

# REVISTA PROCESOS

## Vientos de cambio



- ▶ Vientos de cambio
- ▶ La Revista Procesos: 10 años en las manos de todos
- ▶ El GAZE – 10 años de compromiso con el Medio Ambiente
- ▶ Práctica en BASF, Ludwigshafen - Alemania

# Créditos y editorial

**Dirección:**

Víctor René Rojas Muñoz  
Estudiante de Ingeniería de Procesos

**Comité editorial:**

Laura María Carvajal Cortés  
David Echeverry Gómez  
Javier Arley Sánchez Cossio  
Estudiantes de Ingeniería de Procesos

**Diseño:**

Juan Pablo Pemberty Jiménez

**Impresión:**

Frutos Litográficos

Una publicación de la **Universidad Eafit**  
Con la colaboración de la **Organización Estudiantil**

## Carta del editor

**Víctor René Rojas Muñoz**

Estudiante Ingeniería de Procesos  
[vrojasmu@eafit.edu.co](mailto:vrojasmu@eafit.edu.co)

Vientos de cambio es el nombre que lleva nuestra Revista en su edición especial de aniversario; su cumpleaños número 10 coincide con el Primer Encuentro Internacional de Energía Eólica, evento en el que el Centro de Educación Continua de la Universidad EAFIT participa como coordinador logístico y el Departamento de Ingeniería de Procesos como coordinador académico.

Soplan aún más estos Vientos de cambio cuando nuestro jefe de Departamento anuncia oficialmente el cambio de nuestra jefe de Carrera o cuando el Semillero de Investigación GAZE anuncia la celebración de sus 10 años como grupo estudiantil en pro de la Ingeniería acoplada al cuidado del ambiente, haciendo un derrotero de los proyectos pasados y futuros que dan y darán de que hablar en el medio en el que nos desenvolvemos. Todas son razones para que la Revista Procesos se ponga a la altura de los acontecimientos y para que su comité editorial trabaje en la edición especial que usted tiene en sus manos y que esperamos sea de su agrado.

Un saludo para todos.

## Vientos de cambio

Por:

**Jaime Alberto Escobar**

Docente, Departamento de Ingeniería de Procesos  
Coordinador Académico Primer Encuentro  
Internacional sobre Energía Eólica - LAWIND 2009  
[jaimesco@eafit.edu.co](mailto:jaimesco@eafit.edu.co)

La energía en todas sus diferentes manifestaciones ha sido siempre un requisito indispensable para mover el mundo y, muy especialmente en los tiempos presentes, para realizar todas las actividades del ser humano y su entorno de construcción artificial. Así, las coyunturas actuales del planeta nos conducen a enfrentar retos muy grandes, pertinentes a todos los países en general pero también de una manera particular a las pequeñas localidades y comunidades que los integran.

Entre estos retos se encuentran la mitigación del ya evidente calentamiento global, la gestión del crecimiento de la población, la adecuada gestión frente al agotamiento y el costo de los recursos naturales, el mejoramiento de una situación de inequidad en la distribución de la energía disponible y, de manera particular, la asimetría entre regiones sobre el conocimiento para adquirirla.

En este contexto, se reconoce ampliamente que encontrar el acceso racional a las energías renovables es una de las alternativas de solución claves que se proponen para enfrentar los ya mencionados retos del mundo actual. Sin embargo, el uso de las energías renovables, a pesar de su vasto potencial, es aún muy reducido y paradójicamente más limitado en los países donde se cuenta con una disponibilidad mayor en este tipo de recursos.

Lo anterior resulta especialmente válido para Colombia, donde se reconoce igualmente que los obstáculos para su implementación son múltiples, entre ellos: barreras a la adquisición del conocimiento; falta de una legislación y regulación nacional adecuadas que promuevan la producción, distribución y el uso de estas fuentes alternas de energía; la existencia de insuficientes fuentes de financiación, y sobre todo, merece destacarse la falta de una conciencia colectiva, política, educativa y gubernamental sobre las oportunidades que representa esta nueva fuente de recursos energéticos.

Las fuentes de energías renovables, entre ellas el viento, son teóricamente inagotables, son accesibles en muchas áreas rurales y susceptibles de ser combinadas en sistemas híbridos para configurar sistemas aislados de la red central de energía. De esta manera, las regiones y localidades aisladas podrían acceder al uso sostenible de la energía y, de este modo, incorporarse al progreso y al mundo de las tecnologías de la comunicación y de la información.

Dentro de las energías renovables, la energía que procede del movimiento del aire (eólica), ocupa un lugar de preeminencia en el mundo actual, tanto por la capacidad instalada y la sostenibilidad económica, social y ambiental que se desprende de su uso, como por la tasa de crecimiento acelerada que presenta esta fuente de energía.

Por estas razones, se hace muy oportuno para Colombia convocar a la comunidad internacional, a los sectores gubernamentales, académicos, industriales y demás relacionados con la energía con el fin primordial de intercambiar conocimientos y al mismo tiempo identificar oportunidades de negocios que ya surgen de una manera particular en América Latina y el Caribe. La convocatoria se consolida en el evento que se ha denominado "Primer Encuentro Internacional Sobre Energía Eólica - LAWIND 2009" y que se desarrollará en el Campus de la Universidad EAFIT en la tercera semana de Septiembre.

Esta destacada convocatoria cuenta también con el apoyo académico de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Bremerhaven, Alemania, institución educativa con la cual se encuentra vigente un amplio acuerdo de cooperación educativo y de investigación en el campo de la Ingeniería de Procesos y particularmente en las energías renovables.

Otras entidades del sector privado y público apoyan el evento, entre ellas se pueden destacar: Empresas Públicas de Medellín; el IPSE, Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las zonas no interconectadas; LAWEA, Asociación Latinoamericana de Energía Eólica; CIDET, Centro de Investigación y Desarrollo del Sector Eléctrico; FINDETER, entidad financiera de los territorios nacionales y Tronex Battery Co, entidad interesada en la investigación en áreas del almacenamiento de energía.

Para ayudar en este propósito, este encuentro ha convocado a muy prestigiosos conferencistas internacionales que compartirán con el auditorio sus conocimientos, experiencias y prospectivas en este interesante e importante campo. Entre ellos se destacan:



**La producción para el aprovechamiento de la energía del viento se constituye en un negocio de gran importancia para la generación de empleo en algunos países de la Comunidad Europea**

(Cortesía: Jaime Escobar)

\* El Dr. Preben Maegaard, actual Presidente y CEO del WWEL, Instituto de Energía Eólica Mundial, quien presentará un caso inusitado de innovación sobre la comunidad danesa de Thisted, integrada por 40000 habitantes y que es completamente autónoma en energía. Él estará alternando en un seminario con el Dr. Conrado Moreno Figueredo del Instituto CUJAE (Cuba), quien presentará casos concretos de aplicaciones en el sector rural en la isla de Cuba y el Caribe.

\* El Dr. Jens Peter Molly, Director del DEWI, Instituto de Energía Eólica Alemán, quien disertará sobre el desarrollo de este importante negocio y sus diferentes estructuras de apoyo en Alemania.

\* El Dr. Henry Seifer, director de Fk-Wind, entidad adscrita a la universidad alemana ya mencionada y de amplio prestigio en la investigación de las aplicaciones de la energía eólica, quien disertará sobre la metodología para calcular la energía del viento y la definición del diseño de diferentes artefactos empleados en estos sistemas.

Igualmente, en este importante dossier de representaciones internacionales, se contará con la conferencia sobre temas de almacenamiento de energía a cargo del Dr. Francisco Javier Salvador. Asimismo, el Dr. Mauricio Trujillo, Director ejecutivo de LAWEA, ilustrará sobre las perspectivas y estado actual del aprovechamiento de la energía del viento en Latinoamérica.

En el campo nacional se destaca la participación del Dr. Álvaro Pinilla, profesor de la Universidad de Los Andes, y la participación de las Empresas Públicas de Medellín con las intervenciones de los Drs. Carlos E. Vélez y Luis Fernando Rodríguez, quienes se referirán al caso del Parque Eólico Jepirachi en La Guajira y los aspectos financieros que conciernen a los proyectos eólicos y los bonos de carbono.

El sector financiero, estará representado adicionalmente por el Dr. Javier Cuervo, especialista en energía del BID, Banco Interamericano de Desarrollo.

Las anteriores actividades estarán comprendidas dentro del Simposio (17, 18 de Septiembre) y dos Seminarios (16 de Septiembre), actividades que componen el evento.

Este encuentro pretende contribuir en la pretensión, o mejor en la necesidad de reconsiderar sobre nuestra concepción actual de desarrollo que ha estado centrado en las grandes ciudades, para pensar ahora en actuar de una manera agresiva en las áreas rurales y apartadas que se encuentran atrasadas, no obstante la riqueza y densidad de sus recursos. **P**

# La Energía Eólica en Colombia: Desarrollos - Usos

**Álvaro E. Pinilla Sepúlveda**

Profesor Titular Universidad de Los Andes, Bogotá  
Conferenciante Primer Encuentro Internacional,  
Energía Eólica - LAWIND 2009  
apinilla@uniandes.edu.co

**Solamente en la Región Caribe, incluida La Guajira, se pueden instalar más de 15000 MW en parques eólicos. Si se quisiera extender a zonas fuera de la playa o el mar, este potencial puede resultar mayor a 30000 MW.**

El uso de la energía eólica en Colombia como fuente motriz para bombeo de agua se remonta a los primeros años del siglo XX. Los equipos para ello empleados, conocidos comúnmente como "Molino de Viento Multipala Americano", tuvieron un uso masivo en la conquista del oeste norteamericano hacia finales del siglo XIX, facilitando el desarrollo de múltiples compañías comerciales que ofrecían equipos de aerobombeo mecánico de diversos tamaños para las múltiples soluciones de bombeo de agua.

