



## ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL

Establecimiento Público de Educación Superior

### CONSEJO DIRECTIVO

Juan Carlos Bolívar López  
Representante de la Ministra de Educación Nacional  
Édgar Figueroa Abrajín - Fsc  
Representante del Presidente de la República  
Piedad Caballero Prieto  
Representante del Gobernador de Cundinamarca  
José Gregorio Contreras Fernández - Fsc  
Rector  
Miguel Manrique Córdoba  
Representante de ex rectores del ITC  
Lucila Flórez Serrano  
Representante de las directivas académicas  
María Marleny Monak  
Representante de los Profesores  
Leonel Alberto Forero Forero  
Representante de los Estudiantes  
Luis Francisco Barón Espitia  
Representante de los Egresados  
Jaime López Brochero  
Representante Sector Productivo  
Jairo Alí Barreto Rincón  
Secretario General (e)

### CONSEJO ACADÉMICO

José Gregorio Contreras Fernández - Fsc  
Rector  
Hno Nestor Raul Polanía González  
Vicerrector Académico  
Jorge Enrique Pérez Nepta  
Jefe Programa de Electromecánica  
Orlando Tarazona Villamizar  
Jefe Programa de Diseño de Máquinas  
Eduardo Antonio Bonilla Norato  
Jefe Programa de Procesos Industriales  
Germán Granados Robayo  
Jefe Programa de Especializaciones  
Luis Alfonso Melo Ospina  
Jefe Programa de Sistemas y Mecatrónica  
Lucila Flórez Serrano  
Jefe Programa de Mecatrónica  
Darío García Ruiz  
Representante de los Profesores  
Luis Eduardo Cano Carvajal  
Representante de los Coordinadores  
de Áreas Académicas  
Josue Emanuel González Trujillo  
Representante de los Profesores  
Jairo Alí Barreto Rincón  
Secretario General (e)

### DIRECTIVOS DOCENTES

#### INSTITUTO DE BACHILLERATO TÉCNICO INDUSTRIAL

Richard Acosta Rodríguez  
Coordinador Académico  
Oliverio Mendoza Ávila  
Coordinador Área Técnica  
Jesús Jorge Robledo Mesa  
Coordinador Crecimiento Humano 3ª división  
Edisson Lee Fiquitiva Sánchez - Fsc  
Coordinador Crecimiento Humano 2ª división  
Juan Pablo Velásquez Rodríguez - Fsc  
Coordinador crecimiento Humano 1ª división



# Letras Conciencia Tecnológica

Edición 12. © Junio 2012

ISSN 1909-9002

**Revista científica y tecnológica de la  
ESCUELA TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL**  
Establecimiento Público de Educación Superior  
**Bogotá D.C. Colombia**

## DIRECTORA

Martha Cecilia Herrera Romero

## COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Nestor Raúl Polanía González - Fsc  
Vicerrector Académico

Martha Cecilia Herrera Romero

Coordinadora Centro de Investigación  
y Transferencia de Tecnología

Germán Granados

Jefe de Programa de Especializaciones

Jaime Alberto Páez Páez

Coordinador Área Académica de Sistemas

Miriam Herrera Paloma

Coordinador Área Académica de ciencias básicas

Pablo Camargo Fonseca

Coordinador Área Académica de economía y administración

Luis Eduardo Cano Carvajal

Coordinador Área Académica de Energía

Carlos Alberto Cerón

Coordinador Área Académica idiomas (e)

Eliberto Roa Sierra

Coordinador Área Académica Humanidades

Hernán Darío Cortés Silva

Coordinador Área Académica de Mecánica

Mario Enrique Pedraza López

Coordinador Área Académica de Gestión de Tecnología

Omar Barrera Pasachoa

Coordinador Área Académica de Procesos y producción

Miguel Morales Granados

Coordinador Área Académica de Automatización

Colaboración especial de

Miguel Antonio Morales Beltrán

Corrección de Estilo

María Fabiola Velez Restrepo

Producción editorial, diseño e impresión

Milenio Editores e Impresores E.U.

