base de datos	Filtrado	Clasificador	Porcentaje promedio de aciertos
<a href="#">Kaper, 2004</a>	<a href="#">BCI Competition II</a>	Pasa bandas, fc. 0.5 - 30 Hz	SVM	80%
<a href="#">Mirghasemi, et al., 2006</a>	<a href="#">BCI Competition II</a>	Filtro pasa bandas con fc. 0.5 -30 Hz, Filtro de mediana Método Facet	FLD FLD-KFD 2RNA 3RNA	96.77%
<a href="#">Thulasidas, et al., 2006</a>	<a href="#">Singapore</a>	Filtro pasa bajas	SVM	95%
<a href="#">Yang, 2007</a>	<a href="#">BCI Competition II</a>	Filtro pasa bandas, fc. 0.4 - 20 Hz	SVM	100% en la detección de 19 caracteres
<a href="#">Rakotomamonjy, 2008</a>	<a href="#">BCI Competition III</a>	Filtro Chebyshev de orden 8, fc. 0.1 - 10 Hz	SVM	96.5%
<a href="#">Fazel-Rezai &amp; Abhari, 2009</a>	<a href="#">BCI Competition II y Manitoba Canadá</a>	Filtro wavelet <a href="#">Mexican Hat</a>	n/a	81.7%
<a href="#">Cecotti, 2011</a>	<a href="#">BCI Competition</a>	Filtro pasa bandas, fc. 0.1-20 Hz	CNN	94.5%
<a href="#">Obeidat, et al., 2015</a>	<a href="#">North Dakota</a>	Sin filtro	BLDA	93.3%
<a href="#">Chen &amp; Zhang, 2017</a>	<a href="#">China</a>	Filtro pasa bandas, fc. 0.5-20 Hz	CNN	96%

Tabla1. Resumen de artículos que han implementado diferentes algoritmos para el desarrollo de sistemas BCI enfocadas al deletreo de palabras

## Conclusiones

A la fecha, se han logrado muy importantes avances en el desarrollo de interfaces BCI. En este artículo se presentan aquellos modelos que han reportado los mejores resultados en la detección y clasificación de potenciales evocados P300 para el deletreo de palabras. De igual manera, se presentan las bases de datos que se han desarrollado para esta tarea. En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, alumnos de las carreras de Ingeniería Matemática, Ingeniería en Sistemas Computacionales Hardware y el posgrado de

Maestría en Ingeniería en Computación se encuentran trabajando en diferentes algoritmos y modelos matemáticos para el procesamiento de señales EEG para el desarrollo de sistemas BCI. En estas aplicaciones se implementan diferentes algoritmos de procesamiento de señales y modelos de clasificación para la correcta interpretación de las señales EEG. Si se tiene interés en el desarrollo de aplicaciones en esta área puede contactarse con los autores de este artículo.

## Referencias

Blankertz, B. y otros, 2006. The BCI competition III: validating alternative approaches to actual BCI problems. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 14(2), pp. 153-159.

Blankertz, B. y otros, 2004. The BCI competition 2003: progress and perspectives in detection and discrimination of EEG single trials. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 51(6), pp. 1044-1051.

Cecotti, H. & G. A., 2011. Convolutional neural networks for P300 detection with application to brain-computer interfaces. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 33(3), pp. 433-435.

Chen, Z. & Zhang, X., 2017. Dynamic stopping in P300 speller with convolutional neural network. *Shanghai, China, s.n.*, pp. 383-386.

Farwell, L. & Donchin, E., 1988. Talking off the top of your head: toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 70(6), pp. 510 - 523.

Fazel-Rezai, R. & Abhari, K., 2009. A region-based P300 speller for brain-computer interface. *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering*, 34(3), pp. 81-85.

Kaper, M. M. P. G. U. L. T. & R. H., 2004. BCI competition 2003-data set IIb: support vector machines for the P300 speller paradigm. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 51(6), pp. 1073-1076.

Mirghasemi, H., Shamsollahi, M. B. & Fazel-Rezai, R., 2006. Assessment of Preprocessing on Classifiers Used in the P300 Speller Paradigm. *New York, NY, USA, s.n.*, pp. 1319-1322.

Obeidat, Q. T., Campbell, T. A. & Kong, J., 2015. Introducing the Edges Paradigm: A P300 Brain-Computer Interface for Spelling Written Words. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(6), pp. 727-738.

Rakotomamonjy, A., 2008. BCI competition III: dataset II-ensemble of SVMs for BCI P300. *IEEE transactions on biomedical engineering*, 55(3), pp. 1147-1154.

Ramadan, R. A. & Vasilakos, A. V., 2017. Brain computer interface: control signals review. *Neurocomputing*, Volumen 223, pp. 26 - 44.

Thulasidas, M., Guan, C. & Wu, J., 2006. Robust classification of EEG signal for brain-computer interface. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 14(1), pp. 24-29.

Wolpaw, J. R., 2003. Brain-computer interfaces: signals, methods, and goals. *Capri Island, Italy, s.n.*, pp. 584-585.

Yang, L. L. J. Y. Y. & L. G., 2007. An Algorithm to Detect P300 Potentials Based on F-Score Channel Selection and Support Vector Machines. In *Natural Computation*, Volumen 2, pp. 280-28

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de Prodep. Apoyo a la Incorporación de Nuevos PTC, convenio OF-17-8204.

---

## Protocolo de Identificación de Riesgos para Gasolineras

### Caso de estudio: Empresa Operadora de Hidro SA de CV

---

Vicente Jonathan Medina Loeza

Manuel Alberto Rodríguez Esparza

Karla Gabriela Gómez Bull

María Magdalena Hernández Ramos

Pedro Rodríguez Armas

DMCU

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Av. del Desierto 18100

Cd. Juárez, Chih. México

---

### RESUMEN

El presente proyecto consiste en la generación de un protocolo de identificación de riesgos que permita reconocer aquellas situaciones que representen un daño, tanto a los trabajadores como a las personas cercanas a la Empresa Operadora de Hidro, S.A. de C.V., a través de los lineamientos establecidos por la Constitución Política Mexicana. Para la elaboración de dicho protocolo se realizaron recorrido de zona junto con una verificación visual, además se utilizaron las NOMS 001 y 002 de la STPS, con las cuales se elaboraron actas de verificación que ayudaron a identificar aquellas situaciones que representarían un riesgo. Al analizar la información recopilada, se encontró que el 75% de los lineamientos revisados si cumplían con lo establecido por las normas. De acuerdo a los resultados encontrados se pudieron generar una serie de recomendaciones, entre las que se encuentran realizar simulacros, ya que fue uno de los parámetros que no cumple dicha empresa. Así como el llevar a cabo revisiones de forma mensual, para asegurarse que los sistemas contra incendio se encuentren en buenas condiciones.

**Palabras clave:** Protocolo, riesgos, gasolineras.

---

## Introducción

En México, la seguridad va más allá de un concepto, ésta se percibe como una situación de bienestar personal, y/o filosofía que busca preservar la integridad física de las personas, de los bienes materiales y los inmuebles tales como: centros comerciales, iglesias, casas habitación, gasolineras entre otros, en este sentido y dado los riesgos a los que se está expuesto en una despachadora de combustible, surge la necesidad de diseñar herramientas de identificación de riesgos, el cual coadyuve en alcanzar lo anterior expuesto.