En Colombia, aerobombas del estilo norteamericano se empezaron a introducir comercialmente para uso agrícola en los años 20. Se estima que entre 1940 y 1980 se importaron cerca de 3000 aerobombas a través de la Caja Agraria, principalmente, y algunas entidades comerciales privadas. Muchas de estas máquinas fueron instaladas en la Sabana de Bogotá y en cercanías de algunas otras ciudades colombianas. Debido al incremento en el acceso a la red eléctrica, las aerobombas entraron en desuso y en algunos casos sólo sirven como elementos decorativos del paisaje.

Colombia ha tenido un interesante desarrollo tecnológico en la industria de aerobombeo. Desde mediados de los años 70, el Centro Las Gaviotas con apoyo técnico de la Universidad de Los Andes y después de una intensa labor de Investigación y Desarrollo saca al mercado el conocido Molino de Viento Tropical de Doble Efecto "Gaviotas" (MV2E). Vale la pena mencionar que el proyecto fue patrocinado por el Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Bajo un concepto de diseño similar a la aerobomba Gaviotas, en el año 1979 aparece en el mercado colombiano el Molino de Viento "El Gavilán". De

acuerdo al fabricante entre septiembre de 1979 hasta el cierre de la empresa, en diciembre de 1982, fueron vendidos 132 aerobombas Gavilán (Pinilla, 1985). La simplicidad del sistema Gavilán permitía que el usuario de la aerobomba pudiera instalar el equipo, a muy bajo costo, permitiéndole desarrollar sus habilidades técnicas y facilitando al usuario, la familiaridad necesaria para futuras labores de mantenimiento.

En 1984 emerge otro fabricante de aerobombas, Industrias JOBER. Allí se desarrolló el Molino de Viento "Jobber", el cual consistía de un rotor de 10 palas con 2.5 metros de diámetro. Desde su inicio de actividades, Industrias JOBER ha podido ampliar su oferta de equipos, reportando ventas actuales por más de 600 millones al año (cerca de 100 unidades), en el mercado colombiano, venezolano y algunos otros países de la región. Desarrollos recientemente realizados en el molino Jobber comprende la inclusión de un reductor de velocidad en la transmisión del movimiento, rotores de mayor diámetro con mayor número de palas y una torre más robusta para incursionar en aplicaciones de bombeo de agua en La Guajira, región en la cual la intensidad del viento es alta.

En lo que respecta al desarrollo de sistemas eólicos para generación de electricidad, se puede mencionar la oferta comercial de la empresa Energía Andina entre 1980 y 1983. Este diseño de origen alemán, en su momento era bastante innovador, combinando los anillos de captación del viento y la conexión directa entre el eje del rotor y el generador eléctrico, sin requerir caja aumentadora de velocidad para la generación de electricidad. La compañía Energía Andina también ofrecía turbinas hidráulicas, con el mismo tipo de generador.

A nivel universitario, vale la pena mencionar la actividad desarrollada en los trabajos de investigación realizados por la Universidad Nacional de Bogotá, entre 1987 y 1989, bajo la dirección del Profesor Julio Mario Rodríguez. Desafortunadamente, la falta de continuidad de apoyo de las entidades de financiamiento de la investigación no permitió que este grupo de profesores y estudiantes de la Universidad Nacional continuaran con estos desarrollos. En su momento se instaló y se

realizaron las pruebas en campo del primer prototipo del equipo eólico PROMIX (Producción Mixta) y se logró plantear al menos en planos de ingeniería un aerogenerador eólico de 5 kW nominales, conocido como el equipo PROEL (Producción Eléctrica). De haberse continuado, Colombia tendría una base importante de recursos humanos adecuadamente entrenados en esta tecnología.

En la actualidad, el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes realiza trabajos relacionados con el estudio aerodinámico de perfiles con bordes de fuga recortados, fabricación de aspas con nuevos materiales, fabricación de un túnel de viento para la corroboración experimental de desarrollos aerodinámicos, entre algunos otros proyectos. Similarmente se continúa en el desarrollo de aerobombas y en la actualidad se está desarrollando un banco de pruebas para aerobombas consistente en un tubo ciego con 25 metros de profundidad. En este se podrán evaluar las condiciones dinámicas de fuerzas, presiones y manejo de caudales para nuevos diseño de bombas actuadas mecánicamente.

### El Parque Eólico Jepirachi

En Colombia se cuenta en la actualidad con un único parque eólico, el Parque Eólico de Jepirachi, el cual se encuentra instalado en cercanías del Cabo de La Vela en La Guajira. El parque fue instalado por las Empresas Públicas de Medellín, y opera desde abril de 2004. Durante los primeros 15 meses de operación alimentó a la red eléctrica 70.4 GWh representando un factor de planta global de un 38% con una disponibilidad del 96% (Pinilla et al, 2009). Las condiciones de viento en el sitio de Jepirachi son bastantes favorables, contando con velocidades de viento promedio altas casi todo el año; vientos alisios prevalentes en dirección este-oeste y baja intensidad de turbulencia del viento, lo cual representa reducidas cargas de vibración en los equipos.

El parque consta de 15 equipos de fabricación alemana de la compañía NORDEX, cada uno tiene una potencia nominal de 1.3 MW, para una potencia nominal del parque de 19.5 MW.

Cada equipo tiene 60 m de diámetro y 60 m de altura de torre. Las Empresas Públicas de Medellín siempre han considerado el parque Jepirachi como un proyecto piloto, con el propósito de transferencia de tecnología, aprendizaje y entendimiento para futuros proyectos de energía eólica en el país. Tras cuatro años de operación, se han logrado identificar las dificultades tecnológicas y operacionales de



Equipos en el Parque Eólico Jepirachi, La Guajira (Cortesía Sergio Espinosa)

los parques. Igualmente E.P.M. ha ampliado la red meteorológica de evaluación del recurso eólico con otras 10 estaciones estratégicamente localizadas, en la alta Guajira.

### Perspectivas en el país

Las perspectivas para la energía eólica en Colombia son grandes, sobre todo en la región Caribe, en donde el recurso eólico ha demostrado ser alto. Un estudio reciente (Huertas & Pinilla, 2007), en el cual se asume el uso de tecnología eólica actual comercial, se encuentra que por kilómetro cuadrado de terreno, y en las condiciones del norte de La Guajira se pueden instalar cerca de 20 MW eólicos, los cuales producirían cerca de 85 GWh/año/km<sup>2</sup>. De 1 km<sup>2</sup> ocupado por los equipos eólicos, solamente el 1% del terreno es ocupado físicamente por las bases de las torres, la transmisión de electricidad interna de un parque y vías de acceso y comunicación entre equipos. Esto quiere decir que el terreno puede ser utilizado para otros usos, sean agrícolas o pecuarios. Bajo esta suposición, solamente, en la región Caribe, incluida La Guajira, se pueden instalar más de 15000 MW, en parques eólicos. Ahora bien, si se quisiera extender a zonas fuera de playa o en el mar, este potencial puede resultar mayor a 30000 MW.

En el territorio nacional existen otros lugares donde se sabe que existen condiciones favorables de viento (UPME & IDEAM, 2006), y sobre los cuales se deben realizar programas de medición del viento para determinar su verdadero potencial como recurso energético. Algunos de estos lugares son: los alrededores de Villa de Leiva; zonas aledañas a Cúcuta, algunas zonas de Santander; en Risaralda, en el Valle del Cauca, en el Huila y Boyacá. Algunas universidades en Colombia están realizando esfuerzos de investigación en energía eólica, como la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad Nacional de Colombia, ambas de Medellín. También se está empezando a ofrecer programas de pregrado y maestría con intensificación en energías renovables en instituciones de educación superior como la Universidad de La Guajira, Universidad Autónoma del Caribe, Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad de Los Andes, para mencionar algunas. **P**

## BIBLIOGRAFÍA

Huertas, L & Pinilla, A. (2007) Predicción de Rendimiento de Parques Eólicos como Herramienta de Evaluación. Empresas Públicas de Medellín – Universidad de Los Andes. Bogotá. Enero.

Pinilla, A. (1985) Wind Powered Pumping System for Colombia. Ph.D. Thesis, Reading, Inglaterra, Abril

Pinilla, A., Rodríguez, L. & Trujillo, R. (2009) Performance Evaluation of Jepirachi Wind Park, Renewable Energy Journal, Volume, 34, No 1, pp 48-52, January.

Unidad de Planeamiento Minero Energético (UPME) & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2006). Atlas de Viento y Energía Eólica en Colombia. Bogotá. (Se puede consultar en línea – UPME)

# Energía Eólica en EAFIT

## Comité Editorial Revista Procesos

Estudiantes de Ingeniería de Procesos  
[vip@eafit.edu.co](mailto:vip@eafit.edu.co)

La energía eólica también se investiga en EAFIT. La Revista Procesos entrevistó a Juan Camilo Herrera, Ingeniero Mecánico de la UPB y Master en Energía de la Escuela Politécnica Federal de Lausana, Suiza, quien asesora a las estudiantes Catalina Peláez, Luisa Macía y Carolina Duque de Ingeniería de Diseño en su proyecto de grado. En esta entrevista, Juan Camilo nos comparte cuáles son los objetivos, el alcance y el estado de este interesante proyecto.