## En carátula:

“Proyecto Tecniplay” de los estudiantes de 4° semestre de Mecatrónica Diego Alejandro Carvajal y Bryan Bustos del Primer Concurso Interno de Robótica, categoría Medio, Realizado el 22 de mayo de 2012 en la ETITC.

## En portada interior:

Fotografías Instituto Técnico Central Publicación de la REVISTA DEL INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL. No. 32 Diciembre de 1927. P. 288.

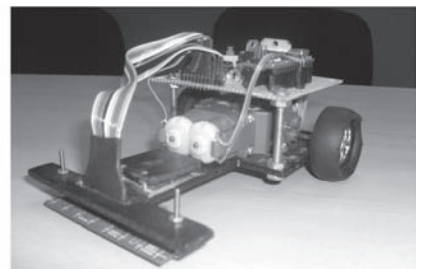
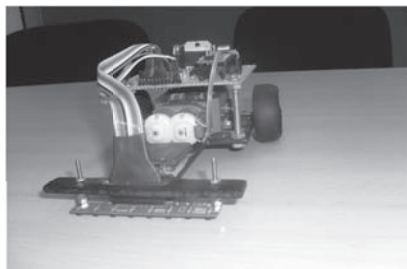
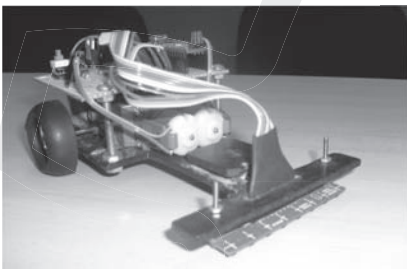
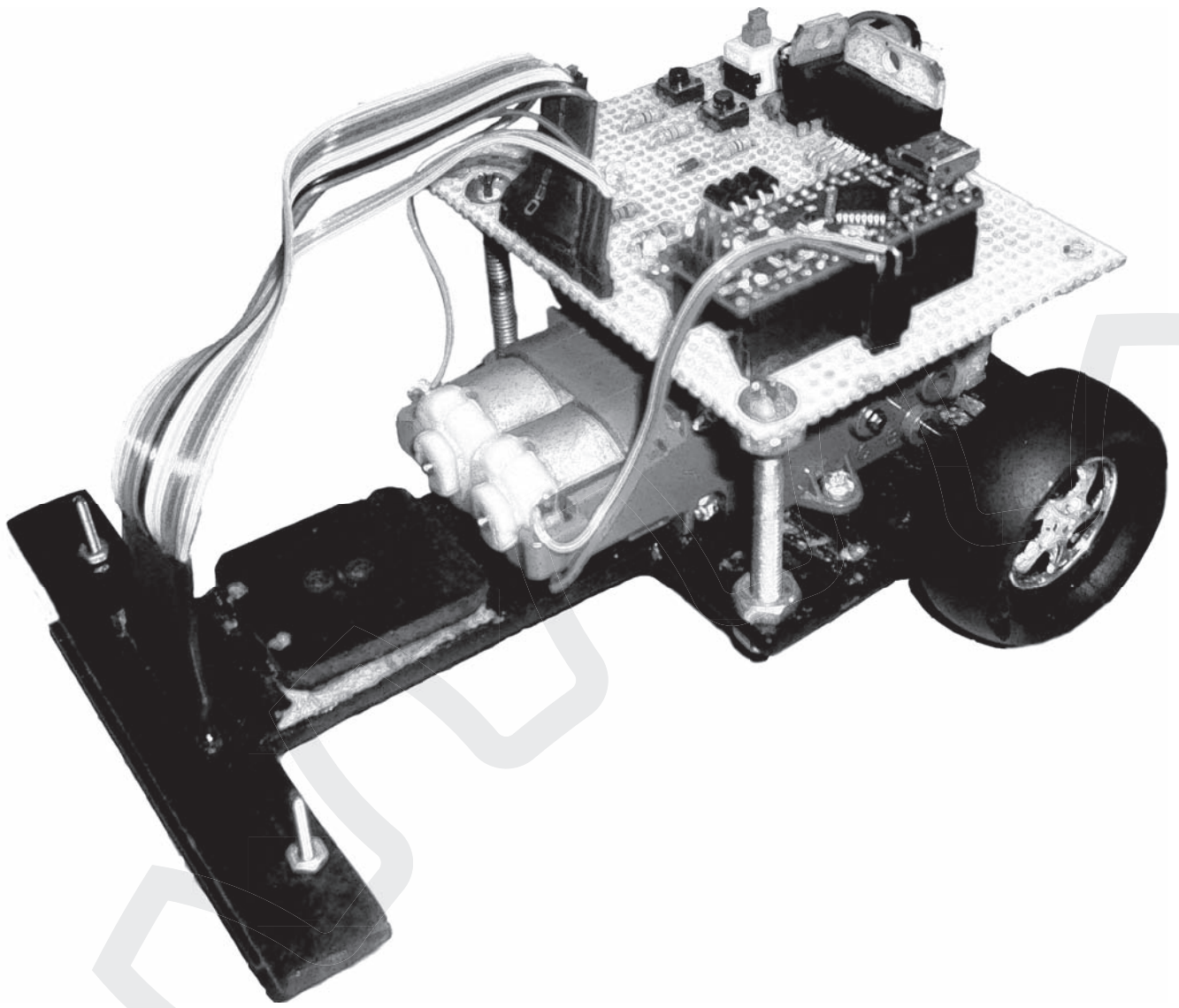
La revista **Letras Conciencia Tecnológica** es una publicación de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central que pone al alcance del sector académico y productivo la divulgación de conocimiento, así como los resultados de investigaciones adelantadas, su contenido no refleja necesariamente la posición de la Institución ni el de la revista. La institución y la revista no son responsables de las ideas y conceptos emitidos por los autores de los trabajos publicados. Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente y atendiendo las normas sobre derechos de autor y propiedad intelectual.