Por esta razón en este documento, se presenta un estudio que refiere al diseño y comprobación de efectividad de un protocolo de identificación de riesgos para gasolineras, en el cual se elige como caso de estudio la compañía denominada “OPERADORA DE HIDRO S.A. DE C.V.,” empresa donde con el apego de las leyes pertinentes se refuercen las medidas establecidas que permitan la disminución de los factores referentes a los accidentes que resulte en la prevención de daños. El documento pretende ser un referente para los responsables de la toma de decisiones en empresas relacionadas con el manejo de hidrocarburos, los cuales puedan

identificar de forma estandarizada los riesgos a los que se encuentran expuestos durante el desarrollo de sus actividades y así disminuir el peligro que conlleve a la protección del personal, los materiales y el inmueble. El instrumento tomando como marco de referencia lo establecido en documentos oficiales, permite identificar y conocer los diferentes tipos de peligro que existen en cuanto a las circunstancias establecidas y siendo así se tomen acciones preventivas que den respuesta durante situaciones de peligro.

Debido a la naturaleza de la empresa en estudio, el tipo de actividades que en ésta se desarrollan y las sustancias que se manejan, a través de este trabajo, se detectó que es necesario un protocolo de identificación de riesgos, que incluya los puntos, como establece el Sistema Nacional de Protección Civil, con el objeto de proteger a las personas y a la sociedad ante un conato de emergencia o desastre, a través de acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas humanas, la afectación de la planta productiva, la destrucción de bienes materiales, el daño a la naturaleza y la interrupción de las funciones esenciales de la sociedad.

## Metodología

### Diseño del Estudio

El diseño de la investigación del presente trabajo fue de tipo descriptivo, debido a

que se plasman las condiciones actuales en las que se trabaja, para este caso de estudio, se conocieron las medidas que tomaba el personal ante una situación de



riesgo. Se considera de tipo no experimental, debido a que únicamente se observó el entorno de trabajo sin modificar ninguna de las variables analizadas. Es de diseño transversal ya que se realizó en un solo periodo de tiempo para la recolección de datos y elaboración del protocolo correspondiente.

## **Método**

Se realizó un recorrido a través de la gasolinera, con el fin de conocer las instalaciones en esta estación de servicio, materiales y sustancias utilizadas, equipo de trabajo y personal que laboraba en la misma, que pudiera ayudar a determinar los posibles riesgos detectando sus causas principales. El orden que se siguió para este recorrido, fue de acuerdo a lo establecido en las normas que se determinaron eran aplicables a esta

estación. Fue necesario valorar a los empleados que conformaban a esta empresa; así como el número de personas que la visitaron y la frecuencia con la que recurrían a la estación, los materiales con que se trabaja y las cantidades en que se manejan.

Una vez realizado el recorrido, se determinó que para poder obtener una información más fiable que sirviera de base para conocer el estado de seguridad en que se encuentra la estación de servicio "Operadora de Hidro S.A. de C.V.", fue necesario evaluar si se cumplían o no las disposiciones establecidas por las normas NOM-001-STPS-2008 y la NOM-002-STPS-2010.

Por lo cual se procedió a diseñar un formato de registro, donde se integraron los puntos marcados por las normas entre los que se encuentran la disposición, como el apéndice 7 "Requisitos de seguridad en el centro de trabajo", 9 "Requisitos de seguridad para el tránsito de vehículos", delimitación de área de carga y descarga. Se solicitó autorización del personal encargado (gerente) de la estación de servicio y así poder evaluar dichos datos en el lugar.

De igual manera se diseñó un formato de registro para la norma, NOM-002-STPS-2010 en el cual se integraron los puntos marcados por las normas, entre los que se encuentran el apéndice 7 "Condiciones de prevención y protección contra incendios", 8 "Plan de atención a emergencias de incendio", 10 "Simulacros de emergencias de incendio", 13 "Procedimiento para la evaluación de la conformidad".

Uno de los aspectos que fueron revisados, trata acerca de elaborar un programa anual de revisión mensual de los extintores, y vigilar que cumplan con las condiciones, mismo que hace referencia a instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro trabajo al alcance de los trabajadores, incluidas las relativas a la ejecución de trabajos en las que se puedan presentar incendios, y supervisar que éstas se cumplan.

El apartado 8 se encarga de revisar los planes de atención a emergencias de incendio, en esta etapa se verificó que el plan contuviera los puntos normativos como son: La identificación y localización de áreas, la identificación de

rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, el procedimiento de aviso, en caso de ocurrir una emergencia de incendio. Con esto se abarcaron los planes de ayuda que plasman todo lo relacionado con la atención a la emergencia para centros de trabajo con riesgo de incendio alto.

Una vez que se finalizó con lo planteado en el apartado anterior, se procedió a revisar el apéndice 10, mismo que revisa lo relativo a simulacros de emergencia, se verificó por áreas y por todo el centro de trabajo para la prevención y atención de incendios marcando una nueva directriz sobre el cómo implementar y planear los simulacros ya sea por zonas o áreas dependiendo su índice de riesgo de incendio.

Por último, el apéndice 13 especifica los aspectos a verificar durante la evaluación de la conformidad de la

presente Norma, según aplique, mediante la constatación física, revisión documental, registros o entrevista, de conformidad.

Posteriormente a la realización de la lista de cotejo, el cual fue desempeñado un papel importante para el análisis de información, en la cual consistió en separar que parámetros se cumplieran y cuáles no, para establecer posibles recomendaciones en las características que no se cumplieron.

Se plasmaron los aspectos analizados para consecutivamente realizar gráficos que mostraron la situación real en que se encontró la estación. Mediante la utilización de una cámara fotográfica se recabaron evidencias que permitieron verificar los datos suministrados, ya que tratándose de una recopilación de información mediante observación es beneficioso para detectar ambigüedades.

## Resultados

### Análisis de datos

Para la información obtenida del análisis de las tablas se ingresaron en total 34 parámetros evaluados con sus respectivos resultados, para conocer qué porcentaje si cumplió con lo estipulado en las normas y cuál de estos no, es decir conocer de manera porcentual el estado de seguridad que tiene la estación en estudio. En los casos requeridos de verificación documental se determinó que los extintores no cumplen con lo requerido

por la norma en evaluación apéndice 7.3, ya que no se les realiza una revisión mensual, de manera que no existe registro de identificación de anomalías preventivas, por lo cual si existen, no hay un seguimiento que ayuden a la prevención y esto puede ocasionar que al momento de un accidente estos no puedan cumplir con su funcionamiento. En la figura 1 se muestra la comprobación en porcentaje de cumplimiento de la norma NOM-002-STPS-2010.

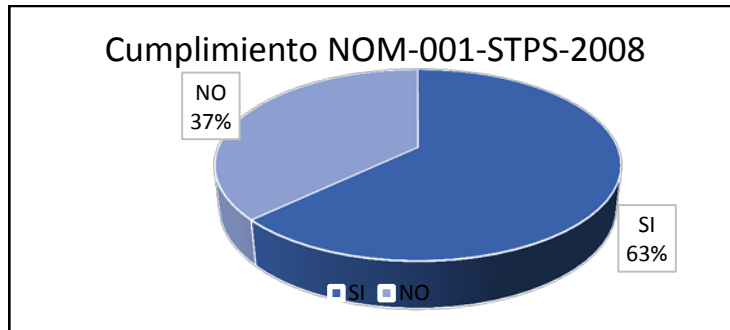


Figura 1. Cumplimiento de la norma NOM-001-STPS-2008 expresado en porcentaje.

Se calculó el porcentaje completo de las dos normas que se utilizaron para poder conseguir mayor veracidad de información y concretar el estado general de seguridad en que se encontraba la

estación. El porcentaje relacionado al cumplimiento de las normas NOM-001-STPS-2008 y NOM-002-STPS-2010 se muestra en la figura 2.