**Revista Procesos:** ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

**Juan Camilo Herrera:** Se pretende realizar la apropiación tecnológica de un pequeño aerogenerador de 400 W para ser utilizado en zonas no interconectadas del país donde las condiciones de viento sean propicias. La idea es probar con algunos materiales compuestos y sustituir ciertos componentes mecánicos para disminuir los costos, poder ofrecer una solución económicamente viable y suplir las necesidades básicas de zonas que no cuentan con acceso al Sistema Interconectado Nacional.

**RP:** ¿Por qué está dirigido únicamente a zonas no interconectadas?

**JCH:** El precio de la energía eléctrica en Colombia es relativamente barato si se compara con el de otros países y por eso es muy complicado implementarlo sobre los sistemas de generación tradicionales (hidroeléctricas principalmente, con algunas centrales termoeléctricas). Por eso, el objetivo no es competir con éstas sino llegar a sitios donde la electricidad no está presente y brindar soluciones básicas. Con una turbina de 400 W puede pensarse en la solución energética de una pequeña vivienda con cinco bombillas, un radio y un televisor. Esto no quiere decir que los aerogeneradores no sean competitivos o no puedan ser una alternativa comparable con la energía tradicional, es tan sólo que éste es el primer nicho de mercado.

**RP:** ¿Hay alguna empresa involucrada en el proyecto?

**JCH:** Sí, la selección de la turbina se realizó en conjunto con la empresa Hybrytech y su director de proyectos Camilo Jaramillo. Se hizo un análisis de mercado para determinar qué tipo de clientes podrían estar más interesados en este tipo de energía, qué necesidades se pretende cubrir y qué equipo se ajusta mejor a estos requerimientos.

**RP:** ¿Por qué consideran tan importante realizar este desarrollo propio?

**JCH:** Colombia no cuenta con grandes incentivos para la instalación de energías alternativas. Un generador de 400 W tiene un precio aproximado de USD 700, sin contar con la torre, el banco de baterías y el inversor, los cuales también son costosos en el exterior. Este es el principal problema que han tenido las empresas que han tratado de comercializar este tipo de generadores, por eso es necesario adaptarlos a nuestras condiciones y hacerlos más económicos. La torre puede ser diseñada fácilmente y el banco de baterías y el

inversor pueden ser adquiridos comercialmente. Pueden además sustituirse materiales en las aspas y probar reemplazar el generador por un alternador.

**RP:** ¿En qué estado se encuentra el proyecto?

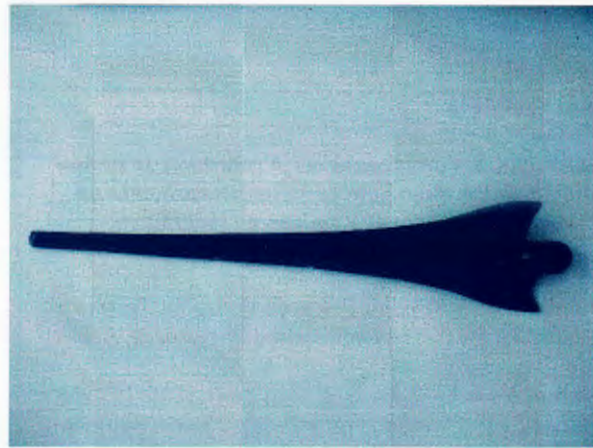
**JCH:** Ya se construyeron las aspas que son un punto crítico desde el punto de vista aerodinámico. Hace falta trabajar más en el alternador donde las restricciones de peso y tamaño son bastante importantes; cuando se resuelva esto, se continuará con la construcción de la carcasa. Luego se probará la turbina en un túnel de viento para establecer la curva de potencia y comparar su desempeño con el de una turbina comercial. Además parte del proyecto también consistió en analizar el tamaño de la turbina y decidir el nicho al cual nos íbamos a dirigir para que nuestro proyecto pudiera ser factible.

**RP:** Es bien sabido que la aplicación de turbinas eólicas está sujeta a condiciones de viento favorables. ¿Cuáles serían las condiciones necesarias por este desarrollo? ¿Qué lugares de Colombia encuentran interesantes?

**JCH:** Este tipo de turbinas tiene una velocidad de arranque de 3 m/s y una velocidad óptima alrededor de 12 m/s; dependiendo de los materiales éstas pueden soportar ráfagas de viento de hasta 50 m/s sin sufrir daños. Puede decirse entonces que un sitio adecuado es aquel donde la velocidad promedio no sea inferior a 5 m/s y no haya fuertes ráfagas de viento. Colombia cuenta con un atlas de viento realizado por el IDEAM y la UPME, donde se da una primera aproximación de los lugares donde podría implementarse esta tecnología: la Costa Atlántica, La Guajira, Cesar, Norte de Santander y los Llanos Orientales podrían ser sitios aptos, pero cualquier lugar con velocidades no inferiores a 5 m/s también sería adecuado. Aquí es donde tenemos un problema: el atlas es una muy buena aproximación para indicar donde hacer un estudio de vientos, pero no es material suficiente para desarrollar un proyecto eólico.

**RP:** ¿En qué consiste el estudio de vientos? ¿Por qué afirma que es aquí donde tenemos un problema?

**JCH:** Para un proyecto de energía eólica se debe tener al menos datos de vientos durante un año; mientras mayor cantidad de información se tenga, más completo es el análisis, la hipótesis es que lo que pasa en 1 año será repetitivo. Para realizar este estudio es indispensable tener medidas promedio de la velocidad del viento cada 10 minutos; con valores de velocidad promedio horaria no



Aspa para el prototipo en desarrollo por los estudiantes de Ingeniería de Diseño.  
[Cortesía: Catalina Peláez]

se obtendrían análisis exactos ya que en términos de producción de energía no es lo mismo que se tengan mediciones de 4, 5 y 6 m/s a que se tengan tres mediciones de 5 m/s. A pesar de que arrojan el mismo promedio, se produce más energía con la primera serie de vientos, ya que la energía producida por un aerogenerador depende de la velocidad al cubo, (es decir  $4^3+5^3+6^3 = 405$  es 8% superior a  $3 \times 5^3 = 375$ ). Por esta misma dependencia cúbica entre energía y velocidad, un error del 10% en la medición del viento produciría un error del 30% en la producción de energía. Una vez se tengan estos datos, es necesario el empleo de un solver numérico para simular el viento y determinar el mejor sitio posible para hacer la instalación. Estos estudios pueden tornarse muy costosos.

**RP:** Ahora, desde los puntos de vista político y social, ¿qué ambiente aprecian ustedes para el desarrollo de la energía eólica en Colombia?

**JCH:** Es una tecnología que apenas está empezando a estudiarse en el país, actualmente sólo se cuenta con un parque eólico en La Guajira, el cual seguramente servirá para iniciar una curva de aprendizaje en esta materia. Tanto con la energía eólica como con el resto de energías alternativas hace falta más iniciativa de las universidades y de los sectores público y privado, así como incentivos gubernamentales para implementarlas. Colombia tiene un buen potencial para aprovechar el viento. Como en el caso de una central hidroeléctrica, donde se aprovecha el agua en un lugar donde las condiciones hídricas lo permiten, la energía eólica es aprovechable y competitiva en lugares donde las condiciones de viento estén presentes, y para conocer estos lugares es necesario hacer más estudios. **P.**

**El Comité Editorial de la Revista Procesos desea darle un agradecimiento especial a todas las personas involucradas en el proyecto por permitirnos compartir este material y al asesor Juan Camilo Herrera por su tiempo y disposición para la Entrevista**



## Producción de concretos coloreados

**Camila Betancourt Arango**

Estudiante de Ingeniería de Procesos  
cbetan11@eafit.edu.co

**Cementos Argos S.A., en conjunto con el grupo de investigación DDP de la Universidad EAFIT, decide acometer el trabajo de grado: "Producción de concretos coloreados" como una investigación cofinanciada.**

El concreto es el material de construcción más utilizado mundialmente gracias a su funcionalidad, fácil consecución y sencilla elaboración.

A través del tiempo los productores del concreto se han preocupado por mejorar el componente funcional de éste desde el punto de vista de resistencias y tiempos de fraguado; sin embargo, en el contexto actual, la época del color y la apariencia donde muchos materiales manufacturados incursionan, los productores de concreto deben preocuparse por el componente de acabado del concreto de modo que puedan competir con los nuevos materiales para recubrimientos de fachadas que consideran texturas, patrones estampados, colores novedosos y otros acabados decorativos.

Considerando las necesidades del mercado, las grandes cementeras son las principales precursoras de investigaciones acerca del concreto, haciendo numerosos estudios que van desde la caracterización del mismo hasta las reacciones de fraguado, proceso de producción, materiales alternativos y mejoras al concreto.

Cementos Argos S.A., en conjunto con el grupo de investigación DDP de la Universidad EAFIT, decide acometer el trabajo de grado: "Producción de concretos coloreados" como una investigación cofinanciada. Esta idea inició como "Obtención de cementos coloreados", pero gracias a la ayuda de Juan Guillermo Morales, MSc. de Argos, y Diego Andrés Acosta, Ph.D. de EAFIT, el proyecto fue tomando forma y se retroalimentó de diversos

aportes durante seis meses hasta lograr conformarse.

Los objetivos del proyecto se plantearon en acuerdo con la empresa y en general el objeto de estudio es evaluar la homogeneidad del color y la durabilidad del mismo en el concreto, además de determinar cuáles son las variaciones que presenta esta innovación del color en cuanto a las propiedades funcionales del material.