Contacto, sugerencias y/o artículos: [letrasct@itc.edu.co](mailto:letrasct@itc.edu.co)

## Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central

Calle 13 No. 16 - 74  
PBX:(571) 3443000  
Bogotá D C – Colombia

Encuentre la revista en:  
[www.itc.edu.co/lct.html](http://www.itc.edu.co/lct.html)



## Una nueva forma de Rankear

Actualmente muchas instituciones de educación superior están interesadas en el tema del Rankin, es decir en aparecer y sobresalir; pero, ¿cuál es la mejor forma de aparecer o de sobresalir? He ahí el meollo del asunto. Para estar al día en temas de Rankin, hay que mirar qué es lo que más se tiene en cuenta cuando de rankear se trata. A continuación mencionaré algunos aspectos que, a mi juicio, es necesario tener en cuenta.

Tratándose de una institución de educación superior (IES), no pueden descuidarse sus tres elementos sustantivos: la docencia, la investigación y la extensión, proyección social, o Responsabilidad Social Universitaria. Pero no son los únicos, y eso precisamente es lo que pretendo compartir con nuestros lectores en esta presentación de un nuevo número de nuestra revista.

En el primer aspecto sustantivo, debe una IES velar y garantizar una planta docente sólida, bien remunerada y capacitada, en donde la maestría sea un factor común entre sus docentes y que además estén en continua formación para alcanzar niveles doctorales y posdoctorales. Es una docencia que debe priorizar la investigación como quehacer diario, en la que más que tener unas horas de investigación, los docentes hayan desarrollado una mentalidad investigativa que les permita el planteamiento de nuevos problemas y la búsqueda de soluciones innovadoras, mejor aún si estas respuestas se proyectan al ámbito social con responsabilidad y compromiso. En nuestro contexto encontramos muchas universidades e instituciones de educación superior, pero que sean respuesta social a las necesidades del país, contamos con muy pocas.