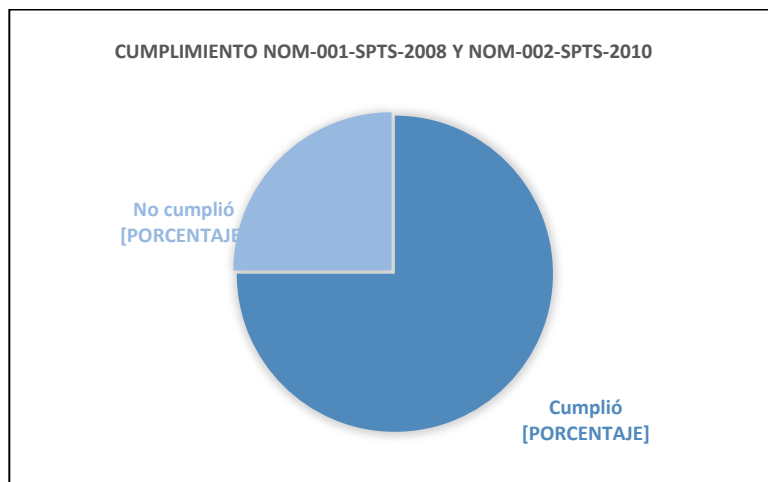


Figura 2. Cumplimiento de las normas NOM-001-STPS-2008 y NOM-002-STPS-2010 expresado en porcentaje.

### Layout

Se elaboró un Layout con el fin de señalar las áreas que tuvieran ausencia del cumplimiento en las normas establecidas con el acta de verificación, seccionando de tal forma que se pueda contemplar las faltas administrativas y posibilitar las soluciones más factibles

para ayudar en la mejora del lugar. En la figura 3, se muestra el orden distribuido de la estación de Operadora de Hidro S.A. de C.V. con el fin de esclarecer todos los puntos de distribución y cómo se conforman las unidades de tránsito en el exterior del caso de estudio.

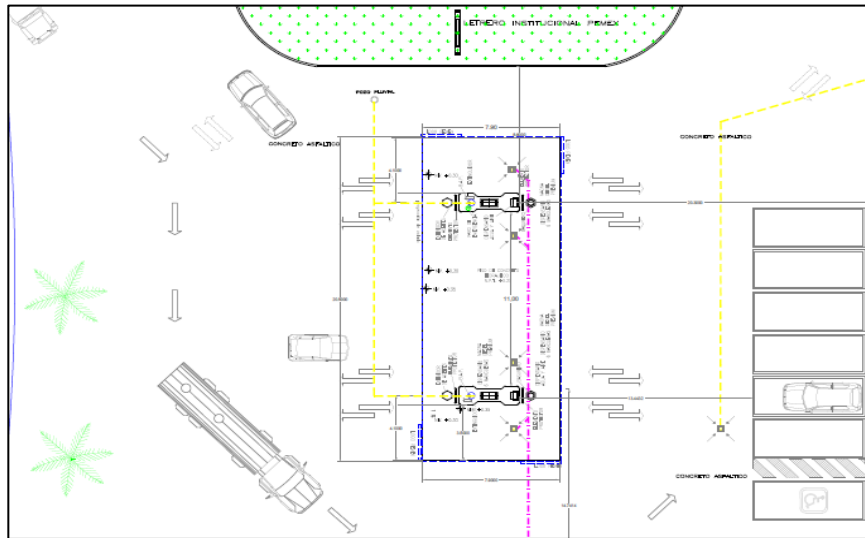


Figura 3. Layout de estación de combustible Operadora de Hidro S.A de C.V.

De acuerdo con los parámetros de evaluación en conformidad con la norma NOM-002-STPS- 2010, no se cuenta con revisiones mensuales a los extintores tanto documentales como físicas, los más importantes para asegurar el funcionamiento de los mismos. Los simulacros no son coordinados por

ningún elemento de la estación, por lo tanto, no se realizan con frecuencia. La mayor parte de los numerales son cumplidos de acuerdo con lo estipulado por la norma, debido a que se debe de contar con documentación para que sea comprobado los aspectos a evaluar.

## Conclusiones

Una vez realizado el levantamiento de la evidencia tanto documental como física analizado de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas para la prevención y combate de peligro, es decir las NOM-001-STPS-2008 y NOM-002-STPS-2010 se revisaron y se seleccionaron los parámetros que eran más aplicables para evaluar en la estación ya que de acuerdo a las normas no todas eran aplicables debido a las dimensiones del lugar de estudio, las cuales se organizaron en una serie de tablas para evaluar la veracidad de la seguridad de la estación o caso de

estudio. Se revisó mediante la separación del grado de riesgo de incendios por zonas ya que la normativa actual permite clasificar el riesgo por áreas.

Mediante este análisis se encontró que el 75 % de los parámetros que se eligieron para evaluación cumplían con lo estipulado en las normas, hablando referente a la identificación de áreas de carga y descarga, control de líquidos que pudieran provocar resbalones o alguno otro accidente, regulación periódica para extintores. Cumpliendo así con 24 de los numerales aplicables, entre los que se

cumplieron con total satisfacción fueron los que se pueden encontrar en la tabla que detallan como deben encontrarse las áreas de más peligro como lo son las de carga y descarga. Se notó que en gran motivo se debió a que no fue requerida una comprobación documental para estos casos, se creó que se debió a ese factor, ya que al analizar la siguiente tabla los parámetros no se presentó la misma situación al evaluar era necesario de comprobación documental, la cual no fue proporcionada ya que no se tenía elaborado el documento que comprobara que se cumplían las normas.

Para estos numerales se observó el incumplimiento de en los casos de simulacros que preparen a los trabajadores para actuar en casos de un accidente, así mismo como las revisiones mensuales para los extintores. Obteniendo que únicamente ocho de los numerales no se cumplen, adquiriendo así un porcentaje del 25% el cual se concluye que no es muy significativo. Se encontró evidencia que a través de un protocolo, se pueden identificar las situaciones en las que se

puede estar expuesto a accidentes, como atropellos, explosiones, caídas por residuos en los pisos, mal manejo de incendios, entre otros que pueden tener una situación final lamentable si no se conocen las normas para regular el lugar y se cumplen.

Se recomienda llevar a cabo revisiones mensuales acerca del buen funcionamiento de los sistemas contra incendio y así permitir una garantía dentro de lo posible su función en caso de necesitarlo, en los cuales se presente evidencia documental especificando fechas de revisión, los resultados de la revisión, las anomalías identificadas y el seguimiento de ellas, esto para mantener un control que pueda ser comprobado en caso de revisiones externas. Sería recomendable mejorar el compromiso mediante charlas a los trabajadores para su completa disponibilidad manteniendo las áreas en donde se encuentran los extintores, que estén totalmente libres de objetos que puedan obstruir el paso evitando así contratiempos en caso de un incidente.

## Referencias

Aguilera, M., Alejo, F. J., Navarrete, J. E., & Torres, R. C. (2014). Consideraciones sobre la Reforma de la Industria Petrolera en México. *Journal of Economic Literature*, 110-137. Recuperado el 09 de Febrero de 2017

Beltrán, C. M. (2009). *Protocolo para la prevención y atención de derrames de crudo de vehículos cisterna de transportes Joalco, para la ruta corcel.*

Díaz, J. M. (2007). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales* (9 ed.). Madrid: TÉBAR.

Fernández, S., García, J., Muñoz, C. E., Reyes, A. M., & Silva, A. L. (2009). *Los Riesgos de Trabajo y sus Repercusiones.* México: Trillas.