En cuanto a la duración del proyecto, se estableció un plazo de aproximadamente un año, con entregas de continuos informes de avance a la Universidad y a Cementos Argos S.A.

La Ingeniería de Procesos, gracias a su enfoque sistémico, promueve una actitud innovadora por parte de los estudiantes que les permite desarrollar nuevos procesos, productos y equipos. De allí que sea pertinente resaltar esta relación Universidad-Empresa donde se reúnen numerosos esfuerzos para alcanzar diversos objetivos que incluyen el uso de la investigación como herramienta para suministrar valor agregado a diversos productos.

Los estudiantes contamos con el respaldo de la Universidad EAFIT y el reconocimiento que ello implica ante el sector industrial, escenario que nos abre las puertas a un sinnúmero de posibilidades de desarrollo que van desde prácticas profesionales a investigaciones patrocinadas. **P.**

## IV Simposio sobre Biofábricas, las diferentes perspectivas de investigación en Biotecnología

En el IV Simposio sobre Biofábricas quedó en evidencia una gran variedad de enfoques y aplicaciones de la Biotecnología Microbiana y Vegetal en áreas como la agricultura, alimentos, medio ambiente, minería, combustibles, farmacia y químicos. El grupo GIPAB representó a EAFIT con su ponencia sobre el proyecto que adelanta para la obtención de enzimas para la industria de alimentos.



Una primera versión del simposio sobre Biofábricas se realizó en Octubre de 2002 y su eje temático fue "Biología y aplicaciones de la célula cultivada". Desde entonces este evento académico ha venido convocando investigadores de los diferentes grupos de universidades nacionales y extranjeras para contar sus experiencias investigativas y fortalezas académicas en el área de la Biotecnología. Para este momento, son cuatro las veces que ha tenido lugar este simposio.

Durante los pasados 4, 5 y 6 de agosto, se realizó el IV Simposio sobre Biofábricas "Los Grupos de Investigación en Biotecnología y la Formación de Investigadores", evento realizado en la Universidad Nacional de Colombia -sede Medellín- y liderado por el Grupo de Bioprocesos y Flujos Reactivos de la Escuela de Procesos y Energía de la misma Universidad. En este simposio se analizó la relación de simbiosis entre los semilleros y los grupos de investigación, la generación de conocimiento y la formación de investigadores; se mostraron también algunos productos de ese quehacer científico. De esta manera se socializaron diferentes proyectos de investigación en el área de Biotecnología a través de ponencias y posters, evidenciando una gran variedad de enfoques y aplicaciones en diferentes áreas de la Biotecnología Microbiana y Vegetal en agricultura, alimentos, medio ambiente, minería, combustibles, farmacia y químicos; también se expusieron algunos avances de aplicaciones biotecnológicas en el sector salud. Además, el Derecho hizo su aporte a través de una discusión académica sobre la definición jurídica de las biofábricas en Colombia. Quedó demostrado entonces que la Biotecnología es una ciencia interdisciplinaria en la que convergen profesionales investigadores de diferentes campos del conocimiento técnico y científico.

Realizando un rápido recorrido a los temas presentados como parte de los diferentes trabajos de investigación, es importante mencionar que en el área agrícola se han venido estudiando temas de fitopatología y promoción de crecimiento vegetal, realizando aislados de bacterias de suelos de diferentes partes de Colombia, especialmente de Cundinamarca, Santander y Antioquia, con potencial biocontrolador y de promoción de crecimiento.

Para la industria de alimentos, las posibilidades de aplicación de procesos y productos biotecnológicos son amplias; principalmente se habló de tecnología enzimática, como la producción de  $\alpha$ -amilasa a partir de *Bacillus subtilis* para la panificación y modificación de almidón y obtención de poligalacturonasas para la extracción y clarificación de jugos de fruta natural, el estudio de probióticos para la industria láctea y no láctea, la extracción de manoproteínas, la producción de hongos comestibles aprovechando residuos agroindustriales y la producción de nutraceuticos a partir de metabolitos fúngicos con actividad antioxidante.

Respecto a medio ambiente, un tema que ha ido llamando la atención de los gobiernos y la comunidad académica, se presentaron investigaciones que abordan el tema de producción de bioplásticos como hidroxialcanoatos para el reemplazo de algunos polímeros que deben su origen a derivados de petróleo. Tratamiento de lixiviados de basura, biodegradación de colorantes y tratamientos de aguas residuales con contenido de metales pesados también fueron objeto de investigación.

En biominería, un área relativamente reciente, el tema sobresaliente fue la oxidación y lixiviación de sulfuros para la extracción de metales provenientes de minerales concentrados y rocas mediante el uso de microorganismos del género *Acidithiobacillus*.

Las áreas de la salud y la medicina fueron dos de las más mencionadas: por un lado se expuso un posible tratamiento para la leucemia enfocado en la inhibición de la oxidación de ácidos grasos mediante etomoxir para impedir la proliferación de células leucémicas. De otro lado, la ingeniería de tejidos y medicina regenerativa ha sido un tema de investigación para obtener productos derivados de células y tejidos humanos, como la generación de mucosa oral y de piel como alternativa a tratamientos en los que el autoinjerto de tejidos no es recomendable.



Detalle del primer simposio [Cortesía: Yuly Ramírez]



Presentaciones en modalidad de poster [Cortesía: Yuly Ramírez]

En el simposio participaron universidades de todo el país, como anfitrión estuvo la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín, Bogotá y Manizales; se contó con la presencia de la Universidad EAFIT representada por el Grupo de Investigación en Procesos Ambientales y Biotecnológicos, GIPAB. También hubo representación de la Universidad de Antioquia, Universidad de San Buenaventura, Universidad Católica de Oriente, Universidad de Nariño, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Universidad de Cartagena, Universidad de Córdoba, Universidad de la Salle y la Universidad Francisco de Paula Santander. Del exterior participó Delft

University of Technology de Holanda, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne y Nestlé Research Center de Suiza y la University of Texas de Estados Unidos.

Con esta breve reseña de lo que fue el IV Simposio sobre Biofábricas "Los Grupos de Investigación en Biotecnología y la Formación de Investigadores" queda un abanico abierto de todas las posibilidades que la Biotecnología ofrece para generar beneficio al hombre mediante un aprovechamiento respetuoso de organismos vivos. Como Ingenieros de Procesos de la Universidad EAFIT contamos con la formación y las habilidades para pertenecer a grupos de investigación básica y aplicada en el área de Biotecnología y de esta forma contribuir a la generación de conocimiento; una muestra de esto fue la participación del GIPAB con la ponencia llamada "Evaluación de la producción de pectinasas a partir de *Aspergillus niger* por fermentación en estado semisólido" en la que se expusieron resultados parciales de una investigación que se adelanta actualmente para la producción de enzimas con potencial para la industria de alimentos.

# Nuestra carrera

Estudiantes	Título del proyecto	Asesor
<b>Samuel Quintero Duque</b>	Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de hecogenina y tigenina del jugo de fique	<b>Guillermo León Palacio González</b>
<b>Melissa Sánchez Monsalve Diana Patricia Galeano Mesa</b>	Evaluación de condiciones de crecimiento y diseño de un medio de cultivo sólido para <i>Mycosphaerella fijensis</i>	<b>Sandra Mosquera</b>
<b>Ruth Natalia Moncada Ossa Laura Sierra Zapata</b>	Purificación y caracterización parcial de compuestos antifúngicos producidos por <i>Bacillus subtilis</i> UA321 contra <i>Mycosphaerella fijensis</i>	<b>Valeska Villegas Escobar</b>
<b>Pilar García Gómez Natalia Ramírez Lalinde</b>	Establecimiento de un medio de cultivo sumergido para <i>Psilocybe</i> sp.	<b>Álex A. Sáez Vega</b>
<b>Diana Toro Ayala Karol Garcés Valencia</b>	Promoción de crecimiento vegetal en plantas de ciclo corto por rizobacterias formadoras de endospora	<b>Luisa Fernanda Posada</b>
<b>Diana Marcela Rivera Natalia Estrada Arango</b>	Efecto biocontrolador de rizobacterias aeróbicas formadoras de endospora contra <i>Mycosphaerella fijensis</i>	<b>Luisa Fernanda Posada</b>
<b>Germán Góez Martínez</b>	Obtención de un material adsorbente a partir de Bentonita a escala de laboratorio para la decoloración de aceites comestibles	<b>Diego Andrés Acosta Maya</b>
<b>Gisell Adriana García Giraldo Sara Gallego Giraldo</b>	Obtención de biomasa y exopolisacáridos de <i>Amauroderma coffeatum</i> en cultivo sumergido	<b>Luz Deisy Marín Palacio</b>
<b>Ana Lucia López Alzate</b>	Definición del Marco Conceptual del Programa de Responsabilidad Integral (RI) en CRYOGAS Grupo Indura	<b>Carlos Henry González Díaz</b>
<b>Diana Milena Metaute Daniel Mauricio Casas</b>	Diseño de un proceso a escala laboratorio para desarrollo de una mezcla asfáltica con residuos plásticos de computadores y similar	<b>Julián Vidal Valencia</b>
<b>Marisol Valencia Querubín Paulina Cogollo Zuleta</b>	Evaluación del crecimiento del hongo <i>Psilocybe cubensis</i> en medios de cultivo sólido	<b>José Rodrigo Moreno Suárez</b>
<b>Ana María Bravo Silva Rafael Cardona Arango</b>	Obtención de una formulación de tintas con base en aceite de soya a escala de laboratorio	<b>Diego Andrés Acosta Maya</b>
<b>Astrid Maritza Giraldo Jorge Mario Osorio Baena</b>	Tratamientos de aguas residuales de la industria textil mediante oxidación convencional y procesos avanzados de oxidación	<b>Edison Gil Pavas</b>
<b>Paula Andrea Pinzón Bonilla</b>	Determinación de la actividad antimicrobiana de bacterias formadoras de endospora contra <i>Ralstonia solanacearum</i> y <i>Fusarium oxysporum</i>	<b>María Ramírez Correa</b>