El segundo aspecto es el de la producción de conocimiento. Esta se muestra en sus publicaciones, en la producción regular de revistas de difusión, libros y documentos académicos indexados y de amplia divulgación. Es bueno escribir, pero más bueno es que su producción escrita traspase las fronteras de la misma Universidad. Un documento académico toma rigor en la medida en que otros lo citan, especialmente por los contenidos innovadores que plantea, por el interés que captan entre sus lectores. Actualmente contamos con motores de búsqueda que le permiten a los buenos escritores hacer parte de redes académicas que publican sus artículos para que puedan ser usados y simultáneamente, difunden y ponen al servicio de la comunidad académica sus ideas y un sinnúmero de nuevos.

Un tercer aspecto es el que tiene que ver con el reconocimiento. Actualmente, diferentes convocatorias públicas y privadas han permitido a instituciones como la nuestra participar en concursos que nos permiten mostrar nuestros logros y avances. Este nuevo aspecto hace que las instituciones aparezcan en los medios de comunicación masiva y como consecuencia, cuenten con estos nuevos escenarios para mostrar sus avances. En nuestro caso particular, este es un aspecto al que aún no le hemos sacado el suficiente provecho; tenemos un mal concepto de humildad que debemos romper, como dice nuestro actual Vicerrector: “debemos aprender a cacarear el huevo, como las gallinas, y no esconder centenares, lo hace la iguana”.

Un cuarto elemento clave a la hora de rankear es el que tiene que ver con el impacto social. En este aspecto, nuestra Escuela juega un papel preponderante en el escenario nacional, por cuanto es considerada una de las instituciones técnicas y tecnológicas de educación superior que generan los más altos índices de empleabilidad coherente con el propio campo de formación en el que se están preparando. La formación que ofrece nuestra escuela está transformando hogares, generando proyecto de nación y llegando a un inmenso



número de colombianos que se nos han encomendado: a los pobres, a los hijos de los artesanos, a la población obrera, es decir, a la franja de ciudadanos más vulnerable de nuestra sociedad.

La cooperación y la Internacionalización pueden ser un quinto y hasta sexto aspectos que le permitirán a nuestra Escuela abrirse a nuevos contextos dentro de ese fenómeno actual de la globalización. Es muy probable que en el futuro inmediato empecemos a contar con estudiantes y profesores haitianos, coreanos, españoles y norteamericanos que vendrán a compartir sus conocimientos, sus culturas, a enseñar y a aprender de nosotros y nosotros de ellos. Gracias a la cooperación de la Universidad de la Salle, que ha sido designada como nuestra tutora por el Ministerio de Educación Nacional, hemos empezado a implementar y fortalecer la Oficina de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales de la Escuela, que será la encargada de diseñar y adelantar una política de internacionalización que se traducirá en la creación de convenios y el fortalecimiento de lazos con otras instituciones que comparten nuestro ser y quehacer, lo que aunado a la tarea que adelantamos de flexibilización y estandarización internacional de nuestros currículos facilitará la movilidad en ambos sentidos, tanto de estudiantes, como de docentes e investigadores. Actualmente estamos adelantando gestiones para vincularnos como parte constitutiva de la Red Internacional de Universidades Lasallistas AIUL, con presencia en más de ochenta países de los cinco continentes.

Consecuencia de lo anterior es la urgencia de fortalecer la formación de nuestros estudiantes y docentes en una segunda y hasta tercera lengua. La Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, por convocatoria, ha sido seleccionada como una de las seis instituciones de educación superior que le apostará de forma prioritaria al bilingüismo. Esto hará que la movilidad, la cooperación y la internacionalización sean evidentes y no meros sueños o ilusiones. En esta convocatoria de fortalecimiento del bilingüismo nos apoyará como par tutora la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, por delegación del Ministerio de Educación Nacional.

Un octavo elemento es el de la Calidad. La escuela debe retomar su proceso de calidad y de acreditación, y materializarlo en un certificado que sea garante de lo que sabemos hacer; definitivamente, una certificación para nuestra Escuela debe simplemente hacer eso: mostrar lo que hemos venido haciendo bien desde hace muchos años. La acreditación no es otra cosa que darle crédito a lo que hacemos; por eso, certificación y acreditación deben ir de la mano. No es fácil, pero tampoco imposible; ya hay mucho camino ya recorrido. Simplemente nos llega la hora de pisar la meta: certificarnos como una institución de educación superior de alta calidad.

