



# Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Morelia 2021



ELIBRO ONLINE CON ISSN 1946-5351 | VOL. 13, NO. 4, 2021

## Índice de Tomos

1-176	TOMO 01	1046-1231	TOMO 07
177-359	TOMO 02	1232-1394	TOMO 08
360-529	TOMO 03	1395-1553	TOMO 09
530-706	TOMO 04	1554-1715	TOMO 10
707-874	TOMO 05	1716+	TOMO 11
875-1045	TOMO 06		

# Congreso Internacional de Investigación Academia Journals

## ISSN

ISSN 1946-5351

No. 13, 2021\*

\*El número 1 fue utilizado en 2009. Cada año siguiente ha recibido el siguiente número secuencial.

ISSN asignado a Academia Journals por el U.S. ISSN Center, una rama de la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos. Varios portales independientes proporcionan servicios de verificación de la asignación de un ISSN a una publicación periódica. Entre los más utilizados se encuentran los siguientes: WORLDCAT:

<https://www.worldcat.org/account/?page=searchItems>

## Consejo académico

Dr. Rafael Moras (San Antonio, EEUU)

MA Ani Alegre (Austin, EEUU)

Dr. Ángel Esparza (Houston, EEUU)

Lic. David Moras (San Antonio)

MC Constantino Moras Sánchez (Orizaba, México)

Dr. Eloy Mendoza Machain (Morelia, México)

Dr. Pedro López Eiroá (CDMX, México)

Ing. Mónica Gutiérrez (San Antonio, EEUU)

## Diseño y publicidad

[contacto@academiajournals.com](mailto:contacto@academiajournals.com)

## Comentarios y sugerencias

[contacto@academiajournals.com](mailto:contacto@academiajournals.com)

+1 (210) 415-3353

3760 E. Evans

San Antonio TX 78259 USA

[www.academiajournals.com](http://www.academiajournals.com)

## Política de copyright

Con el fin de maximizar el valor para los autores de sus publicaciones en AJ, se observan las políticas de copyright aquí descritas. Academia Journals protegerá los intereses de los autores y de las instituciones donde ellos laboran. Como requisito para publicar en AJ, todos los autores y la institución donde ellos laboran transfieren a AJ cualquier derecho de copyright que tengan en su artículo. El copyright se transmite cuando el artículo es aceptado para su publicación. La asignación de copyright es nula y terminada en caso de que el artículo no sea aceptado para publicación.

Para corresponder a la transferencia de los derechos de autor, AJ cede a los autores y a las instituciones donde ellos laboran el permiso y derecho de hacer copias del artículo publicado y utilizarlo para fines académicos. El autor retiene siempre los derechos de patentes descritas en el artículo.

Después de que el artículo haya sido aceptado para su publicación en AJ, y dado que el copyright ha sido ya transferido, cualquier cambio o revisión al material debe hacerse solamente con la autorización de AJ.

## Indexación

Desde 2015, los trabajos presentados en el congreso cuentan con indexación por la compañía EBSCO (EBSCOHOST) de Ipswich, Massachusetts, Estados Unidos. Para la verificación de los títulos indexados por este importante servicio de databases, consultar los enlaces

[https://www.ebscohost.com/academic/fuente-academica-plus,](https://www.ebscohost.com/academic/fuente-academica-plus)