Mejía, R. F. (2010). *HIDROCARBUROS MANEJO SEGURO.* Bogotá, D.C.: Ecoe Ediciones. Poder Ejecutivo Secretaría De Gobernación. (23 de Diciembre de 2011). *Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011.* Recuperado el 06 de Febrero de 2017, de Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar.

SPTS. (Diciembre de 2010). *Asistente para la Identificación de las Normas Oficiales.*

Storch de Gracia, J. M., & García Martín, T. (2008). *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño.* Ediciones Díaz de Santos.

STPS. (2012). *AUTOGESTIÓN en Seguridad y Salud en el Trabajo.*

---

## EL MOVIMIENTO ESTUDIANTIL DE 1968: ECONOMÍA, REBELIÓN Y ROMANTICISMO

---

Dr. Jorge A. Salas-Plata Mendoza

Departamento de Ing. Civil y Ambiental  
Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Email: [jsalas@uacj.mx](mailto:jsalas@uacj.mx)

---

### RESUMEN

En México, las décadas de 1950 y 1960 se caracterizaron por un bajo desempleo, rápido crecimiento e inflación estable, aunque no todos los efectos de este periodo fueron buenos. La estrategia de desarrollo estabilizador no benefició a las grandes masas de población en rápido crecimiento. A fines de la década de los sesenta, la política en México estaba marcada por la corrupción, el caudillismo y el disgusto social. Los estudiantes no encontraron las mejores condiciones materiales para la realización de sus estudios, ni la clase de educación que buscaban en las universidades. Y cuando se graduaban de estas, les resultaba cada vez más difícil encontrar trabajo. El Estado mexicano no pudo integrar adecuadamente a la economía a este grupo social y tampoco pudo controlarlo del todo. Lo anterior fue produciendo descontento entre la población estudiantil mexicana que rápidamente adquirió conciencia política. El pliego petitorio del movimiento juvenil constituyó una bandera que clamaba justicia y rechazaba la represión. Fue una tendencia anti represiva en su origen que creció y se transformó en política. Como los jóvenes de las barricadas de un mundo transformado ya en aldea global, las y los estudiantes mostraron creatividad, conciencia política, idealismo, espontaneidad, inconformismo radical y agresividad.

**Palabras clave:** Desarrollo estabilizador, conciencia política, movimiento estudiantil, romanticismo.

---

### INTRODUCCIÓN

El movimiento estudiantil de 1968 en México se llevó a cabo en un contexto en el que el PRI se hallaba en sus mejores momentos. El partido en el poder contaba con una gran estabilidad política. Controlaba corporativamente el movimiento obrero y manipulaba a los campesinos mediante una reforma agraria que, a pesar de ser cada vez más insuficiente, le daba márgenes de maniobra considerable. Desde el punto de vista económico, el capitalismo mexicano presenciaba un auge formidable que

ya nunca pudo repetir. Los altos índices de crecimiento en la industria y en la agricultura, estabilidad financiera, mínimo endeudamiento, entre otros logros, configuraban lo que se dio en llamar “el milagro mexicano” de acuerdo con los apologistas del régimen. (Aguilar, 2018)

A pesar de haberse logrado un importante y sostenido crecimiento económico, la distribución de los beneficios de éste fue bastante desfavorable para la mayoría de la población. El patrón de acumulación de capital

adoptado en México a partir de la década de los cincuenta del siglo pasado generó tres grandes contradicciones que terminaron por convertirse en fuertes limitantes a la continuidad del patrón de crecimiento: la concentración del ingreso, el desequilibrio externo y el déficit fiscal. (Citado por Aparicio, 2010, pag. 9)

Por otro lado, y desde el punto de vista del desarrollo sustentable, hay escepticismo justificado con relación a los indicadores monetarios como el Producto Interno Bruto (PIB) para evaluar hasta qué punto un país o región son sostenibles ambientalmente y por tanto económicamente. Ejemplo de lo anterior es el mismo periodo denominado “milagro mexicano”, en el que el PIB relativamente alto enmascaró las contradicciones inherentes a este periodo.

La industrialización de la economía mexicana en el periodo anteriormente mencionado ocasionó una migración enorme del campo a la ciudad y una demanda creciente de educación superior que las autoridades gubernamentales y sus instituciones no pudieron satisfacer del todo debido a los esquemas de corto plazo que caracterizan a la economía capitalista y a las políticas públicas.

Los estudiantes no encontraron las mejores condiciones materiales para la realización de sus estudios, ni la clase de educación que buscaban en las universidades. Y cuando se graduaban de estas, les resultaba cada vez más difícil encontrar trabajo al que con todo derecho aspiraban cuando comenzaban sus estudios universitarios. Lo anterior fue produciendo descontento entre la población estudiantil que rápidamente adquirió conciencia política por una razón muy simple: a diferencia de las organizaciones tradicionales del

movimiento obrero que estaban profundamente burocratizadas y controladas desde hacía mucho tiempo por la sociedad burguesa, el medio estudiantil pudo liberarse de la manipulación constante y condicionamiento intelectual de los instrumentos de mediatización de la gran opinión pública al servicio de las élites del poder y del capitalismo. (Mandel, 2018)

De esta forma, un nuevo grupo social que buscaba mejores estándares de vida había emergido en el escenario político desde las fuentes mismas del sistema capitalista. El Estado mexicano no pudo integrar adecuadamente a la economía a este grupo y tampoco pudo controlarlo del todo. Aunque en el caso del movimiento estudiantil mexicano, su pliego petitorio pudiera reflejar una protesta muy elemental de aspiraciones democráticas básicas, visto a escala internacional, de manera desigual y combinada, fue una rebelión total que cuestionó no uno u otro aspecto de la sociedad existente, sino sus objetivos y medios. Fue una revuelta contra el estado industrial existente, tanto en contra de su estructura capitalista como del tipo de sociedad de consumo que creó. Esto se ligó a una resistencia sorprendente a cualquier cosa que viniese de arriba, al centralismo, a la modernización capitalista y al autoritarismo. Por último, el espíritu romántico del 68 no sólo constituyó la revuelta contra un sistema económico, social y político considerado inhumano, intolerable y opresivo, o de actos de protesta. También estuvo lleno de esperanzas utópicas y de sueños libertarios. La reivindicación del derecho a la subjetividad fue unida inseparablemente al impulso anticapitalista radical y al ímpetu antiburocrático del socialismo real que cruzó de un extremo al otro el movimiento del 68. (Lowy, 2018).



## EL MODELO DE DESARROLLO ESTABILIZADOR

La segunda guerra mundial provocó una mayor demanda europea y norteamericana de bienes primarios y manufacturados producidos en los países periféricos, situación que condujo a un mayor crecimiento de las exportaciones mexicanas y que se prolongó hasta 1945. Este auge exportador elevó las importaciones, lo que facilitó la creación de una industria sustentada en la demanda interna de maquinaria e insumos intermedios, que a su vez acentuó la tendencia al creciente desequilibrio externo en la cuenta corriente de la balanza de pagos. Durante la década 1940-1950, la economía mexicana inició la etapa de crecimiento sostenido que duraría hasta fines de los años sesenta.

El PIB creció a una tasa promedio anual superior al 7.5 %. Sin embargo, durante los años cuarenta y hasta 1955, la inflación se incrementó, lo que redujo los salarios reales. Esta reducción en el poder de compra real se vio

compensada por el aumento del empleo, la migración hacia las ciudades y los cambios a ocupaciones mejor remuneradas. Entre 1958 y 1970 México experimentó un periodo de crecimiento sostenido que constituye el episodio más relevante en la historia económica del país, ya que la tasa real de crecimiento del PIB alcanzó un promedio de 6.7 % anual, y la inflación, después de haber asimilado las repercusiones de la devaluación de 1954, descendió a un nivel promedio de 2.5 % anual en los años sesenta.