Finalmente, un reto y una meta: nuestra revista, ésta que ahora Usted tiene en sus manos, está en mora de ser indexada. El nuevo objetivo será llegar a las grandes ligas. No será fácil, requiere de constancia y sacrificio, exige largas horas de investigación, de escribir y rescribir, de revisar una y otra vez hasta lograr altos estándares de calidad académica y editorial que nos permita salir de la falsa humildad para reconocernos como una revista en la que docentes y estudiantes muestran los resultados de su trabajo, de sus propuestas, de sus innovaciones generadoras de esperanza. Pronto seremos reconocidos en el club de los grandes de la educación en Colombia, como lo fuimos una vez. Pero no exigirá un esfuerzo conjunto y continuo, bajo la égida de nuestro estandarte: ***Ubi labor, ibi virtus. Donde hay trabajo, hay virtud.***

Hno. JOSE GREGORIO CONTRERAS FERNANDEZ  
Rector

## **Pedagogía** y didáctica de las humanidades, el arte, la ciencia y la tecnología

---

### 10 **Modelado matemático de un problema de diseño mecánico**

*Mathematical Modeling for a Mechanical Design Problem*

**Hernán Darío Cortés Silva**

---

---

### 22 **Diseño de un sistema didáctico de modelamiento de la curva característica de una servo-válvula**

*Designing a training system modeling of the characteristic curve of a servo-valve*

**Luis Fernando Vargas Neira  
Diego Alejandro CoguaCogua  
Bryan Camilo RincónUribe**

---

## **Invención** Innovación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología

---

### 35 **Residuos agropecuarios: energía alternativa para el desarrollo agroindustrial en Colombia**

*Agricultural Waste: alternative energy for agribusiness development in Colombia*

**Dr.Ing. Msc. Fabio E. Sierra Vargas  
Dr.-Msc Carlos A Guerrero F  
Msc. Fabiola Mejía B**

---

## Emprendimiento

### 50 **Importancia del emprendimiento en el ámbito educativo**

*Importance of entrepreneurship in education*

**Pablo Enrique Camargo Fonseca**

## TIC

Tecnologías de la información y la comunicación

### 61 **Videojuegos: Avances tecnológicos en aplicación de física e inteligencia artificial**

*Video: Technological advances in application physics and artificial intelligence*

**Edier José Bernal Rozo  
Renso Cardona Montoya  
Docente Jaime Páez**

### 79 **Introducción al desarrollo para Android**

*Introduction to development for Android*

**Grupo K-Demy**

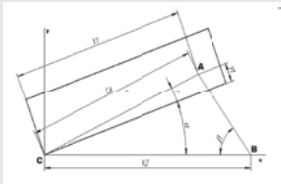
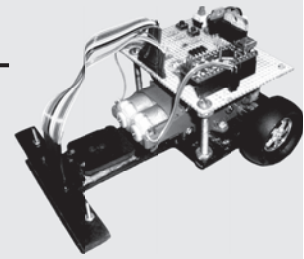
89

**Procedimiento para publicar en la revista  
Letras Con\*ciencia Tecno\*lógica**



ESCUELA TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL  
Establecimiento Público de Educación Superior

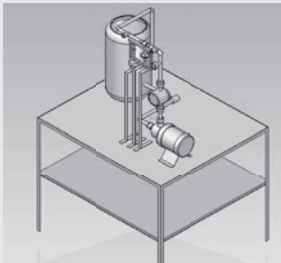
# Pedagogía y didáctica de las humanidades, el arte, la ciencia y la tecnología