<https://www.ebscohost.com/titleLists/fap-subject.htm> o

<https://www.ebscohost.com/titleLists/fap-subject.pdf>

Paper	Título	Autores	Primer Autor	Página
MOR386	Rendimiento de Grano y Componentes en Maíz Híbrido en Función de la Distancia entre Hileras	M. C. Azucena Valencia Reyes Dr. J. Alberto Escalante Estrada Dr. Cid Aguilar Carpio Dr. Rodolfo García Nava Dr. Adrián Quero Carrillo Dra. Heike Vibrans Lindemann	Valencia Reyes	1768
MOR056	El Acceso a Justicia y la Inteligencia Artificial en Tiempos de Pandemia: Un Desafío para el Gobierno	Irma Nora Valencia Vargas	Valencia Vargas	1773
MOR255	La Plasticidad Ilimitada en la Práctica Docente	Mtra. Manuela del Jesús Vallejos Tun Mtra. Claudia del Carmen Tut Noceda	Vallejos Tun	1779
MOR106	El Desarrollo de la Autonomía en Preescolar como Motor del Aprendizaje Dentro y Fuera del Aula	Lic. Mónica Itzel Vargas Aguilar Dra. Luz Anita Gallardo Balderas	Vargas Aguilar	1785
MOR097	El Teatro y las Artes Plásticas como Estrategia para Promover Valores Inclusivos en Alumnos de Segundo Grado de Primaria	Lic. Mitzi Edaín Vargas Orozco Dra. Luz Anita Gallardo Balderas	Vargas Orozco	1791
MOR333	Competencias STEM: Una Propuesta de Prácticas y Evaluación para Estudiantes de Nivel Bachillerato	Ing. Jesús Felipe Vázquez Barrios M.C. Gabriel Márquez Rojas M.C. Daniel Benito Román Ocampo Dra. Ofelia Barrios Vargas	Vázquez Barrios	1797
MOR422	Implementación de Interface Inteligente en la Optimización del Exceso de Zinc en Procesos de Die Casting	José Guadalupe Velázquez Ramírez Dr. Alberto Ochoa-Zezzatti Dr. Delfino Cornejo Monroy	Velázquez Ramírez	1803

# Implementación de Interface Inteligente en la Optimización del Exceso de Zinc en Procesos de Die Casting

José Guadalupe Velázquez Ramírez<sup>1</sup>, Dr. Alberto Ochoa-Zezzatti<sup>2</sup>, Dr. Delfino cornejo Monroy<sup>3</sup>

**Resumen**--En este estudio se muestra el diseño de una aplicación inteligente creada con el software Matlab en el entorno de designer, el cual está basado en un algoritmo bioinspirado como ayuda en la planificación estratégica para mejorar la disminución de la rebaba en los procesos de moldeo de die casting. Esta aplicación se centra en un entorno de simulación que toma las previsiones necesarias más allá de los casos numéricos y procesos estadísticos para realizar una mejora en la cantidad de la inyección de zinc. La aplicación se basa en una función objetivo que toma un algoritmo avanzado denominado "Bat Algorithm" que optimiza las estrategias a seguir para la eliminación o reducción de la rebaba en el moldeo a alta presión, en el cual mediante los valores de parámetros del sistema se genera una decisión matemática y que este algoritmo crea un punto de óptima funcionalidad para evitar el exceso de material. Este software propuesto asociado al Algoritmo Bioinspirado es flexible, adaptativo, es amigable, robusto y proporciona la ayuda en la correcta toma de decisiones en la calidad del producto para conseguir una ventaja competitiva en el mercado. Este modelo propuesto se basa en la metodología asociada a los Algoritmos Bioinspirados que proporciona estrategias óptimas para mejorar la competitividad en una empresa.

**Palabras clave:** Algoritmo bioinspirado, Die casting, flash, zinc, Parámetros de Proceso, Optimización

## Introducción

El moldeo de *die casting* es un proceso a alta presión muy versátil que sirve para producir piezas que se diseñan en metal. Estas son realizadas inyectando el metal fundido en moldes de acero reutilizables denominados dados, se pueden diseñar para producir formas complejas con un alto nivel de precisión y repetición. Las piezas se pueden definir rápidamente, con superficies lisas o texturizadas, y sirven para una amplia variedad de acabados atractivos y útiles (NADCA, Product-Standards-for-Die-Casting, 2015).

En 2005, había aproximadamente 400 empresas de moldeo de Die Casting en América del Norte, con ventas de \$ 8 mil millones de dólares. El moldeo de Die Casting se produce a partir de aleaciones de aluminio, cobre, plomo, magnesio y zinc, así como diversos materiales compuestos.

El *die casting* se encuentran entre los artículos de producción masiva de más alto volumen fabricados por la industria de la metalistería, y se pueden ver en miles de productos de consumo, comerciales e industriales. Las piezas moldeadas a presión son componentes importantes de productos que abarcan desde el área automotriz hasta simples juguetes (NADCA, Introduction to Die Casting, 2007).