Estudiantes	Título del proyecto	Asesor
<b>Andrés David Martínez Juan Felipe Escudero</b>	Plan de Negocios "Skudmart Argentina"	<b>Manuel Esteban Acevedo Jaramillo</b>
<b>Camila Betancourt Arango</b>	Obtención de concretos coloreados	<b>Diego Andrés Acosta Maya</b>
<b>María Isabel Gallego Torres Catalina Grajales Restrepo Juliana Ordóñez Buitrago</b>	Plan de Negocios para la elaboración de tres productos cosméticos a partir de la miel de abejas	<b>Marcela Aguirre Valdés</b>
<b>José Daniel Acevedo Zabaleta</b>	Evaluación de un Biorreactor de Lecho Fluidizado para el tratamiento de aguas residuales	<b>Edison Gil Pavas</b>
<b>Daniel Carvajal Restrepo Isabel Cristina Restrepo</b>	Evaluación de fitoesteroles y aceites esenciales en el género <i>Protium colombianum</i> (Burceraceae)	<b>Guillermo León Palacio González</b>
<b>Ana María Arteaga Estrada Danielly María Ríos Palacio</b>	Evaluación de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales	<b>Edison Gil Pavas</b>
<b>Víctor René Rojas Muñoz</b>	Evaluación de métodos de extracción y purificación de enzimas pectinolíticas obtenidas por fermentación en estado semisólido del <i>Aspergillus niger</i>	<b>Catalina Giraldo Estrada</b>
<b>Natalia Ortiz Gómez Andrea Restrepo Céspedes</b>	Construcción de un prototipo de dosificador con mezclador para el acrílico utilizado en la elaboración de prótesis temporales en odontología	<b>Luis Santiago París Londoño</b>
<b>Laura Fernández Sierra Natacha Moreno Gómez</b>	Desarrollo de un antiséptico y un cicatrizante a escala de laboratorio para uso veterinario incorporando ingredientes naturales	<b>Elizabeth Ocampo Cifuentes</b>
<b>Esteban Jaramillo Chica Javier Arley Sánchez Cossio</b>	Desarrollo de una metodología para la síntesis, optimización, y diagnósticos de redes de transferencia de calor (HEN)	<b>Diego Andrés Acosta Maya</b>
<b>María Cristina Espinosa González</b>	Optimización del proceso de obtención de resinas alquídicas a partir de aceite de ricino a escala de laboratorio mediante diseño de experimentos	<b>Diego Andrés Acosta Maya</b>

# De Marcela a Paula Marcela

**Álvaro López de Mesa Granda**

Jefe de Departamento de Ingeniería de Procesos  
alopezme@eafit.edu.

**Aunque parezca un juego de palabras, esta es una realidad que está viviendo en este momento la carrera de Ingeniería de Procesos: El retiro de Marcela Mora de la jefatura de la carrera y su relevo con Paula Marcela Hernández**

Marcela se retiró de la carrera el pasado mes de julio luego de nueve años de infatigable trabajo como profesora e investigadora en el área de Diseño de Procesos para radicarse en el estado de Veracruz en México. Proveniente de Bucaramanga, su ciudad natal, en donde se graduó de Ingeniera Química en la Universidad Industrial de Santander; allí mismo obtuvo su título de Master en Ingeniería Química en el año 2000. Ese mismo año ganó una convocatoria abierta para profesor de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería de Procesos de EAFIT y se vinculó al mismo en julio de ese año.

Como profesora le tocó iniciar el énfasis en Diseño de Procesos con las materias Diseño de Reactores y Simulación de Procesos, las cuales dictó ininterrumpidamente durante sus nueve años de servicios con excelente desempeño según las evaluaciones de sus estudiantes, compañeros y jefes.

Marcela incursionó brevemente en el campo de la investigación con la participación en tres proyectos, siendo el más importante el "Diseño de un sistema de reacción batch" realizado en compañía del profesor Jaime Escobar y que dejó como producto el Laboratorio de Diseño de Procesos que tiene el reactor como su eje. Entre sus publicaciones se destaca la guía práctica "Simulación de Procesos Químicos", texto guía de su curso de Simulación, y queda en proceso de edición otra guía práctica de la materia "Diseño de Reactores". Durante el último año se desempeñó con destacado balance en la Jefatura de la Carrera durante la cual le correspondió, entre otras actividades, liderar la renovación del Registro Calificado del programa y la aprobación y coordinación de la Especialización en Diseño de Procesos Químicos y Biotecnológicos.

Marcela nos deja el grato recuerdo de una persona completamente comprometida con su trabajo tanto en la docencia como en la parte administrativa, respetada y querida por sus compañeros de

trabajo y los estudiantes quienes tuvieron para ella la mejor evaluación. Fue para todos nosotros una profesional intachable que sin lugar a dudas nos dejará un inmenso vacío y un ejemplo a seguir por las generaciones futuras.

Su retiro se debe al matrimonio con Rodolfo Ramos, mexicano de pura cepa; se radicarán en México en donde espera, en la medida que las condiciones se lo permitan, continuar trabajando en la docencia que es la pasión de su vida.

Paula Marcela Hernández, su sucesora, es egresada de la primera promoción de Ingeniería de Procesos (2001) y ha estado vinculada a la carrera como profesora de cátedra desde 2001 hasta 2007 y de tiempo completo a partir de 2009. Su experiencia laboral incluye destacadas empresas locales como Papelsa (productora de papel), Tepsa (diseños ambientales) y Enviambientales (relleno sanitario). Realizó la Maestría Europea en Tecnología y Gestión Ambiental en Inglaterra, Alemania y Finlandia y actualmente finaliza la Especialización en Mercadeo en la Universidad EAFIT.

Como profesora del Departamento ha dictado las materias Fundamentos de Físicoquímica, Ingeniería Ambiental, Procesos Industriales y Ecología.

Es un orgullo contar por primera vez en sus 13 años de historia con una egresada de nuestro programa en su dirección académica. Paula tiene como su principal reto el mejorar y mantener el nivel académico del programa en todos sus aspectos -profesores, cursos, metodologías, laboratorios, entre otros- garantizando que nuestros egresados continúen destacándose en el ámbito empresarial y académico. También es la responsable del desarrollo y fortalecimiento del área ambiental en la carrera en todas sus formas: Semilleros, Grupos de Investigación, Coordinación del eje ambiental de Núcleo de Formación Institucional NFI (El Hombre y el Ambiente, Ecología y Desarrollo Sostenible), entre otros. Adicionalmente tendrá el reto de aumentar el número de bachilleres inscritos en nuestro programa, lograr la conformación del Comité de Carrera y diversificar las Líneas de Énfasis, entre otros.

Por su formación, experiencia y don de gentes no dudamos en augurar a Paula Marcela un excelente desempeño en este importante cargo, para lo cual le ofrecemos todo nuestro concurso. Estamos seguros de que los estudiantes encontrarán en ella un apoyo igual o mejor al que siempre les hemos brindado, puesto que ellos constituyen la razón de ser de nuestro quehacer. **P**

# ...La Revista Procesos: 10 años en las manos de todos

Estudiantes de Ingeniería de Procesos

**La Revista Procesos se encuentra de aniversario. Hace ya 10 años que esta publicación circula entre estudiantes, docentes y directivas del Departamento con el objeto de diseminar las actividades e investigaciones que se llevan a cabo en nuestra carrera. El actual comité editorial de la Revista desea tomarse la oportunidad para entrevistar a su fundador –el Dr. Jorge E. Devia Pineda– y a una egresada que, otrora, tomó las riendas de la Revista y prácticamente la consolidó como el principal medio de información académica y de interés general para toda la comunidad estudiantil del programa. A continuación la entrevista que el comité editorial prepara para ellos.**

**RP: Revista Procesos**

**JD: Ph.D. Jorge E. Devia Pineda- Fundador y primer director de la Revista Procesos.**

**PL: Ing. Paola López Bertel- Directora Revista Procesos 2006-2008**

**RP: ¿Cómo nace la idea de publicar por primera vez la Revista Procesos?**

**JD:** Hace diez años pensamos que era necesario un órgano de difusión de los principios y de las ideas alrededor de una nueva profesión, desconocida en Colombia, que tenía que abrir su propio camino en la conciencia nacional e internacional. De esta manera, y como el creador y director de la Revista Procesos, escribí un primer artículo titulado ¿Qué

es la Ingeniería de Procesos? para explicar el contenido y significado del programa y las razones para su creación en la Universidad EAFIT. El artículo fue publicado en la portada del primer número de la Revista en el mes de marzo de 1998.

**RP: ¿Cuál era el público objetivo de estas primeras ediciones de la Revista Procesos?**

**JD:** La finalidad de las primeras ediciones de la Revista Procesos fue hacer su presentación a los demás miembros de la comunidad universitaria y a las principales empresas de la ciudad. En esa ocasión se publicaron los primeros 200 ejemplares con el patrocinio del Departamento.