## Modelado matemático de un problema de diseño mecánico

*Mathematical Modeling for a Mechanical Design Problem*

**Hernán Darío Cortés Silva**



## Diseño de un sistema didáctico de modelamiento de la curva característica de una servo-válvula

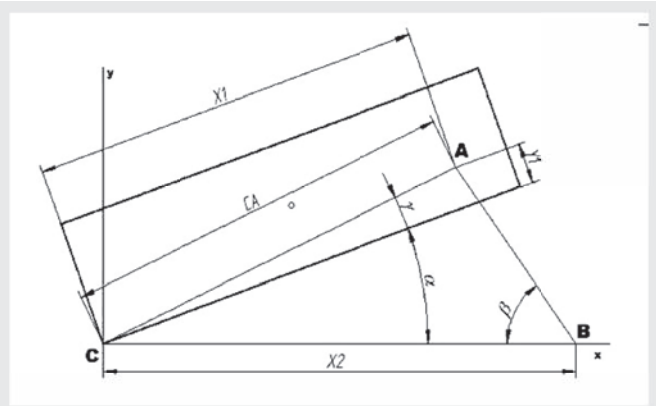
*Designing a training system modeling of the characteristic curve of a servo-valve*

**Luis Fernando Vargas Neira  
Diego Alejandro CoguaCogua  
Bryan Camilo RincónUribe**



# Modelado matemático de un problema de diseño mecánico

Hernán Darío Cortés Silva\*



## Mathematical Modeling of a Mechanical Design problem

### Resumen

Se describe el procedimiento seguido para modelar matemáticamente un problema de diseño mecánico. Casos como este conllevan muchas veces la dificultad intrínseca para el estudiante de ingeniería de relacionar la situación física con la representación matemática. El caso en estudio busca optimizar la posición de los cilindros hidráulicos que accionan el platón de una volqueta, posición que está influida por distintas variables de fuerza, dimensión y posición.

**Palabras claves:** *modelado matemático, estática, mecánica, hoja electrónica*

### Abstract

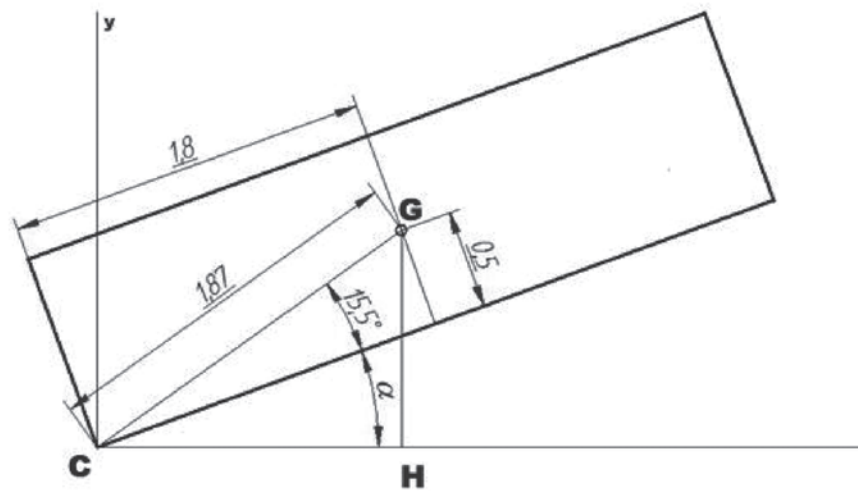
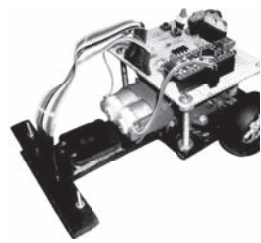
This article describes the process that was used to model mathematically a mechanical design problem. Some cases like this often involves an intrinsic difficulty for engineering students when relating the physical situation with the mathematical representation. The study case aims to optimize the position of the hydraulic cylinders that drive the dumping bed of a dump truck, this position is influenced by different strength, size and position variables.