En este proceso de moldeo existen muchos tipos de defectos entre ellos están los superficiales por nombrar los más importantes dentro del die casting. La rebaba es una condición que a menudo se experimenta en el proceso de die casting debido a las altas presiones, por lo que es necesario definir y discutir los diversos factores que influyen en su aparición. Estos factores incluyen el diseño del dado, el diseño del proceso, la aleación de fundición y las características de la máquina de fundición (MEDINA, 2008)

Este exceso de metal también se llama "flash". Este flash es típicamente muy delgado, a veces delgado como el papel, pared de metal. Este exceso de material se presenta en varias formas diferentes en una pieza fundida, pero ¿qué son y por qué se causan?, la rebaba (flash) es frecuentemente agudo y puede cortar los dedos si no se maneja con cuidado. Después de que la pieza se enfríe lo suficiente, se debe quitar el flash antes de que podamos enviar la pieza de fundición a nuestro cliente. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, hay un exceso de material para eliminar. La rebaba (flash) es el material que queda en la pieza fundida debido a la "Parting line" (línea de separación) del molde. El material entra ligeramente en el área del molde y, cuando se retira del molde, se adhiere una fina pieza de material (Kinetic, 2014).

---

<sup>1</sup> José Guadalupe Velázquez es estudiante de la maestría en Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Chihuahua. A1194549@alumnos.uacj.mx

<sup>2</sup> El Dr. Alberto Ochoa-Zezzatti es investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Chihuahua. alberto.ochoa@uacj.mx

<sup>3</sup> El Dr. Delfino Cornejo Monroy es coordinador de la Maestría en Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Chihuahua. delfino.cornejo@uacj.mx

### Planteamiento del Problema

*Definiendo el problema a Resolver: Optimización de los parámetros de inyección de zinc en die casting para la reducción de la rebaba o exceso de material.*

A pesar de lo preciso que es el moldeo de die casting, los procesos existentes y los materiales que se usan para eliminar la rebaba, se genera un problema grave; en la mayoría de los productos fabricados en cualquier empresa dedicada al moldeo alta presión (Die casting) es el problema con la línea de partición. Este problema depende mucho de los parámetros de proceso en cada uno de los productos.

La línea de separación es el perímetro de la pieza y este es el punto de separación de las dos mitades del dado de die casting. Esta línea es la decisión para saber qué mitad será la "cubierta" y cuál será la mitad "expulsora". Esta línea también influye en las tolerancias que se deben mantener en el área de la pieza (Madan, 2010).

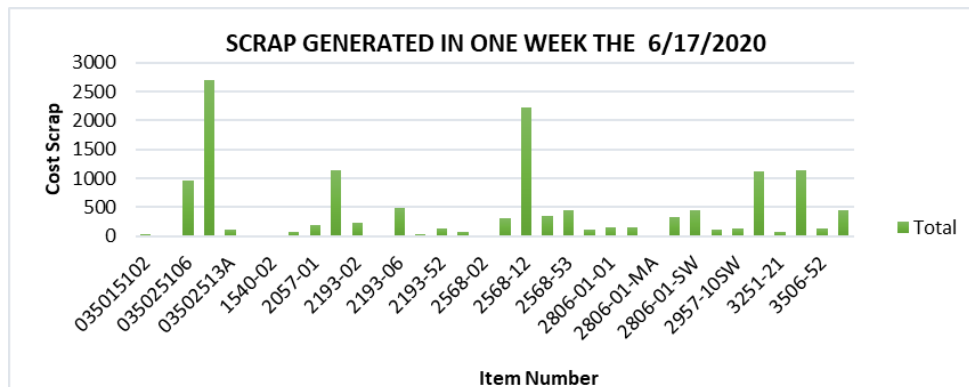
No es obvio dónde debe colocarse la línea de separación en un dibujo de fundición. Cuando el diseñador de la pieza indica la línea de separación, es necesario que le confirme y le dé la instrucción al diseñador del dado. El acuerdo sobre la ubicación óptima de la línea de separación es esencial para que la pieza se produzca con las especificaciones deseadas. En la figura 3 se muestra con claridad la línea de unión bien marcada, por lo que las piezas fabricadas de esta forma son rechazadas por este defecto debido al tipo de diseño del dado. Este tipo de material la forma en que se rescatan es mandando el material a un proceso manual para retirarle el bordo de la línea de unión.