**RP: ¿Cuál, en su criterio, fue uno de los factores de mayor peso para la continuidad de la Revista?**

**JD:** El desarrollo de los proyectos de investigación ha contribuido en algunos casos a resolver problemas en la empresas y en otros ha dado origen a publicaciones o la creación de negocios de nuestros egresados. La Revista ha sido el vínculo permanente de los estudiantes con la comunidad académica y con los empresarios y en ella se tiene la oportunidad para expresar libremente las ideas y contar, por ejemplo, las experiencias de prácticas profesionales y de estudios en el exterior. Muchas de las contribuciones de los estudiantes han tenido impacto importante en decisiones que se han tomado en el ámbito del Departamento y en algunos de los cursos de la carrera.

**RP:** ¿Cómo encontraste el “reto” de continuar con la dirección de esta publicación? Si tuviste alguna dificultad, ¿qué nos podrías contar de ella?

**PL:** A pesar de que no estaba sola –trabajaba en ese entonces de la mano con mi compañera, María Esperanza Zuluaga– nos encontrábamos apenas en quinto semestre y no nos sentíamos muy preparadas para eso. La principal dificultad era recopilar material para la edición, dado que por lo general eran profesores los que escribían y nosotros queríamos que fueran los estudiantes, y pues estos son los más desmotivados para escribir y a los que hay que “acojar” más para que entreguen las cosas a tiempo y bien redactadas. Afortunadamente, veo que con ustedes las cosas han venido mejorando mucho y eso es algo muy bueno, puesto que cosas como estas son las que nos muestran en qué grado se encuentra el sentido de pertenencia de los estudiantes para con la carrera

**RP:** ¿Qué se considera como lo más gratificante de darle continuidad al proyecto de la Revista de la manera tan activa como lo hiciste durante tanto tiempo?

**PL:** Es muy gratificante saber que trabajé para algo que, en este momento, es un medio completamente incluyente de todos los niveles de la carrera y refleja no sólo el carácter de la gente que la compone sino también todas las oportunidades de desarrollo y participación que se dan al interior del programa, eso sin mencionar los logros que se comunican de manera abierta y que afortunadamente nunca faltan en este programa que constantemente sorprende dentro y fuera de la Universidad. Por otro lado, es de resaltar que somos el único pregrado que tiene un medio de información por medio del cual se difunde información de interés. Considero que la comunicación y grado de información que maneja Ingeniería de Procesos es muy superior, y la Revista Procesos aporta gran parte de esto. Llegar a su décimo año de publicación es un gran logro, pero será mucho mayor el seguir mostrando la evolución del programa a través de este medio. Sin duda lo conseguirán.

**RP:** ¿Qué esperarías de la Revista procesos más adelante?

**PL:** Que lograra ser aún más incluyente: actualmente en el programa se desarrollan diversos proyectos que integran personas de otros programas y universidades y, por ende, sería interesante mostrar la interdisciplinariedad del programa y sus proyectos. Por qué no pensar en que la Revista Procesos se extienda mucho más y pueda pasar a ser la “Revista Ingeniería de la Universidad EAFIT”, y que a través de ella nos informáramos de los que

sucede con nuestros colegas ingenieros y de los avances en sus áreas, que al fin y al cabo más adelante serán con las que estaremos en contacto en el mundo laboral.

**JD:** Que los artículos que se publican en la Revista Procesos sean de tal calidad que puedan contribuir a darle una mayor visibilidad a la carrera, es decir, que sirvan para aumentar el conocimiento que tienen las empresas y la sociedad en general acerca de ésta. **P.**

**El Comité Editorial le agradece al Dr. Jorge Devia y a la egresada del programa Paola López por el tiempo que nos han regalado. Así mismo, invita a toda la comunidad de Ingeniería de Procesos a continuar considerando este medio como un mecanismo de divulgación de sus ideas, inquietudes e investigaciones, de manera tal que continuemos unidos por el vínculo que todos tenemos en común: hacer parte de la familia Procesos.**



**Portadas de la Revista Procesos: Primera, intermedia y última edición.**  
[Fotos: Archivo Departamento de Ingeniería de Procesos]



## Datos, hechos y fechas de un Ingeniero de **Procesos**

**Juan David Ortega Álvarez**

Egresado Ingeniería de Procesos, Promoción 2001-1  
Docente, Área de Diseño de Procesos  
jortega@eafit.edu.co

**Descubrir lo que hay hacia adentro, la esencia de nuestra carrera, es un reto que cada uno deberá enfrentar y superar con éxito en la medida en que vive su propio crecimiento personal.**

**perfil.**

**m. Conjunto de rasgos peculiares que caracterizan a alguien o algo.**

**m. Postura en que no se deja ver sino una sola de las dos mitades laterales del cuerpo.**

**m. Pint. Contorno aparente de la figura, representado por líneas que determinan la forma de aquella.**

Muy claro. Puedo enumerar un sinnúmero de rasgos para caracterizar al Ingeniero de Procesos... sin embargo, el perfil es apenas un esbozo de la figura, un intento por describir algo que, en el mejor de los casos, nos muestra apenas el contorno o la mitad de la superficie... ¿qué hay de ahí hacia adentro? No creo pues que una serie de datos, hechos y fechas definan completamente el profesional y menos aún la profesión; pero haré mi mejor intento por compartir datos, hechos y fechas que por lo menos sirvan para mantener el interés en la lectura de estos párrafos.

Me gradué hacia el final del primer semestre del año 2001, compartiendo con poco más de 20 compañeros el privilegio de formar parte de la primera cohorte de Ingeniería de Procesos en EAFIT y probablemente en Colombia y sus alrededores, privilegio que costó más de una noche en vela, no pocas frustraciones y muchísimas horas de estudio y trabajo en equipo, sin mencionar el esfuerzo de una familia por brindarle al "mayorcito" la oportunidad de educarse profesionalmente.

Desde ese día, todo empezó a ocurrir más rápido de lo que estaba acostumbrado a "capotear"; en menos de una semana la Universidad me había abierto las puertas para empezar mi experiencia

docente conduciendo cursos de primeros semestres con sus laboratorios y en menos de un mes ya estaba nuevamente en las aulas, confundiéndome con los estudiantes, sin que fuera claro en más de una ocasión cuál de los presentes era el profesor. Así transcurrió el resto del 2001 y el comienzo del 2002, hasta que los resultados prácticos de mi proyecto de grado me granjearon una oferta de empleo en la empresa para la cual había realizado el trabajo, Colorquímica S.A. "Yo no tengo muy claro qué es lo que usted va a hacer" me dijo el gerente general de aquella época, "pero tengo muy claro que quiero contar con usted en este equipo de trabajo"...

Así, de la forma más imprevista, me convertí en co-creador de mi propio cargo, conocido por algunos de mis colegas como "puesto fachada"... fachada o no, no me avergüenza confesar que pasé cuatro meses simplemente recorriendo la empresa y sus plantas, conociendo su gente, sus procesos, sus equipos. Hoy en día considero que esa fue la base fundamental que me permitió durante los siguientes siete años aportar al crecimiento de la compañía desde un área también creada sobre la marcha, encargada de la resolución de problemas en planta, el mantenimiento y mejoramiento de los procesos y los proyectos de infraestructura, conocida como la Dirección de Ingeniería, área de la cual llegaría eventualmente a ser el director. Sin embargo, desde mi contratación en Colorquímica en abril del 2002 expresé mi deseo de conservar un vínculo con la Universidad, vínculo que mantuve vigente siempre mediante la conducción de por lo menos un curso de cátedra cada semestre; en retrospectiva, es incalculable el valor que tuvo para mi vida mantener este vínculo, entre otras cosas, por eventos que estoy a punto de narrar.

Desde mediados del séptimo semestre de mi carrera, me sentía atraído por la posibilidad de estudiar en el exterior, por lo cual empecé a aprender alemán sin tener muy claro para qué... sin embargo, durante el último semestre, comencé a enviar solicitudes a algunas universidades en Alemania y Austria, todavía sin saber exactamente qué hacer en caso de que alguna de ellas me diera el "sí". Así, durante más de un año, mantuve contacto con un par de instituciones y un día me llamó Álvaro López de Mesa en persona para decirme que venía un profesor de una universidad en



**I Encuentro de Egresados/ Congreso Internacional en Diseño de Procesos Industriales, Octubre de 2002.**

(Foto: Archivo Departamento de Ingeniería de Procesos.)

Alemania y que probablemente yo estaría interesado en hablar con él; resultó que el dichoso profesor venía precisamente de una de esas dos universidades con las cuales había mantenido contacto, el profesor Wilfried Schütz de la Hochschule Bremerhaven, y accedió a llevarse la documentación pendiente, sin necesidad de apostillas ni traducciones oficiales (quienes han pasado por esto, ya sabrán cuanto trabajo, tiempo y dinero me ahorró el simpático profesor Schütz).

Fue así como se concretó la posibilidad de cursar una maestría en Alemania, aunque ya estaba trabajando en la industria y no lograba decidir qué hacer con esta posibilidad; de hecho, en primera instancia, consideré abandonar las intenciones de estudiar y quedarme en la empresa y así se congeló todo durante casi dos años; pero nuevamente la buena fortuna se presentó, esta vez con el alias de Colfuturo, y era imposible ya renunciar a algo que con tanto ahínco la vida quería poner en mi camino. Sería ingrato no mencionar que Colorquímica accedió a darme una licencia de trabajo durante el tiempo que duró la maestría, es decir casi dos años, licencia que yo compensaría con mi trabajo.