**Key words:** *mathematical modeling, statics, mechanics, spreadsheets*

Fecha de recepción: Mayo 4 de 2012

Fecha de aprobación: Junio 13 de 2012

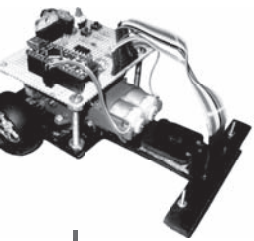
\* Ingeniero Mecánico. Especialista en Pedagogía. Profesor Asistente de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central en Bogotá. Integrante del grupo de Investigación VIRTUS de la ETITC Correo electrónico: dariocortes61@gmail.comhcortess@ucentral.edu.co



## 1. Introducción

El caso que se presenta en este escrito se refiere al estudio realizado con grupos de investigadores de Diseño de Máquinas de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central y de Estática de la Universidad Central, optimizando la ubicación de los apoyos de los cilindros hidráulicos para realizar el volteo del platón de una volqueta. La exigencia del problema es que se debe optimizar una configuración cuya complejidad está determinada por cuatro o cinco variables. En razón a lo anterior, es indispensable modelar matemáticamente la situación para darle luego un tratamiento numérico con apoyo de una hoja electrónica.

El procedimiento seguido en este caso, es transferible a diversas situaciones problemáticas de ingeniería que se comportan de manera similar, en las cuales existen variables que dependen de otras en forma relativamente compleja y por tanto, se necesita de una herramienta computacional para lograr establecer la relación existente entre ellas.



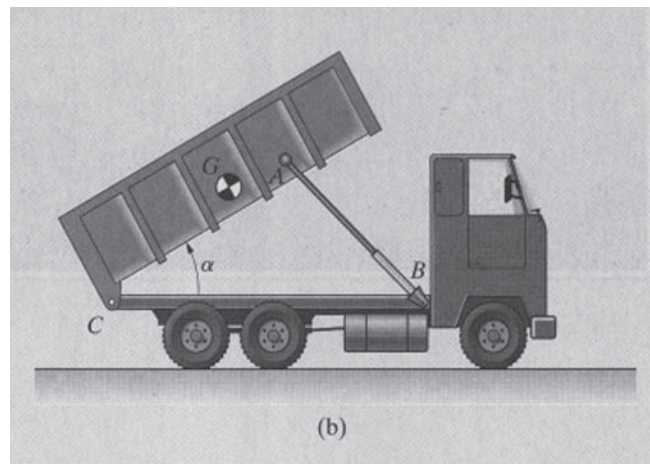
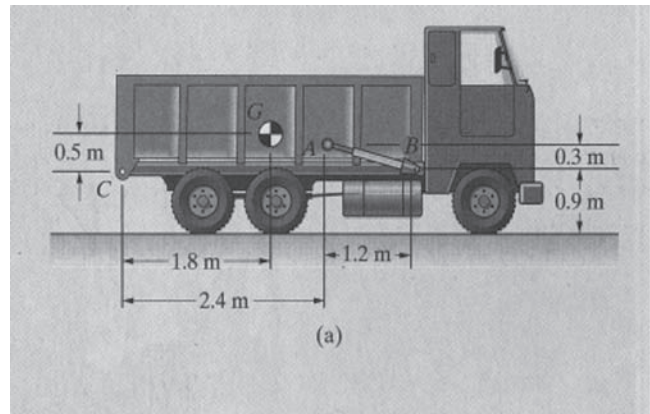
## 2. Problema propuesto

El problema es planteado en el libro de “*Estática de Bedford y Fowler*” (2008), y se describe así: “La plataforma de un camión de volteo (figura a) se eleva mediante dos cilindros hidráulicos de tándem AB (figura b). La masa de la plataforma del camión y su carga es de 16.000 kg y su peso actúa en el punto G (suponga que la posición del punto G relativo a la plataforma no cambia cuando se levanta la plataforma).

1. Dibuje una gráfica de la magnitud de la fuerza total que los cilindros hidráulicos deben ejercer para soportar la plataforma en reposo para valores del ángulo  $\alpha$  desde cero hasta  $30^\circ$ .
2. Considere otras opciones para las ubicaciones de los puntos de unión A y B que parezcan ser factibles e investigue cómo afectan sus elecciones a la magnitud de la fuerza total, que los cilindros hidráulicos deben ejercer cuando  $\alpha$  varía desde cero hasta  $30^\circ$ . Asimismo compare los costos de sus elecciones de los puntos de unión con las opciones mostradas en la figura (a), suponiendo que el costo de los cilindros hidráulicos es proporcional al producto de la fuerza máxima que deben ejercer cuando  $\alpha$  varía de cero a  $30^\circ$  y su longitud cuando  $\alpha=30^\circ$ .” (Bedfor,2008), (Ver figura 1).