**Figura 1** Pieza moldeada con exceso de material o rebaba en línea de separación

En esta pieza se nota la línea de unión muy excesiva, y es donde existe el problema mayor, ya que el reborde que se genera en este moldeo de piezas causa un acabado estéticamente mal. Este tipo de acabado en el proceso de pintura no se cubre en su totalidad, ocasionando un rechazo por el cliente ya que al tacto de la mano se siente el exceso de material y en algunas ocasiones puede quedar con filo y cortar al usuario.

Durante el mes de junio del 2020, en la maquila Amesbury Truth, tan solo en la primera semana se dio una perdida por almacenamiento de material rechazado como scrap de 15,900 piezas de los diferentes tipos de piezas programadas para la fabricación causando un costo de 13,500 dólares en el área de die casting figura 2.



**Figura 2** Cantidad de piezas de scrap en die casting

## Descripción del Método

*Metodología Propuesta:* Algoritmo inspirado en murciélagos (Bat Algoritmo)

El método propuesto para la solución del problema de exceso de material comúnmente llamada rebaba, es el algoritmo inspirado en murciélagos. Este es un algoritmo de Bio-inspiración de reciente creación, fue propuesto por Yang en 2010 (Yang., 2010). Los murciélagos son animales y su capacidad avanzada para moverse en la oscuridad se debe a un sistema de ecolocalización.

Este sistema funciona como un tipo de sonar: los murciélagos emiten un pulso fuerte y corto de sonido, esperan que impacte en un objeto y, después de una fracción de tiempo, el eco regresa a sus oídos (Griffin D. R., 1960), con esta acción pueden identificar objetos.

Así, los murciélagos pueden calcular a qué distancia se encuentran de un objeto concreto, para tomar medidas durante su vuelo sobre la velocidad y la dirección que debe tomar (W, 1991). Además, este asombroso mecanismo de orientación hace que los murciélagos sean capaces de distinguir la diferencia entre un obstáculo y una presa, lo que les permite cazar incluso en completa oscuridad (Schnitzler H.-U. and Kalko E. K. V., 2001).

El Algoritmo del Murciélago, tal técnica ha sido desarrollada para comportarse como una banda de murciélagos que rastrean presas/alimentos utilizando su capacidad de ecolocalización. Para modelar este algoritmo, Yang describió algunas reglas que son básicas para el algoritmo, como sigue

1) Todos los murciélagos utilizan la ecolocalización para percibir la distancia, y también "conocen" la diferencia entre la comida/presa y las barreras del fondo de alguna manera mágica;

2) Un murciélago  $bi$  vuela aleatoriamente con velocidad  $vi$  en la posición  $xi$  con una frecuencia fija  $fmin$ , variando la longitud de onda  $\lambda$  y el volumen  $A0$  para buscar presas. Pueden ajustar automáticamente la longitud de onda (o la frecuencia) de sus pulsos emitidos y ajustar la tasa de emisión de pulsos  $r \in [0, 1]$ , dependiendo de la proximidad de su objetivo;

3) Aunque la sonoridad puede variar de muchas maneras, Yang supone que la sonoridad varía desde un  $A0$  grande (positivo) hasta un valor constante mínimo  $Amin$ .

### Resumen de Resultados

El objetivo es reducir al mínimo la rebaba de la pieza mediante la función  $F(x, y) = 2x + 2y$ , las restricciones se muestran en la tabla 1, en la cual de acuerdo a los parámetros de búsqueda se crean las restricciones de la función objetivo, esto con el fin de saber los límites que se tendrá en el algoritmo. Enseguida estos parámetros se volverán las inecuaciones del sistema matemático que se tomarán para el cálculo que dará decisión mediante el multicriterio de decisiones.