Después de regresar a Colombia, con nuevas expectativas e ideas para compartir tanto en la Universidad como en la empresa, dediqué la mayor parte de mi tiempo a la noble tarea de dirigir un

equipo de Ingeniería durante más de tres años... sin embargo, una vez más la fortuna ha cambiado y es así como a comienzos del 2009 EAFIT lanza una convocatoria en el área de Diseño de Procesos. Enamorado como lo soy de mi Universidad y apasionado por la docencia y el diseño, me presenté a la convocatoria y, contra algunos pronósticos, la Universidad me ha concedido un gran honor reconociendo en mí un docente idóneo para lo que buscaba. Desde julio del 2009 mi sitio está en el bloque 3 del nuevo campus universidad-parque, junto con tantas personas a quienes admiro y respeto.

Todo este cuento, volviendo al principio, apenas describe el perfil particular de un Ingeniero de Procesos feliz y orgulloso de serlo... descubrir lo que hay hacia adentro, la esencia de nuestra carrera, es un reto que cada uno deberá enfrentar y superar con éxito en la medida en que vive su propio crecimiento profesional. Nunca hay que olvidar que desde el momento mismo cuando dejamos esta alma máter para comenzar a servir, la profesión se va matizando con los intereses, deseos y motivación del profesional. **P**



## Práctica en **BASF**, Ludwigshafen - Alemania

**Carolina Villa Sanín**

Estudiante Ingeniería de Procesos  
cvillasaa@eafit.edu.co

**Han pasado ya diez meses trabajando para la compañía química más grande del mundo. Como ingeniera, ha sido bastante enriquecedor ver cómo todos los procesos de BASF se conectan unos con otros, cómo los desechos de un proceso entran a ser las materias primas de otros y cómo se invierte gran capital en la investigación y desarrollo de potenciales productos**

Era agosto de 2008; dentro del programa de intercambio estudiantil con la Hochschule Bremerhaven se incluía la realización de una práctica profesional. Mis ojos estaban puestos en una empresa, BASF, pero poco sabía yo que esa expectativa se podía volver una realidad.

Una mañana de principios de agosto entré al portal de la compañía y apliqué a un par de posiciones. Semanas más tarde recibí una llamada de quien luego sería mi jefe, me dijo que se había interesado por mi hoja de vida y que le gustaría conocerme. Yo, por supuesto muy emocionada, contesté que sería un placer y ella acordó mandarme un e-mail con todos los datos: agosto 29 de 2008, puerta 11 de BASF, Ludwigshafen am Rhein.

¿Puerta 11? Por un segundo eso me hizo reflexionar sobre la magnitud de empresa a la que me dirigía. El día llegó y a medida que me aproximaba a la empresa los nervios incrementaban. ¿Sería suficiente la formación adquirida en la Universidad? ¿Serían suficientes mis conocimientos del

idioma? Como acordado, ella me esperaba en la puerta 11 y después de un corto saludo nos montamos en el carro para dirigirnos a lo que más tarde sería mi lugar de trabajo. Aproximadamente seteminutos duró nuestro recorrido, no podía evitar mirar sorprendida esta pequeña civilización química llena de tubos de colores, tanques gigantes y calles con nombres extraños como la "Calle del Metanol" o la "Calle del Amoníaco".

Al llegar a la oficina me hicieron un par de preguntas, querían saber un poco de mí, mis expectativas y mi formación. Más tarde me aclararon qué era lo que realmente hacían en esta división: me encontraba en Investigación y Desarrollo, más exactamente en el Departamento de Precipitación y Cristalización, donde se adelantan proyectos de investigación dentro de este campo y al mismo tiempo se da un acompañamiento a otras divisiones de la empresa que tienen problemas dentro de sus procesos relacionados con esto. Me llevaron a los laboratorios y me explicaron un poco cuáles serían mis funciones.

Al final del día me dijeron que me imaginaban dentro de la compañía, y que si yo también lo deseaba me mandarían el contrato en unas pocas semanas. Asentí con una gran sonrisa y me dirigí a tomar mi tren; ya había dejado atrás lo más difícil, o por lo menos eso pensaba.

El primero de octubre llegó y, con él, el primer día en la compañía; esta vez se me esperaba en la puerta 7 para darme la bienvenida con los otros practicantes que, al igual que yo, empezaban en la compañía. Después de una corta introducción sobre la empresa y un par de informaciones logísticas, debería dirigirme a recoger mi carnet y luego a mi división; en mi mano, un mapa condensado de una compañía de 10km<sup>2</sup> y un plan de las rutas de buses de aquella civilización química. Después de movilizarme en un par de ellos y de caminar un buen rato, reconocí algo familiar y finalmente llegué adonde ya una vez había estado.

La primera semana se pasó rápido entre una y otra inducción, leyendo las hojas técnicas y de seguridad de los diferentes compuestos a utilizar y familiarizándome un poco con los laboratorios en los que iba a trabajar. A medida que fue pasando el tiempo, fui aprendiendo que había un poco más sobre precipitación y cristalización de lo que había aprendido en la universidad, que los sistemas podrían ser bastante complejos y sus usos increíblemente amplios.

Mis semanas consistían en experimentos y encuentros para discutirlos con mi jefe, doctora en precipitación. Cada dos semanas teníamos conferencias telefónicas con tres equipos, dos en BASF USA y otro en Ludwigshafen, los cuales trabajaban dentro del proyecto. Esto para discutir avances, experimentos y pasos a seguir. El tiempo pasó rápido, poco me quedaba dentro de la práctica, el paso a seguir era la tesis.

Dentro de mi mente, mi futuro siempre ha estado en la biotecnología y ¿qué mejor momento para empezar que el desarrollo de la tesis? Después de un par de llamadas, mi jefe logró conseguirme una entrevista en la división de Biotecnología Industrial de BASF. Esta vez las preguntas fueron más concretas y técnicas, muchos de estos campos eran para mí aún desconocidos. Pocas semanas después llegó un correo confirmando mi ingreso al proyecto. Así fue como abril empezó con un nuevo reto: optimizar el proceso de filtración de una biosuspensión.

Han pasado ya diez meses trabajando para la compañía química más grande del mundo, con 95.000 empleados en total y 33.000 de ellos en Ludwigshafen. Como ingeniera, ha sido bastante enriquecedor ver cómo todos los procesos de BASF se conectan unos con otros, cómo los desechos de un

proceso entran a ser las materias primas de otros y cómo se invierte gran capital en la investigación y desarrollo de potenciales productos.

Estos meses han sido una buena oportunidad para reflexionar sobre mi formación y el papel de la Universidad en este proceso. A pesar de que las bases adquiridas me permitieron afrontar los diferentes retos de una manera sistémica, es válido anotar que el rol pasivo desempeñado por la Universidad EAFIT debe transformarse en un acompañamiento dinámico que permita un mayor crecimiento del estudiante y asimismo lograr un fortalecimiento de las relaciones industriales internacionales, las cuales serían de gran beneficio para futuros ingenieros. **P**



## EL GAZE – 10 años de compromiso con el Medio Ambiente

**Carolina Alzate Montoya**

Egresada Ingeniería de Procesos,  
Promoción 2008-2  
calzatem@eafit.edu.co

**El 15 de Octubre de 2009, se celebran los 10 Años del GAZE como Grupo Estudiantil y cuatro años como Semillero de Investigación.**

En el año de 1996 la Metodología ZERI (Zero Emissions Research and Initiatives) fue integrada al sistema educativo de la Universidad EAFIT, siendo una de las materias del pregrado de Ingeniería de Procesos, entendiendo que es una iniciativa de Desarrollo Sostenible que toma la eficiencia de la naturaleza como ejemplo para la construcción de empresa; dos años después nació el Grupo de Amigos de Zero Emisiones, conformado por profesores y estudiantes, quienes se unieron inspirados por la teoría del MBA y Economista Gunter Pauli, donde se explica que "No hay que exigirle más a la naturaleza, Hay que hacer mas con lo que ella produce"; este mensaje transmite cómo hay que aprovechar en mayor porcentaje los recursos que el planeta nos ofrece, puesto que lo que es desperdicios para unos es el alimento para otros.

Dos años después, el ya entonces llamado GAZE - Gestión de Ambientes Zero Emisiones - pasó a ser manejado por estudiantes, no significando que los profesores se desvinculaban del grupo, sino que por el contrario, todos ellos pasaron a ser asesores de innumerables proyectos, impulsores desde sus clases de la metodología ZERI y dándoles así a los Ingenieros de Procesos de la Universidad EAFIT una característica que sin duda hace parte de todos ellos: amantes de la naturaleza, con una actitud hacia el empresarismo y un alto grado de responsabilidad social.

El 15 de Octubre de 2009, se celebran entonces los 10 Años del GAZE como Grupo Estudiantil y cuatro años como Semillero de Investigación. Habrá presentación de los proyectos que actualmente se desarrollan en él, en la plazoleta del Estudiante de

la Universidad EAFIT, una muestra cultural, una conferencia y finalmente un coctel que permitirá conmemorar el trabajo de todos estos años con todos los invitados.

Durante estos 10 años, el GAZE, además de ser un espacio abierto para la investigación y el empresarismo, es un lugar donde se crece académica y personalmente. Es el espacio donde estudiantes desde sus primeros pasos en la universidad y hasta después de recibir su título se encuentran para crecer juntos; allí empiezan a estudiar su entorno, a descubrir en las necesidades del medio un factor de éxito para construir empresa sin perjudicar el medio ambiente, colaborando con el desarrollo socioeconómico de las comunidades que involucran en sus proyectos.

