

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

## **ANTEPROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

“Simulación de la fuerza de arrastre sobre una gota esférica en un extrusor prototipo”

**Director**

Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

**Empresa o Institución**

Instituto Tecnológico de Durango

**PERIODO**

Agosto – Diciembre 2008

# ANTEPROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

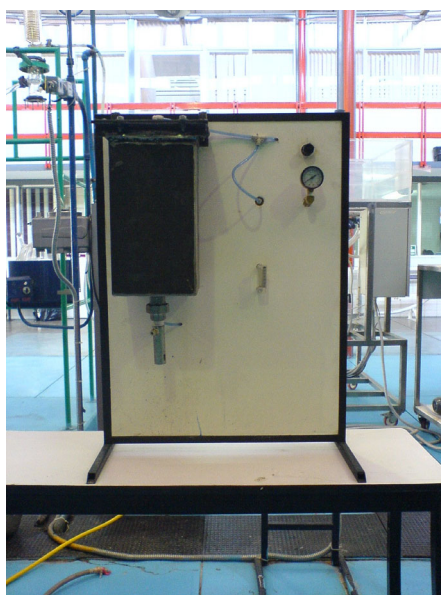
## DATOS GENERALES

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>"Simulación de la fuerza de arrastre sobre una gota esférica en un extrusor prototipo"</b>
<b>Director del proyecto</b>	Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro
<b>Empresa o institución</b>	Instituto Tecnológico de Durango
<b>Departamento académico</b>	Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica
<b>Lugar de realización</b>	Centro de Cómputo del Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ1)
<b>Periodo de realización</b>	Agosto – Diciembre 2008

## ANTECEDENTES

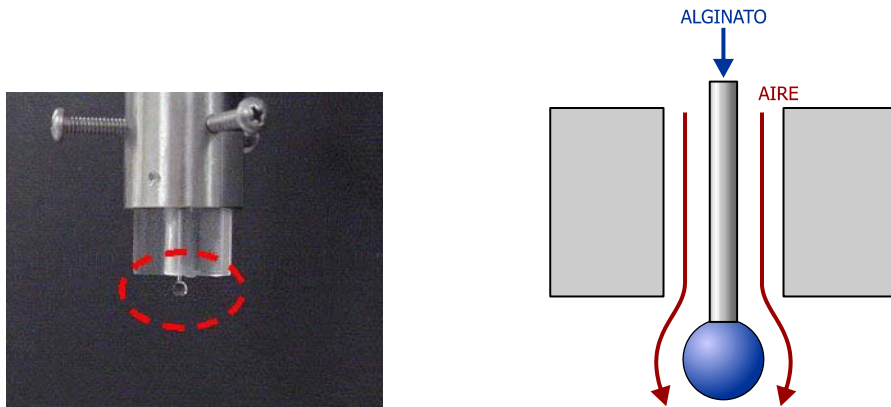
### *Producción de partículas por extrusión*

Como producto de un trabajo de tesis de licenciatura actualmente en desarrollo (Valero Soria, 2008) se diseñó y construyó en el Laboratorio de Ingeniería Química un equipo para producción de partículas esféricas por extrusión (Figura 1).

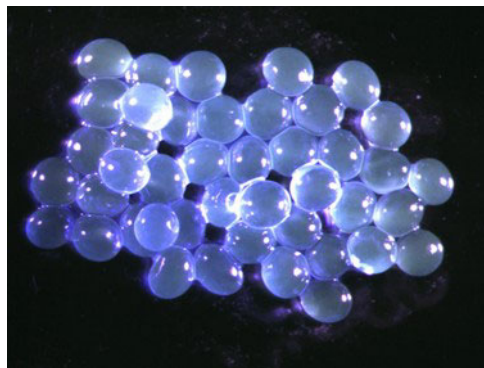


**Figura 1** Extrusor para partículas esféricas.

Estas partículas se producen forzando una solución de alginato de sodio (un polímero natural) a través de una aguja donde se forma una gota aproximadamente esférica. Un flujo de aire tangencial a la gota ejerce una fuerza de arrastre que contribuye a desprender la gota de la aguja (Figura 2). La gota cae entonces en una solución entrecruzante de cloruro de calcio que convierte el alginato de sodio a un gel sólido de alginato de calcio, formando entonces una partícula esférica (Figura 3).