**Tabla 1** Restricciones de la función objetivo

PARTS TYPE	PARAMETERS				Shot Speed (s)	Pressure Time(s)	Presión(psi)
	Inyección Time(s)	Shot Time(s)	Delay Time(s)	Solidificación Time(s)			
PART A	0.20	0.20	0.50	0.40	0.78	0.64	300
PART B	0.15	0.10	0.30	0.10	0.15	0.25	250
MAXIM	10(s)	10(s)	10(s)	10(s)	10(s)	10(s)	600psi

Inecuaciones de restricciones

$$1.- 0.20X + 0.15Y \leq 10 \quad 2.- 0.20X + 0.10Y \leq 10 \quad 3.- 0.50x + 0.30y \leq 15 \quad 4.- 0.40x + 0.10y \leq 10$$

$$5.- 0.78X + 0.15Y \leq 10 \quad 6.- 0.64X + 0.25Y \leq 10 \quad 7.- 300X + 250Y \leq 600 \quad 8.- 230X + 20Y \leq 600$$

$$X \geq 0 \quad Y \geq 0$$

### Software desarrollado para la optimización

El método utilizado para resolver este problema de exceso de rebaba es un software de simulación para calcular los puntos óptimos donde habrá una reducción de material de acuerdo a los valores de los parámetros de ajuste del proceso de die casting a la hora de fabricar una pieza. Este software esta desarrollado para simular un proceso

mediante los parámetros más decisivos y reales de una hoja de procesos, para después mediante una función objetivo poder calcular la mejor opción de parámetros después de una simulación.

El software está basado en un algoritmo Bio-inspirado el cual tomará los datos propuestos en la función matemática y realizará una búsqueda en el espacio adecuado para encontrar el punto óptimo donde habrá una reducción de material en la pieza moldeada.

En el software de simulación serán capturados los parámetros y en conjunto con los datos obtenidos por la función objetivo los tomará el algoritmo inspirado en murciélagos, el cual calculará un espacio de búsqueda por coordenadas el cual se detendrá en el momento que el mejor de los murciélagos encuentre la trayectoria y se posicione en el punto más óptimo de los valores generados por el algoritmo.

En la figura 3 se muestra el panel principal del sistema Inteligente para la ejecución de mandos de los parámetros a introducir en el sistema para que sean calculados en combinación de la función objetivo por el algoritmo metaheurístico de murciélagos. Esta aplicación consta de 8 áreas de las cuales se recibe información del proceso matemático interno realizado por el código fuente.

En el software se muestran la primera área del sistema, es de suma importancia ya que es la de parámetros de proceso, aquí existen dos opciones de máquina a seleccionar, una es de 80 toneladas que es para partes más pequeñas con peso de 300 gramos y la otra es para máquinas de 350 toneladas, para piezas arriba de 700 gramos de peso. En esta área se requiere llenar cada casilla porque si no se hace el sistema le arrojará un mensaje de error.

Este mensaje le avisará que los parámetros de ajuste no han sido colocados, en caso de no hacerlo no podrá continuar habilitando el sistema. También deberá llenar el área de datos de pieza ya que es otra condición para poder habilitar el botón de algoritmo y pueda realizar el proceso matemático, esto se debe hacer al seleccionar cualquiera de las opciones de máquina. Otro de los puntos importantes es colocar la presión del sistema con las perillas de ajuste con las que cuenta la aplicación, ya que es otra de las condiciones para que el sistema trabaje correctamente, todo esto es por seguridad del buen funcionamiento de este software. En este sistema se evaluarán dos piezas A y B, que corresponden a los parámetros a evaluar en el sistema inteligente.