El periodo se caracterizó por una prolongada estabilidad cambiaria que duró 20 años (1956-1976). En suma, las décadas de 1950 y 1960 se caracterizaron, en lo general, por un bajo desempleo, un rápido crecimiento y una inflación estable. Sin embargo, no todos los efectos de este periodo fueron buenos para la economía mexicana. (Aparicio, 2010).

“La estrategia de crecimiento económico conocida como el desarrollo estabilizador, que supuestamente se ha traducido en el ‘milagro mexicano’, no benefició a los intereses de las grandes masas de población en rápido crecimiento, para las cuales el costo de ese ‘milagro’ representó una carga difícil de soportar. Esta estrategia de desarrollo condujo a la acumulación de contradicciones y tensiones socio políticas de magnitud desconocida durante todo el periodo posterior a la Revolución”. (Citado por Aparicio, 2010, pág. 8).

## LA CRISIS DEL SISTEMA POLÍTICO MEXICANO

El pliego petitorio del movimiento estudiantil mexicano, que se hizo famoso, fue la bandera de este. Una bandera que clamaba justicia y rechazaba la represión. Fue un movimiento antirrepresivo en su origen que, apoyado por la población de la actual Ciudad de México, creció y se transformó en político. Los estudiantes levantaron la noble bandera de la Constitución (Fazio, 2018). Y así, el rechazo a la impunidad,

la corrupción y el autoritarismo congénitos del Estado mexicano de los sesenta, los hizo hermanarse con el ideal del Che Guevara, no precisamente con sus ideas políticas, que la mayoría desconocía, sino por su solidaridad con las luchas de los pueblos oprimidos a escala mundial y las revoluciones sociales en curso en donde prevalecían las mismas condiciones de opresión.

Por otro lado, el presidente de la república y su partido estaban fascinados por los juegos olímpicos que les sirvió como una pantalla para ocultar la realidad de un país adormecido por la reiteración del santo nombre de la revolución mexicana que había tenido su último aire de renovación a comienzos de los años cuarenta. México era un país de 45 millones de habitantes, donde más de 20 millones, en su mayoría campesinos analfabetos, vivían sojuzgados en la miseria y sin esperanza posible de que algunos de los logros de la hazaña de Villa y Zapata los alcanzara algún día.

En 1968 casi el 60 por ciento de la población mexicana era menor de 25 años (Fazio, 2018). Para esa masa de jóvenes la revolución mexicana sólo existía en la abundante propaganda oficial y en las versiones de sus padres. El México real tenía pies de barro. Estaba marcado por la corrupción, el caudillismo y un conformismo paralizante. El patrón mandaba en la empresa y en los sindicatos. Los líderes “charros” se eternizaban y se convertían en diputados y senadores millonarios. No había canales de representación popular. La justicia era deficiente y estaba permeada por influencias, compadrazgos, y la “mordida” (soborno) ya era una institución. Había un parlamento servil controlado por los priistas. La “dictadura de partido” contaba con una maquinaria asfixiante.

La oposición servía de comparsa al régimen. No había libertad de prensa ni de opinión. Salvo excepciones, los periodistas cobraban en la nómina del gobierno. Como corearon los estudiantes, era una “prensa vendida”, dócil. La política mexicana era oscura y secreta. El presidente en turno designaba a su sucesor, era el reino del “tapadismo” y el “dedazo”. Se vivía en una democracia simulada, sin ciudadanos. Mandaba la “familia revolucionaria”, y los “cachorros” en el poder irradiaban un paternalismo agobiante.

Todos los mexicanos eran tratados como menores de edad. Lo que estalló en julio del 68 fue el cansancio y el disgusto. El fastidio por la demagogia, la marginación, el enmudecimiento, la injusticia, el vacío y la claudicación. El grito estudiantil sacudió las arcaicas estructuras del sistema.

Todo México cabía en las demandas de los jóvenes sesentayocheros. Pero el movimiento fue demasiado amenazador y peligroso para un régimen autoritario. La movilización estudiantil llevaba al caos, fue la lectura desde la cúspide de la autoridad central. Según el gobierno y las élites del poder, una juventud idealista, ingenua, estaba siendo manipulada por los profesionales de la agitación y la violencia. Fue el discurso oficial: la “conjura comunista” como coartada.

El gobierno no podía hablar y menos dialogar; se necesitaba una mano de hierro. Con el sexenio de Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970) la prepotencia priista llegó a niveles muy altos. Como secretario de Gobernación del gobierno del presidente anterior, Adolfo López Mateos (1958- 1964) y después él mismo como presidente, Díaz Ordaz fue el cerebro ejecutor de una de los ataques reaccionarios más feroces de América Latina en medio de la guerra fría anticomunista llevada al extremo por los ocupantes de la Casa Blanca, Kennedy, Johnson y Nixon.

Bajo el pretexto de la lucha contra el comunismo, la represión a las luchas populares había cobrado muchas víctimas (el asesinato del líder campesino Rubén Jaramillo, su esposa embarazada y familiares), la terrible agresión a la huelga de los trabajadores ferrocarrileros en 1959 con miles de despedidos y decenas de dirigentes encarcelados durante años.

El famoso penal de Lecumberri era el símbolo oscuro de ese momento recluyendo a decenas de trabajadores, estudiantes, médicos, periodistas, profesores, intelectuales y en la

cárcel de mujeres, también había presas políticas. Precisamente Demetrio Vallejo, el líder ferrocarrilero que llevaba casi diez años entre rejas se convertiría en el símbolo de los

presos políticos cuya libertad fue una de las principales demandas del movimiento estudiantil-popular. (Aguilar, 2018).

## EL ROMANTICISMO EN EL MOVIMIENTO ESTUDIANTIL

El Romanticismo no es sólo una escuela literaria de principios del siglo XIX (como todavía se puede leer en muchos libros), sino una de las principales formas de la cultura moderna. Como estructura sensible y visión del mundo, se manifiesta en todos los ámbitos de la vida cultural, a saber: la literatura, la poesía, el arte, la música, la religión, la filosofía, las ideas políticas, la antropología, la historiografía y otras disciplinas. (Lowy, 2018)

Como los jóvenes de las barricadas de un mundo transformado ya en aldea global, las y los estudiantes mostraron creatividad, conciencia de sí mismos, idealismo, espontaneidad, inconformismo radical y agresividad. Querían la gloria de una revolución de verdad, no pura máscara. (Lowy, 2018)

Testimonio de lo anterior fueron las siguientes expresiones en grafitis:

- *"La barricada cierra la calle, pero abre el camino"*
- *"Cuando la asamblea nacional se convierte en un teatro burgués, todos los teatros burgueses deben convertirse en asambleas nacionales"*
- *"La imaginación no es un don, sino el objeto de conquista por excelencia"*
- *"Nuestra esperanza sólo puede venir de los sin esperanza."*
- *"Decreto el estado de felicidad permanente."*
- *"Prohibido prohibir. La libertad comienza por una prohibición."*
- *"Cambiar la vida. Transformar la sociedad."*
- *"Heráclito retorna. Abajo Parménides. Socialismo y libertad."*
- *"Contempla tu trabajo: la nada y la tortura forman parte de él."*
- *"La emancipación del hombre será total o no será."*
- *"La novedad es revolucionaria, la verdad también."*
- *"Las jóvenes rojas cada vez más hermosas."*
- *"La imaginación toma el poder."*
- *"En los exámenes, responde con preguntas."*
- *"Aprende a cantar la internacional."*
- *"No puede volver a dormir tranquilo aquel que una vez abrió los ojos."*
- *"¡Viva la comuna!"*
- *"Olvídense de todo lo que han aprendido. Comiencen a soñar."*
- *"Abajo el realismo socialista. Viva el surrealismo."*
- *"La voluntad general contra la voluntad del general."*
- *"Si lo que ven no es extraño, la visión es falsa."*
- *"La belleza será revolucionaria o no será."*
- *"La sociedad es una flor carnívora."*

- "Un pensamiento que se estanca es un pensamiento que se pudre."
- "Sean realistas: pidan lo imposible"
- "¡Viva la comunicación! ¡Abajo la telecomunicación!"
- "Dios: sospecho que eres un intelectual de izquierda"

A falta de partidos políticos, las universidades habían terminado por ser los recintos donde los profesores y estudiantes expresaban libremente sus ideas. En el calor de

la revuelta, los estudiantes mexicanos proclamaron: "UNAM, territorio libre de México".