Del GAZE hacen parte personas de diferentes disciplinas, donde sus miembros no están por obligación, sino por voluntad propia, por razones que sólo cada uno conoce, y que coinciden en trabajar en equipo, para complementarse tal como en una empresa real, donde sus proyectos se ocupan por la idea de aprovechar los desperdicios, generando a la vez más empleo, menos contaminación y mayor productividad.

Estos proyectos han sido iniciativas de estudiantes, parte de tesis de grado han participado en concursos y eventos académicos. Algunos de estos proyectos ganadores han sido:

\*CITROTEC, aprovechamiento integral de la naranja. Primeros lugares en Ventures en 2003

\*Biodigestores, Energía a partir de biomasa. Primer lugar, Cultura E en 2005

\*Biodiesel a partir de Jatropha Curcas L. Tercer lugar, Concurso Iniciativas Empresariales U. EAFIT en 2008

\* Biosistemas, Larvas soldado negro como alimento animal. Primer lugar, Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación RedColsi en 2008

\* Cuero reconstituido a partir de carnaza. Primer lugar, Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación RedColsi en 2008

Actualmente se continúan desarrollando en el GAZE los tres últimos proyectos, apoyados por la financiación para los Semilleros de Investigación que brinda el departamento de Investigación de la Universidad, y hacen también parte del grupo los proyectos:

\* BIOCAFENOL

\* Reciclaje de vidrio templado

\* Manejo del gas metano producido en el sistema de digestión anaerobia de la Universidad EAFIT.

\* Estudio del desempeño del biodigestor de la Universidad EAFIT para diferentes tipos de sustratos.

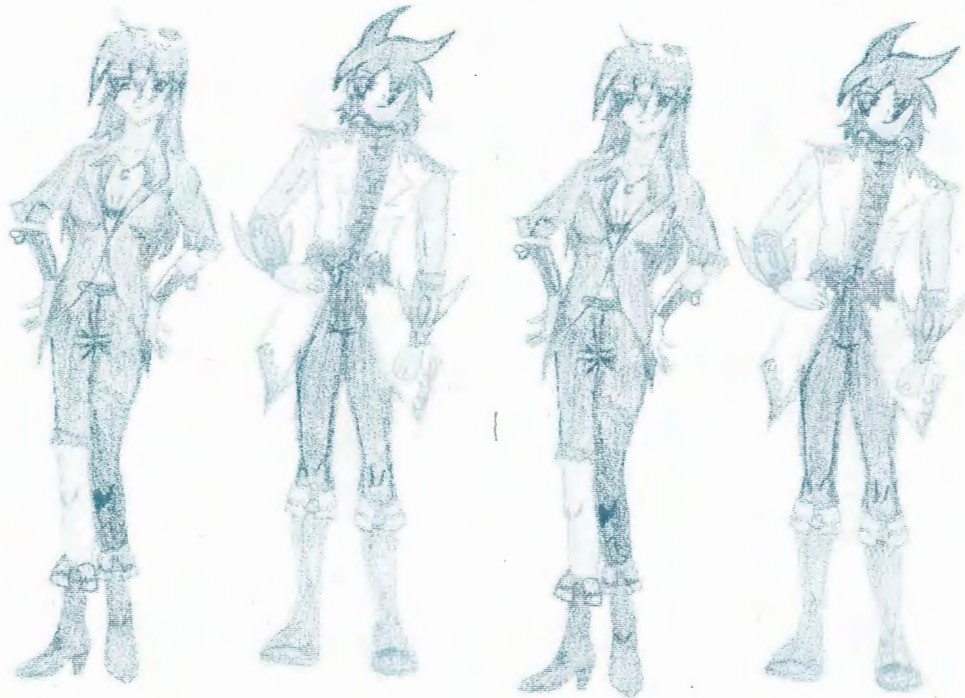
\* Estudio de campo de los biodigestores utilizados a nivel rural.

En conclusión hay muchísimo por hacer; cada uno de nosotros siempre tiene un sueño, una idea que puede hacerse realidad si se trabaja en equipo, con entusiasmo, apadrinados por los que saben y sobre todo siempre pensando en hacer el bien, en tener toda la responsabilidad ambiental y social, y trabajando con el entusiasmo y la pujanza de los buenos emprendedores. **P.**



Grupo Estudiantil GAZE 2008. (Foto Archivo)

# Talentos en proceso



Personajes de mi novela "Fantasía de un Corazón Eclipsante".

(Cortesía:  
Nicolás Restrepo Arismendi)

## El Manga y el Anime

**Nicolás Restrepo Arismendi**  
Estudiante Ingeniería de Procesos  
nrestr21@eafit.edu.co

**El manga y el anime reflejan mucho sobre la cultura japonesa y en ellos se puede encontrar gran variedad de personajes que impactan al público de una manera o de otra; personajes con propósitos, personajes con quienes se pueden identificar, muchas referencias a otras culturas, ciencia, tecnología, y lo mejor, un diseño muy estético y representativo.**

Me propusieron hablar sobre este tema puesto que es el pasatiempo que me distingue entre mis compañeros de carrera. A continuación les comparto algunas cosas importantes y elementales sobre el manga y luego hago algunos comentarios.

¿Qué es Manga?

Manga es una palabra japonesa destinada a las historietas hechas en Japón y nace a partir de dos

tradiciones de formas de arte gráfico en ese país. El manga ha evolucionado para ser un estilo de caricatura japonesa que es la base de lo que llaman "anime". Este último y el manga suelen confundirse pero son diferentes, el manga es el cómic en sí que es para leer y el anime es animación japonesa que contiene el estilo del manga.

Por supuesto, el manga es un arte gráfico que suele caracterizarse por un diseño detallado de los personajes que en general es muy bien proporcionado y estético: ojos rasgados y según la opinión popular "grandes", peinados curiosos y de colores surrealistas; además de ser una historieta con un orden particular para leerse, es decir, se leen de atrás hacia delante.

Lo que debe saberse del Manga y el Anime

Para empezar, el anime está lleno de géneros como cualquier obra literaria, como cualquier programa de televisión, y por esta razón no se puede decir que el anime sea para el público infantil ni se puede decir que es cosa de hombres. Comienzo con el género "kodomo" que significa niño, se trata más que todo de temas educativos y con dosis de humor apto para el público infantil. Luego tenemos el género "shonen" que está dirigido a los jóvenes, son temas de peleas que incluyen el subgénero "mecha", el cual se refiere al género

que incluye robots y naves espaciales. Análogo al "shonen" está el "shojo" que está dirigido a las jóvenes y se caracteriza por temas de comedia romántica; un subgénero es el "seinen", el cual se refiere a temas filosóficos y existencialistas. Luego está el "ecchi" que es referente a los que tienen escenas de comedia picante, y finalmente está el "hentai" que ya habla sobre sexo explícito: los últimos dos están dirigidos a un público mucho más adulto. En general suelen combinarse los géneros, y los títulos de las series son incontables; el anime merece respeto pues hay muchos temas interesantes que incluso reflejan mucho sobre la cultura japonesa, y se puede encontrar gran variedad de personajes que impactan al público de una manera o de otra; personajes con propósitos, personajes con quienes se pueden identificar, muchas referencias a otras culturas, ciencia, tecnología, y lo mejor, un diseño que en mi opinión es muy estético y representativo, en especial el diseño de personajes femeninos.

El anime tiene mucha acogida en el mundo oriental, los que son muy fanáticos del anime se llaman "otakus" y les gusta tanto que llegan a tomar el estilo de vida de algún personaje de alguna serie de anime que les guste. En el mundo occidental existen grupos, clubes u organizaciones de otakus que hacen sus propias reuniones y realizan eventos para conocer a otros grupos, hablar entre ellos, compartir información, etc. Una característica popular es que usan cosplays o disfraces de personajes de anime (el cosplay es una fusión de las palabras "costume" que es disfraz y "play" que es obra). A menudo realizan concursos de cosplayers.

En Colombia existen diversos grupos de anime, y en Medellín hay varios conformados por estudiantes de universidades y colegios. El grupo Maturiken es una red que une a todos los grupos de anime en Medellín. Nuestros grupos de anime realizan eventos como la fiesta cosplay, la integración de otakus, karaokes, concursos de animetrage (actuaciones en video sobre series), concursos de videojuegos y, además, eventos sobre cultura japonesa en general. Todos trabajan duro para que cada evento sea mejor que el anterior y son muy organizados, ¡todo un proyecto!

Todo el mundo se pregunta por qué en el manga los personajes tienen los ojos grandes. Es como si dijeran que todas las caricaturas norteamericanas son amarillas sólo con ver Los Simpson. En el manga hay mucha variedad de diseños, desde los

personajes más desproporcionados hasta lo más estéticos; hay algunos personajes con ojos grandes pero es más la tendencia de los ojos rasgados. Para terminar, no me considero un gran "otaku" porque no conozco mucho la cultura japonesa ni actúo como algún personaje de anime, pero me gusta la animación japonesa y me gusta dibujar manga porque es una excelente forma de arte, llena de estilo y vida, con personajes carismáticos y un interesante sentido del humor.

Los dibujos que ven son personajes protagonistas de "Fantasía de un Corazón Eclipsante", una novela que escribo; la chica se llama Eclair Nightingale y el otro es Alexander Nightingale. Cualquier parecido con algún otro personaje es pura coincidencia. **P.**