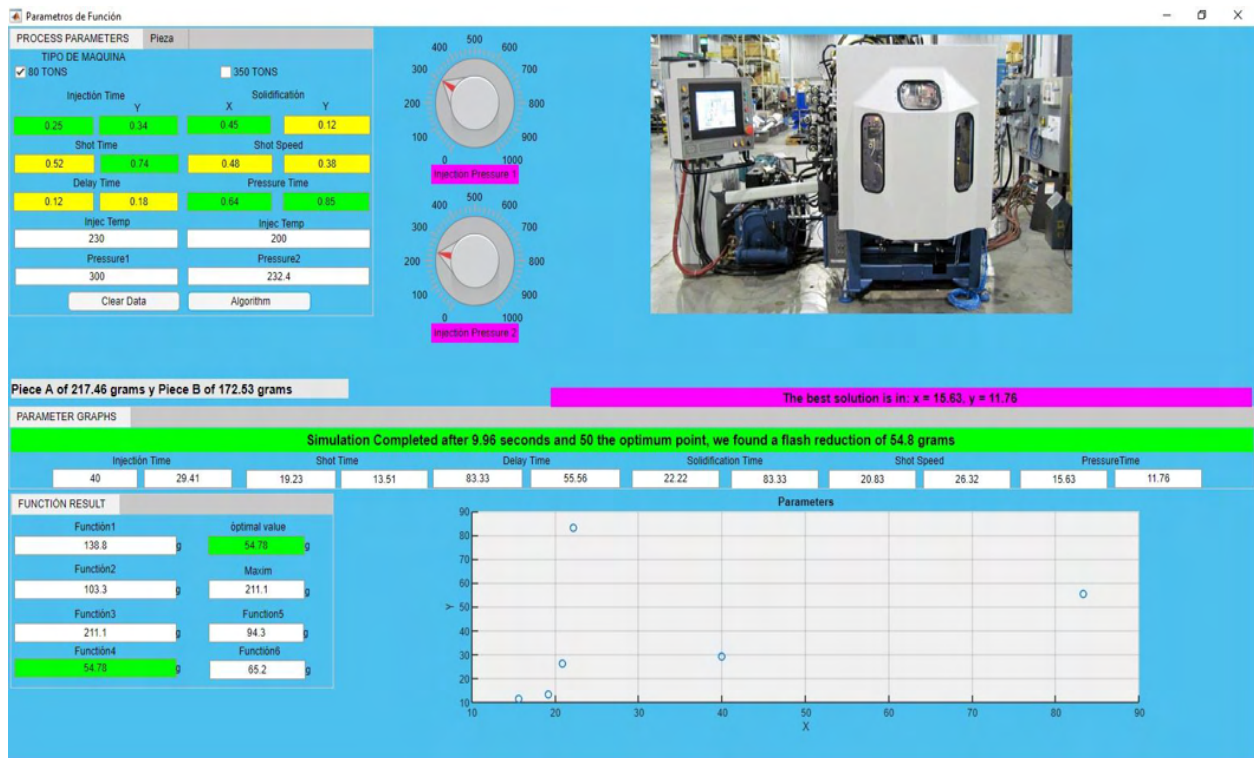


Figura 3 Pantalla de aplicación principal de la Interface Inteligente

Después de hacer lo anterior presione el botón con la leyenda “Algorithm” para iniciar el proceso de cálculo matemático mediante el modelo de murciélagos, algoritmo metaheurístico que calculará en que punto del área de búsqueda será la mejor opción de optimización y así darnos los parámetros óptimos del sistema. En la figura 4 se



muestra la gráfica del algoritmo mientras se presiona el botón antes mencionado, esto nos indica que el cálculo matemático está en proceso.