**Figura 2** Extrusión de una gota de solución de alginato mostrando el efecto del aire de corte.



**Figura 3** Ejemplo de partículas de alginato.

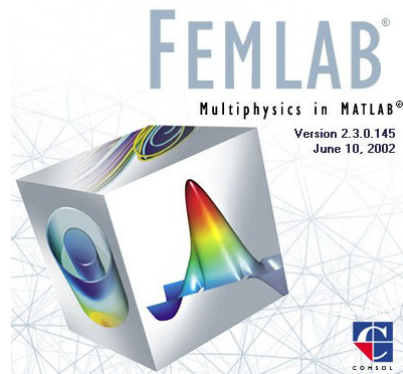
Controlando el tamaño de la aguja, la presión de extrusión, y la velocidad del aire de corte, se puede variar el tamaño de la partícula desde menos de un milímetro hasta varios milímetros (Pinto-Espinoza, 2002).

Desafortunadamente, no se cuenta todavía con modelos que permitan predecir el tamaño de la partícula en función de las características de operación del equipo, por lo que es cuestión de prueba y error para obtener partículas del tamaño deseado.

### ***Simulación CFD***

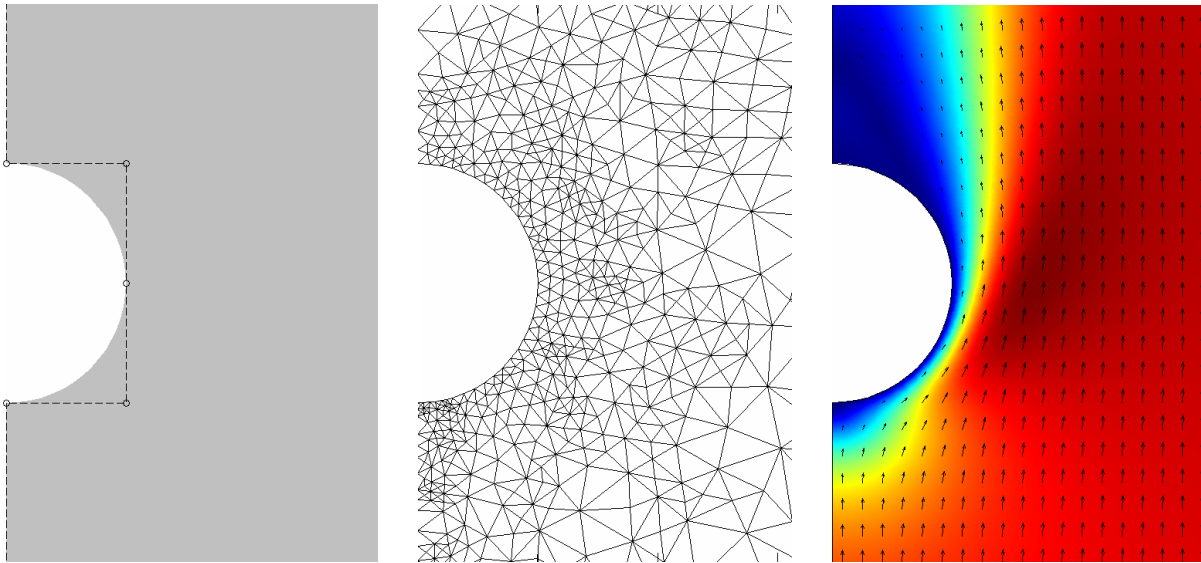
La dinámica computacional de fluidos (CFD, computational fluid dynamics) es una herramienta de simulación que permite obtener perfiles de velocidades en sistemas con fluidos en movimiento. En el caso de sistemas con simetría cilíndrica, se puede llevar a cabo una simulación bidimensional considerando únicamente el plano rz.

FEMLAB (Figura 4) es un programa de simulación basado en MATLAB que permite llevar a cabo simulaciones de una gran variedad de fenómenos físicos, empleando el método de elementos finitos para resolver las ecuaciones diferenciales parciales que los describen. Uno de los módulos de FEMLAB aplica las ecuaciones de continuidad y Navier-Stokes para el cálculo de flujo de fluidos en sistemas con simetría axial.