## DISCUSIÓN

¿Cuál es, entonces, el legado del 68 hoy? Se puede estar de acuerdo en que el movimiento ha sido derrotado de forma permanente, que muchos de sus participantes y dirigentes se han hecho conformistas, y que el capitalismo (en su forma neoliberal) no solo triunfó a partir de 1980, sino que se convirtió en el único horizonte posible.

A pesar de lo anterior, parece que estamos asistiendo en los últimos años al desarrollo, a escala global, de un nuevo y vasto movimiento social, con un componente anticapitalista fuerte donde las nuevas generaciones rebeldes están inventando su propia combinación de deseos, utopías y subjetividad. Este esfuerzo estará lejos de ser homogéneo: mientras que sus participantes más moderados o pragmáticos seguirán creyendo en la posibilidad de regular el sistema, una gran parte de estos se manifestará abiertamente anticapitalista, y sus protestas podrán encontrar, como en el 68, una fusión única de las críticas romántica y marxista del orden capitalista, de sus injusticias sociales y su codicia mercantil.

Se pueden vislumbrar sin duda analogías con los 60 (las poderosas tendencias antiautoritarias o libertarias, por ejemplo), pero también diferencias importantes: la ecología y el feminismo, todavía incipientes en el 68, son

ahora componentes centrales de la nueva cultura radical, mientras que las ilusiones en el "socialismo realmente existente" (soviético o chino) prácticamente han desaparecido (Lowi, 2018).

Las y los estudiantes mexicanos crearon su propia consigna: "2 de octubre no se olvida". La matanza de Tlatelolco fue un parteaguas. México también era América Latina. La amenaza al orden establecido había sido conjurada y pronto, de la mano de Pinochet y los Chicago Boys, irrumpiría el neoliberalismo en toda la región. El capitalismo había asimilado su crisis y se reestructuraba (Fazio, 2018).

En los cincuenta años que han transcurrido ciertamente el país ha cambiado mucho. Precisamente en este año en que se celebra el cincuentenario del inicio del Movimiento estudiantil-popular, tuvo lugar otro hito de la lucha del pueblo mexicano: en las elecciones generales del 1° de julio un tsunami de más de 30 millones de votos de mexicanos y mexicanas propinaron su peor derrota histórica a la mancuerna partidaria representante de los amos de México: lo que la *vox populi* llama el PRIAN, la unión de los principales partidos de la derecha, el PRI y el PAN, que constituyeron durante los últimos treinta años el reciclamiento del régimen presidencialista.

Tanto el PAN como el PRI se han derrumbado cayendo el segundo a una situación de irrelevancia política. La victoria electoral aplastante de Andrés Manuel López Obrador (AMLO) no significa todavía la desaparición del régimen. El régimen se encuentra en crisis con sus dos principales partidos sostenedores y apoyadores de los capitalistas seriamente dañados, tal vez sin remedio. El Movimiento de Regeneración Nacional (Morena) no es todavía un partido estructurado y en él se han refugiado muchos antiguos priistas y panistas, así como grupos heterogéneos provenientes de otras orientaciones políticas.

Constituye un gran conglomerado cuyo único común denominador es el caudillo dirigente. AMLO, el gran árbitro, se enfrenta a la tarea colosal de, al mismo tiempo, tener muy en cuenta a la por él mismo definida “mafia del poder”, que desde el mismo 2 de julio lo ha rodeado y aceptado como su nuevo guía, y a los

millones de trabajadores y pueblo oprimido que le ha dado la victoria con inmensas esperanzas de que la situación del país va a experimentar un giro decisivo en favor del bienestar popular.

Cincuenta años después de 1968 se ha producido una situación nueva de la lucha política cuyos enigmas complejos y profundos son evidentes desde el primer mes de sucedido el giro electoral del 1° de julio pasado. Se ha abierto un nuevo capítulo de la historia de México. No es exagerado afirmar que mucho de lo que sucede hoy tiene sus raíces en las alegres y audaces jornadas de las masas juveniles que recorrieron las calles de la capital de México y de otras ciudades del país, cimbrando los palacios y convocando al pueblo a unirse a su lucha por un México democrático y libertario. Fueron los héroes populares que se ganaron para siempre un lugar de honor en la memoria colectiva del pueblo mexicano. (Aguilar, 2018).

## CONCLUSIONES

El movimiento estudiantil de los sesenta del siglo pasado no fue ocasionado solo por una crisis de la economía capitalista ya que tuvo lugar en la llamada era de los "treinta años gloriosos" (1945- 1975), años de crecimiento capitalista y prosperidad en México. Es importante señalar lo anterior para evitar el engaño de creer que las rebeliones anticapitalistas única o principalmente son el resultado solo de la recesión o de una crisis más o menos catastrófica de la economía: no existe una correlación directa entre las crisis económicas y el incremento o la disminución de las luchas, o revoluciones, anticapitalistas. A esto hay que añadir la protesta contra las guerras imperialistas y/o coloniales, y una poderosa ola de simpatía (no sin ilusiones "románticas") hacia los movimientos de liberación de los países oprimidos del Tercer Mundo. En otras palabras,

hubo otro tipo de crítica anticapitalista, es decir, una crítica del desencanto, la falsedad y la miseria de la vida diaria, la deshumanización del mundo por la tecnocracia, la pérdida de autonomía y, por último, el autoritarismo opresivo de un gobierno jerárquico que en lugar de liberar las potencialidades humanas de forma autónoma, la auto-organización y la creatividad, sometía a los individuos a la "jaula de hierro" de la racionalidad instrumental y la mercantilización del mundo. Este romanticismo anticapitalista es más antiguo y tiene una base social mucho más amplia. Se encuentra no sólo entre los artistas, sino también entre intelectuales, estudiantes, mujeres y todo tipo de grupos sociales cuyo estilo de vida y cultura se ven afectados negativamente por el proceso destructivo de la modernización capitalista (Lowi, 2018).