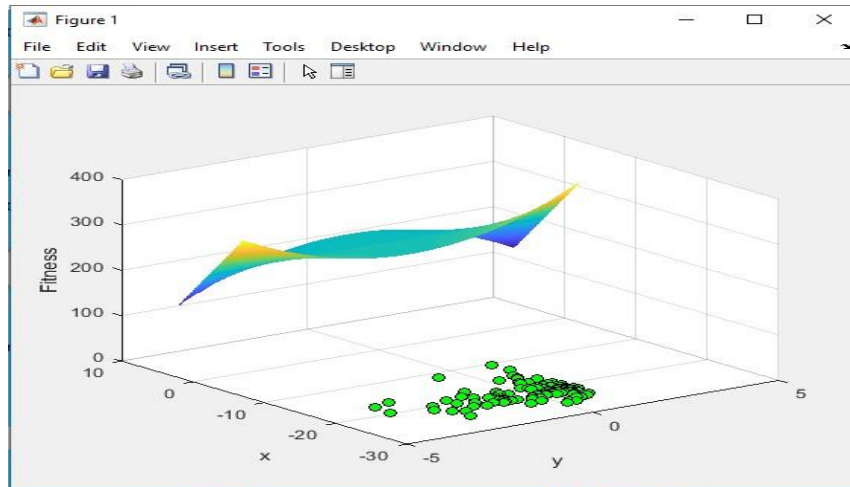


Figura 4 Grafica del algoritmo de murciélagos

Los resultados dados son 6 parámetros en color verde indicando que son la opción óptima del sistema, estos fueron optimizados mediante el algoritmo. En esta figura se muestran los valores de las presiones y temperaturas colocadas a la pieza A y B para realizar la correcta evaluación, al mismo tiempo da los resultados del lado izquierdo la cantidad de los pesos de las piezas A y B y del lado derecho debajo de la imagen de la maquina la posición del punto óptimo que encontró el algoritmo. Esto quiere decir:

El resultado esperado de la mejor opción de parámetros con valores óptimos para la reducción de la rebaba en las piezas A y B del análisis realizado con el algoritmo metaheurístico y al también el sistema muestra en esta área la cantidad de material inyectado al proceso al mostrar los pesos en las piezas A y B. Estos resultados se indican en el área de la parte baja de la aplicación de control del software, aquí se dan los parámetros ya desarrollados por el algoritmo para después ser graficados.

En esta misma parte baja en el lado izquierdo se muestran 6 funciones que indican que son los resultados de las inecuaciones que se usaron para generar los puntos de optimización del problema, indicando el valor optimizado o mínimo en color verde junto con su función y un mensaje dando las coordenadas del punto del área óptima de búsqueda que realizó el algoritmo de murciélagos

Otro de los resultados favorables que entrega la interface inteligente al realizar la simulación, que permite una toma de decisiones óptima, se da en el momento que al aumentar cualquiera de las presiones, presión1 o presión2, las condiciones del software son dadas para que se aumente la cantidad de material en el proceso y se genere piezas arriba del peso adecuado y se genere piezas con rebaba, esto es importante ya que su uso no generaría scrap en las simulaciones, figura 5.

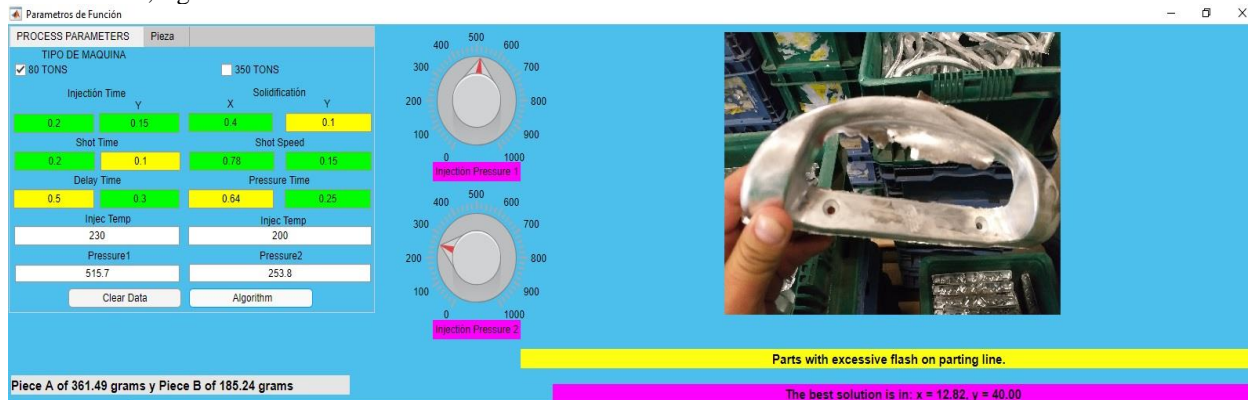


Figura 5 Aumento de Presión, genera exceso de rebaba en pieza

## Conclusiones

En cuanto a la metodología propuesta de optimización para las condiciones del proceso, la forma más popular es la acumulación de experiencia y los conocimientos técnicos específicos de cada empresa. La optimización de procesos ha sido realizada por algunos investigadores, pero los criterios de optimización sólo se definían como la ausencia o aparición de defectos (MEDINA, 2008). Aunque algunos defectos son difíciles de evitarlos por completo, pueden ser aceptados hasta cierto punto, lo que no se ha tenido en cuenta.