**Figura 4** FEMLAB.

El procedimiento general de solución se muestra en la Figura 5. La región de interés (dominio) se crea geoméricamente, se definen sus características como densidad y viscosidad, se discretiza formando un mallado triangular, y se resuelven numéricamente las ecuaciones diferenciales del sistema para obtener el perfil de velocidades y la distribución de presión en el sistema. A partir de estos resultados de simulación, se puede obtener información adicional como la fuerza ejercida por el fluido sobre una o varias de las interfases fluido-sólido.



**Figura 5** Ejemplo de simulación CFD axisimétrica en FEMLAB, flujo alrededor de una esfera. Izquierda a derecha: dominio, discretización y solución (perfil de velocidades).

El propósito de este proyecto es llevar a cabo simulaciones axisimétricas del flujo de aire de corte alrededor de la gota esférica, para evaluar la fuerza de arrastre ejercida por el aire. Los resultados obtenidos se emplearán para proponer un modelo para dicha fuerza, en función de la velocidad del aire de corte y el tamaño de la gota.

### **Referencias**

- Cruz-Fierro C. F. (2005). "Hydrodynamic Effects of Particle Chaining in Liquid-Solid Magnetofluidized Beds: Theory, Experiment, and Simulation". Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía en Ingeniería Química, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.
- Pinto-Espinoza J. (2002). "Dynamic Behavior of Ferromagnetic Particles in a Liquid-Solid Magnetically Assisted Fluidized Bed (MAFB): Theory, Experiment, and CFD-DPM Simulation". Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía en Ingeniería Química, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.
- Valero Soria H. A. (2008). "Prototipo para producción de partículas esféricas por extrusión". Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico, Instituto Tecnológico de Durango (inédito).

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar mediante simulación un modelo para predecir la fuerza de arrastre del aire de corte sobre una gota esférica en extrusión.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- ★ Desarrollar en FEMLAB el modelo axisimétrico de la gota en extrusión.
- ★ Simular el flujo de aire alrededor de la gota a diferentes velocidades de aire y tamaño de gota para obtener la fuerza de arrastre sobre la gota.
- ★ Correlacionar la fuerza de arrastre con el flujo de aire y el tamaño de la gota.

## DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- ★ **Investigación bibliográfica.** Se consultarán los recursos bibliográficos disponibles para obtener información relevante al proyecto.
- ★ **Capacitación en el uso de FEMLAB.** Se aprenderá el manejo del programa de simulación, cómo definir un modelo, discretizarlo, resolverlo, y obtener la fuerza ejercida por el fluido sobre una superficie.
- ★ **Desarrollo del modelo en FEMLAB.** Se definirá geoméricamente el modelo que represente el flujo de aire alrededor de una gota esférica.
- ★ **Corridas de simulación.** Se llevarán a cabo diferentes simulaciones variando la velocidad de flujo del aire (por lo menos 3 valores) y el diámetro de la esfera (por lo menos 5 valores).
- ★ **Correlación de resultados.** Se explorará la posibilidad de reducir los resultados de simulación a un modelo matemático que permita predecir la fuerza de arrastre sobre la gota esférica en función de los parámetros estudiados.
- ★ **Seguimiento de residencia.** Durante los tres periodos de seguimiento de residencia, se evaluará el avance logrado de conformidad con el formato SNEST-AC-PO-007-05.
- ★ **Preparación del reporte final.** En el reporte final se detallarán todas las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el periodo de residencia.

**ANTEPROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

Simulación de la fuerza de arrastre sobre una gota esférica en un extrusor prototipo

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	AGO		SEP				OCT				NOV				DIC	
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Investigación bibliográfica	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
Capacitación en el uso de FEMLAB			◆	◆	◆	◆										
Desarrollo del modelo en FEMLAB					◆	◆										
Corridas de simulación							◆	◆	◆	◆	◆	◆				
Correlación de resultados													◆	◆		
Seguimiento de residencia						◆					◆					◆
Preparación de reporte final															◆	◆

**DATOS DE LA INSTITUCIÓN**

<b>Razón social</b>	Instituto Tecnológico de Durango
<b>RFC</b>	SEP210905775
<b>Giro o actividad</b>	Educación publica
<b>Titular</b>	Ing. Juan Gamboa García
<b>Domicilio</b>	Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva Vizcaya Durango, Dgo. 34080