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, M. El 68 mexicano, 50 años después. Recuperado de <http://www.sinpermiso.info/textos/el-68-mexicano-50-anos-despues>

Aparicio, A. (2010). Economía Mexicana 1910-2010: Balance de un Siglo. 2010. Recuperado de <file:///C:/Users/jartm/Documents/PONENCIA%20FORO%20ECONOMÍA/Economía.pdf>

Fazio, 2018. El 68 mexicano: Tlatelolco, contra el país de pies de barro. Recuperado de <http://www.sinpermiso.info/textos/el-68-mexicano-tlatelolco-contra-el-pais-depies-de-barro>

Mandel, E. Cincuentenario del 68: Del levantamiento contra la universidad burguesa hacia el levantamiento contra la sociedad capitalista. Recuperado de <http://www.sinpermiso.info/textos/cincuentenario-del-68-del-levantamientocontra-la-universidad-burguesa-hacia-el-levantamiento-contra>

Lowi. M. 2018. El romanticismo revolucionario de mayo del 68. Recuperado de <http://www.sinpermiso.info/textos/el-romanticismo-revolucionario-de-mayo-del68>

---

## ARTE Y OFICIO DEL EDITORIALISMO\*

---

Dr. Victoriano Garza-Almanza

Departamento de Ing. Civil y Ambiental  
Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Email: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx)

Twitter: [@publicaoperece](https://twitter.com/publicaoperece)

Sitio web: [publicaoperece.com](http://publicaoperece.com)

\* Capítulo del libro:

*El Ambiente a la sombra del hombre.*

Fabro Editores. USA. 2ª edición, 2011

---

*La opinión es una idea que posees,  
la convicción es una idea que te  
posee.*

Pollard

El señor W.P. Hamilton, primer editor del *The Wall Street Journal*, dijo una vez que en Estados Unidos se publicaban unas 22,000 editoriales periodísticas semanales, de las cuales “21,500 mejor no se hubieran impreso”. La razón, según él, era “la falta de pensamiento disciplinado” de los autores. Esto ocurrió hace ochenta y tres años (96 años al 2018), a principios de la década de los veinte. Hamilton, entre otras cosas, impulsó la teoría de Dow para el análisis de los mercados y acertó en sus pronósticos sobre la caída de la bolsa en 1929.

En esa misma época, el señor W.K. Kelsey, editorialista del *The Detroit News*, también dijo que en ese mismo país había “una docena de periódicos cuyas páginas editoriales eran útiles a la comunidad. Los otros pueden abolir sus propias páginas sin que sean pérdida nacional o local”. Tal vez el número de columnas editoriales señalado por el señor Hamilton sea en la actualidad diez veces superior al de entonces, pero lo que afirmaban él (Hamilton) y el señor Kelsey sigue teniendo validez.

¿Pero qué es y para qué sirve la página editorial? ¿Quiénes la elaboran? ¿Es esta

una actividad restringida a los periodistas y políticos? ¿Qué esta sección tiene que tratar a toda costa de política local y nacional, como ritualmente sucede en México, y nada más que sobre eso? En el libro *Escritura editorial: ética, política y práctica*, uno de los mejores y más extensos tratados que se hayan redactado sobre esta actividad, el profesor Lyle Spencer de la Universidad de Syracuse, escribió que la columna editorial es un arte y un oficio a la vez. “Como oficio puede ser enseñado y aprendido. Como arte solamente los más elementales principios pueden ser adquiridos. Y como arte, debe ser largamente cultivado por el individuo”.

Hay quienes tienen por oficio el editorialismo diario y lo hacen por meses y años. Establecen posturas de su periódico, perfilan la noticia, reseñan información de la vida cotidiana de sus lugares, informan e influyen en el lector. Estos editorialistas son los que están adentro del medio informativo. Pero hay otros, “los de afuera”, que por múltiples motivos, ya sea porque tienen deseos de compartir sus ideas y preocupaciones, o porque sienten el compromiso intelectual de participar sus opiniones o por cualquier otra razón, que también escriben columnas editoriales, aunque no siempre se las publican.

Entre “los de afuera”, que por diversas causas escriben y publican columnas editoriales, hay quienes lo hacen una o dos veces en su vida, quienes lo practican intermitentemente, o quienes mantienen cierta regularidad y disciplina por años. En el grupo de externos hay científicos, profesores universitarios o maestros de educación básica, religiosos, escritores, filósofos, políticos, empresarios, profesionistas, empleados, músicos, estudiantes, amas de casa, o cualquiera que tenga un motivo, habilidad para desarrollar sus ideas y determinación para hacerlas públicas.

No obstante que en una página editorial puedan –y deban– publicar asuntos económicos, sociales, financieros, educativos, culturales, científicos, humanísticos, éticos, religiosos, ambientales, militares, industriales y muchos más, además de los políticos, en la gran mayoría de los periódicos de los países latinoamericanos aún persiste la errónea y aldeana creencia de que la página editorial debe de ser ciento por ciento política.

En México hay algunos científicos, relativamente pocos, que han utilizado la página editorial para opinar sobre el desarrollo de la ciencia nacional, la política científica, la educación, la universidad, la globalización y sobre otros grandes problemas nacionales; científicos como René Drucker Colín, Ramón de la Fuente y Ruy Pérez Tamayo. Otros, como Iván Restrepo, han hecho de los problemas ambientales su tema central. Escritores como Octavio Paz, Gabriel García Márquez, José Donoso, Juan Carlos Onetti –con su columna *La Piedra en el Charco*–, Augusto Roa Bastos, Ernesto Sábato, Mario Benedetti, José Bianco y muchos más, enriquecieron con sus opiniones los diarios y revistas de las naciones donde residieron, pues por sus ideas algunos tuvieron que vivir en el exilio. Actualmente Carlos Fuentes y Mario Vargas Llosa –con su columna *Piedra de Toque*–, Carlos Monsiváis y el filósofo Fernando Savater, se mantienen activos en este quehacer.

Pensadores como el médico psiquiatra argentino José Ingenieros o el filósofo español José Ortega y Gasset, influyeron, desde las páginas de los diarios, en la vida y pensamiento de sus contemporáneos. En el caso de Ingenieros, autor de *El hombre mediocre*, éste esbozaba sus ideas en los artículos que escribía para *La Vanguardia* de Buenos Aires, luego los reestructuraba en forma de conferencias o producía con ellos diversos materiales educativos y políticos. Ortega y Gasset filosofó desde los periódicos, bajo el postulado “Yo soy yo y mi circunstancia, y si no la salvo a ella no me salvo yo”, escribiendo extensas columnas de opinión.

En México también existe otra falsa idea, la de que escribir es cosa de escritores y opinar asunto de expertos, cuando la verdad es que cualquiera que quiera y pueda poner sus



pensamientos por escrito y en orden, puede manifestarse libremente en los espacios que los medios impresos le permitan.

El ejercicio de la escritura editorial puede también significar, tanto para un profesor universitario, un ejecutivo o un ciudadano común, una calistenia mental que le permite aclarar sus pensamientos, organizarlos y darles sentido, el sentido personal de ver las cosas. Para quien trabaja con ideas, la práctica de la escritura periódica es como la del entrenamiento cotidiano del pitcher de beisbol: le permite mantener la mente concentrada y el brazo y la mano calientes.

Algunos piensan que la durabilidad de la columna editorial es efímera, eso depende. Hay textos de coyuntura que nacen por la mañana y que por la tarde han sido sobrepasados por el fragor político. Por lo contrario, existen otros textos donde podemos encontrar una frescura sin edad definible, como sucede con la experiencia hispano paraguaya de Rafael Barrett, sin que

uno se percate de que hace un siglo escribiera sus artículos sobre “las máquinas de matar” y “el miedo armado”, “el dolor paraguayo”, la filosofía del altruismo o el anarquismo personal.

Los editoriales de nuestros días, afirmaba el estadounidense Spencer en 1924, puede que no sean tan influyentes como los publicados durante la Guerra Civil, pero, “bien escritos, siempre mantendrán un valor en el papel y siempre serán leídos; si no por todos los lectores, si por la minoría pensante y reflexiva, quienes son los líderes, aquellos que imponen sus opiniones sobre la mayoría emocionalmente controlable, quien es la que realmente cuenta en la vida de la comunidad y la nación”.

Colofón: El análisis de un caso particular es pretexto excelente para elevar la idea a una región superior en donde encontremos la clave de todos los problemas análogos. Rafael Barrett.