Por lo tanto, se desarrolló un software inteligente de evaluación para cuantificar la cantidad de rebaba que puede ser reducido en un sistema de inyección por medio de parámetros básicos del proceso, y se estudió a profundidad la combinación de varios defectos superficiales que nos ocasiona el exceso de material (rebaba).

Una vez clasificado los parámetros adecuados del proceso que se tomarán como caso de investigación, ya con ellos determinado sus valores mediante hoja de procesos, a continuación, se puede formular la función objetivo para optimizar los parámetros del proceso (Madan, 2010). Además, los parámetros del proceso son interdependientes y están en conflicto de forma compleja. Se puede observar que los parámetros óptimos para un tipo de defecto pueden no ser óptimos para otro.

El software de simulación inteligente basado en el algoritmo de murciélagos, puede establecerse para ayudar al ingeniero a cuantificar el nivel de gravedad de los defectos superficiales en este caso la rebaba en la línea de partición del producto (W, 1991). Esta aplicación puede dar los resultados de otros defectos como los generados por altas temperaturas, por altas presiones y por los errores de ejecución en el proceso. La clasificación de los defectos puede introducirse para cuantificar el nivel de gravedad, y el índice de defectos superficiales, también puede obtenerse basándose en el sistema de parámetros, que desempeña un papel importante para ayudar a la empresa a saber cómo minimizar los distintos defectos.

En el presente estudio, la metodología propuesta basándonos en el algoritmo metaheurístico es para optimizar la tecnología de fabricación (Schnitzler H.-U. and Kalko E. K. V., 2001). El método para establecer el sistema de evaluación puede aplicarse para varias tecnologías de conformación, incluyendo la fundición. El software de simulación puede utilizarse para asignar los parámetros del proceso a la gravedad de los defectos, lo que permite formular la función objetivo para conseguir los parámetros óptimos del proceso. Especialmente cuando es difícil evitar los defectos por completo, como cuando se experimenta físicamente y se pierde material en desperdicio por tanta prueba que se realiza en el proceso, el software de simulación puede ayudar con la calidad, la mejora del producto que hará que la productividad aumente en gran medida sin un excesivo número de experimentos. Esta es la dirección hacia la que está dirigido el trabajo presentado.

## Referencias

- Griffin D. R., W. F. (1960). The echolocation of flying insects by bats. En W. F. Griffin D. R., *Animal Behaviour* (págs. 141 –154).
- INDUSTRIES, P. (2019). *INTRODUCCION AL MOLDE A PRESION*. CHICAGO.
- Kinetic. (2014). *How Trim Dies Save Money on Die Casting Parts*. California.
- Madan, R. S. (2010). Optimal selection of parting line for die-casting . *National conference on Precision Manufacturing*, 1.
- MEDINA, M. A. (2008). *DISEÑO DE UN MOLDE DE FUNDICIÓN A PRESIÓN*. MEXICO: PETOLOMEOUNAM.MX.
- NADCA. (2007). *Introduction to Die Casting*. Wheeling, Illinois: North American Die Casting Associatio.
- NADCA. (JUEVES de ENERO de 2015). *Product-Standards-for-Die-Casting. 2015*, pág. 272.
- Schnitzler H.-U. and Kalko E. K. V. (2001). Echolocation by insect-eating bats. En Schnitzler H.-U. and Kalko E. K. V., *BioScience* (págs. 557–569).
- W, M. (1991). Echolocation behaviour in bats. En M. W, *Science Progress* (págs. 453–465). Edinburgh.
- Yang. (2010). Bat algorithm for multi-objective optimisation. En Yang., *International Journal of Bio-Inspired Computation* (págs. 267–274).