## *Publica o perece*

<http://dx.doi.org/10.20983/culcyt.2018.3.15>

### El Proyecto Nacional de Escritura y los Talleres de Escritura

Victoriano Garza-Almanza

@publicaoperece | publicaoperece.com | vgarza@uacj.mx

Los talleres de escritura, como elemento básico de la enseñanza formal, son la regla en todos los niveles de educación K–12 de las escuelas de los Estados Unidos, y la regulación se aplica desde el kindergarten hasta el 12° grado o preuniversitario.

¿A qué se debe esto? ¿Siempre fue así? ¿Qué acaso quieren convertir a todo el mundo en escritor? ¿Qué nos enseña? ¿Qué podemos aprender de esto?

La exigencia de la escritura (no confundir con alfabetización) como herramienta para la vida profesional, comenzó a instituirse a nivel superior –en prestigiosas universidades estadounidenses– desde el siglo XIX. En especial, para la preparación de ensayos, que se consideraban la base para la redacción de discursos, informes de trabajo, reportes de investigación, memorias de negocios, redacción de historias, documentación de actividades, etc.

Pero no había una enseñanza de la escritura en el aula, el estudiante tenía que aprender por sí mismo a escribir la clase de documentos que se le requerían en el momento, o que suponía le iban a solicitar en los siguientes cursos. Tenía que auto-educarse para la composición de los diferentes tipos de ensayo, para la preparación ingeniosa de cartas de negocios, para la redacción de trabajos de fin de curso y, sobre todo, para la elaboración de la tesis de maestría o la disertación doctoral.

Las autoridades universitarias de ese entonces no estaban preparadas para concebir la idea de que se podía enseñar escritura a los jóvenes, mucho menos de que se les podía guiar para que pudieran crear y escribir historias verdaderas (nonfiction) o ficticias. Aunque el primer destello de que la escritura se podía enseñar sucedió en la Universidad de Iowa, en 1897, pero esa es otra historia.

Luego, algo ocurrió en el año de 1973. El profesor universitario James

Gray, de la Universidad de Berkeley, estaba sorprendido y decepcionado porque casi la mitad de los estudiantes que habían sido admitidos por esa universidad y que fueron seleccionados por sus destacados conocimientos, tuvieron que tomar cursos remediales –sin valor curricular–, porque no tenían la menor idea de cómo redactar una simple nota. Pero no sólo eso, también se dio cuenta de que tampoco los profesores sabían comunicarse por escrito.

Se detectó que las habilidades escriturales de los estadounidenses iban en descenso, lo cual se percibía en las escuelas y en los sitios de trabajo, y esto, que se llamó “la crisis de la escritura” y que numerosos estudiosos habían señalado constantemente, prendió la alarma.

En ese entonces, Gray dijo “Cap (Lavin) y yo nos dimos cuenta de que todos los maestros de todos los niveles, salvo raras excepciones, no estaban entrenados para enseñar a escribir (ni escribían). Los de primaria enseñaban a leer, los de secundaria literatura inglesa... nadie había sido requerido a tomar un curso de enseñanza de escritura”.

Al mismo tiempo, Gray pensó que había que hacer algo con los educadores cuyos estudiantes fueron exitosos escritores académicos en esas evaluaciones, pues sus experiencias en la enseñanza, que podían beneficiar a otros compañeros, permanecían ocultas, anónimas, beneficiando solo a unos cuantos estudiantes y a ningún colega.

En 1974, Gray y su colega Cap crearon un programa denominado

‘instituto de verano’ (que más que un ‘instituto’ fue una asociación voluntaria de maestros), a donde convocó a toda clase de profesores –desde maestros de kínder hasta profesores de universidad–, para rescatar sus experiencias y diseminarlas, creando, así, una denominada ‘comunidad de aprendizaje’.

A esta iniciativa se le conoce como ‘Programa de Escritura del Área de la Bahía’ (*Bay Area Writing Project*, BAWP) en Berkeley University, pues congregó a maestros de esa zona. Durante 5 semanas trabajaron en su ‘instituto de verano’, y cada participante dio una demostración de qué manera trabajaba con los estudiantes. En conjunto, los instructores analizaron toda clase de libros y artículos relevantes sobre el tema, y desarrollaron un curriculum sobre la enseñanza de la escritura; sobre todo, para enseñar a otros maestros a enseñar escritura en el aula, sin importar el nivel ni la disciplina.

Al parecer, esta fue la primera ocasión en ese país en que profesores de todos los niveles educativos se reunieron para colaborar en un proyecto común, y para escucharse sus experiencias entre sí.

Muchos esperaban que esto de ‘maestros que enseñan a maestros’ no fuese bien visto ni aceptado, pero la respuesta fue abrumadora. El proyecto comenzó a crecer y diseminarse por todo el país, y, entre 1976 y 1996, ya se habían entrenado a 84,969 maestros de todos los niveles y ámbitos educativos. Los centros de escritura comenzaron a multiplicarse por todo el país, en toda clase de escuelas, en todos los niveles educativos.

Del proyecto de la Bahía emanó el denominado ‘Programa Nacional de Escritura’ (*National Writing Project*, NWP), que se convirtió en un semillero de maestros investigadores y promotores de la escritura, escritores publicados, conferencistas, líderes y docentes que enseñaban a escribir, reforzándose los unos a los otros, los cuales se esforzaron por transmitir sus conocimientos prácticos a otros.

Los maestros se capacitan y hacen labor de proselitismo para que otros conozcan el programa y participen. Además, el programa está bajo constante escrutinio y mejoría. Esta apertura es la que le ha dado permanencia hasta la actualidad.

Lejos de la idea fantasiosa de que los talleres de escritura son para formar novelistas o poetas (que esa idea es común en México, y esa si es la orientación de los MFA – Master in Fine Arts), la visión del NWP es totalmente pragmática. De acuerdo a MA Smith, algunas de las estrategias promovidas por el NWP que se ponen en práctica en los talleres de escritura, son que:

- Se presenta la escritura como un proceso. Se exhorta a los estudiantes a comportarse como escritores, a elegir sus temas, a planear y desarrollarlos, a investigarlos, a compartir y consultar con sus compañeros; a elaborar el borrador, revisarlo, editarlo y publicarlo en su mural o revista o blog.

- Se les alienta a escribir sobre diversos temas y que vayan más allá de

los asuntos escolares; que trabajen géneros de toda clase (autobiografía, poesía, cuento, cartas de negocios, reportes, artículos, etc.), y se dirijan a otras audiencias diferentes de ellos mismos.

- Se les anima a utilizar la escritura como una forma de aprendizaje, utilizándola como herramienta para pensar con mayor claridad, para plantear y resolver problemas, para analizar pensamientos complejos.

- Se les promueve a identificarse a sí mismos como escritores, a ver a sus compañeros de la misma manera, y a conformar ‘*comunidades de escritores*’.

En noviembre del 2005, James Gray falleció a los 78 años. El *National Writing Project* (NWP) que él fundó, siguió multiplicándose por todo el país, y en ese año tenía ya 189 proyectos de escritura establecidos en el mismo número de universidades

El espíritu del *National Writing Project* (NWP), en palabras de James Gray, se rige por lo siguiente:

*“La escritura es esencial.*

*Escribir es esencial para la comunicación, el aprendizaje, el ejercicio de la ciudadanía.*

*Es la moneda de cambio de los nuevos sitios de trabajo y de la economía global.*

*La escritura nos ayuda a expresar nuestras ideas, a resolver problemas, y entender nuestro mundo cambiante.*

*La escritura es un puente hacia el futuro”.*