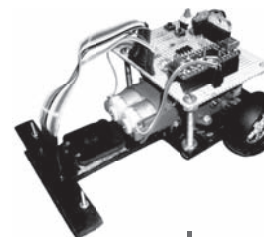
## 3. Proceso de modelado matemático

El proceso de solución a la situación planteada se realiza en varias etapas y se constituye en un modelo aplicable en clase para resolver diferentes problemas físicos, mediante su modelado matemático, cuyo estudio, aplicación y apropiación hace parte de la formación.



**Figura 1:** Esquema para el planteamiento del problema  
Fuente: Bedford y Fowler (2008)

El modelado busca establecer las funciones matemáticas entre una o más variables de entrada y salida, con lo cual se pueden optimizar. El modelado se realiza en dos formas diferentes dependiendo de la información de entrada disponible que tenga cada problema. En la primera forma se parte de un planteamiento cuyas características permiten ubicar la situación en una determinada área del conocimiento humano, cuyas leyes y principios se aplican para establecer las relaciones analíticas entre las variables o parámetros involucrados en el caso. En la segunda, no se cuenta con tales leyes, de manera que las variables se miden experimentalmente para obtener los datos que



recibirán un tratamiento numérico, dando como resultado el modelo que relacione las variables.

En el caso planteado de la volqueta se aplica el primero de estos dos procesos de modelado, con las siguientes etapas: Identificación del objetivo perseguido, identificación de los parámetros que intervienen en el fenómeno estudiado, identificación de las leyes y principios que rigen el fenómeno, aplicación de las leyes para establecer las funciones que relacionan los parámetros, resolución matemática de las funciones resultantes para optimizar el valor de los parámetros.

### 3.1. La identificación del objetivo perseguido

Esta etapa tiene el propósito de mantener enfocada la visión, en particular cuando se presenta una encrucijada en el desarrollo del problema, en este momento es necesario buscar una alternativa respecto al proceso que se sigue. En problemas académicamente estructu-

rados, como es el caso actual, los objetivos están dados en el planteamiento del mismo. En otros casos, es indispensable identificarlos desde el comienzo y si es necesario, reevaluarlos a lo largo del proceso.

En el problema actual los objetivos son dos: graficar la función que relaciona la fuerza de los cilindros y el ángulo de inclinación de la plataforma y definir la ubicación de los puntos de anclaje de los cilindros, de tal forma que el costo de los mismos sea el mínimo posible.

### 3.2. Identificación de los parámetros que intervienen en el fenómeno estudiado

Los parámetros pueden ser variables, constantes o datos relacionados con la situación y se pueden clasificar en tres categorías de parámetros que son: entrada, salida e intermedios. Para este caso práctico los parámetros identificados se presentan en la tabla 1.

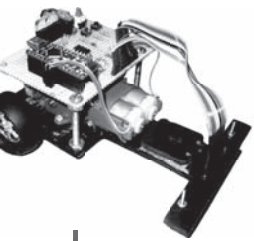
Parámetro	Símbolo	Unidad
Ángulo de inclinación de la plataforma	$\alpha$	Grados ( $^{\circ}$ )
Ángulo de inclinación de los cilindros	$\beta$	Grados ( $^{\circ}$ )
Longitud de los cilindros	L	Metros (m)
Coordenadas del punto A	X1, Y1	Metros (m)
Coordenadas del punto B	X2, Y2	Metros (m)
Fuerza en los cilindros	F	Newtons (N)

Tabla 1. Parámetros identificados en el caso propuesto

### 3.3. Identificación de las leyes y principios que rigen el fenómeno estudiado

Para el problema planteado, es necesario identificar las leyes o principios que regulan el fenómeno,

ya que son ellas las que permitirán establecer relaciones ciertas entre los parámetros, con el propósito de identificar la función que vincula las variables de entrada con las de salida.

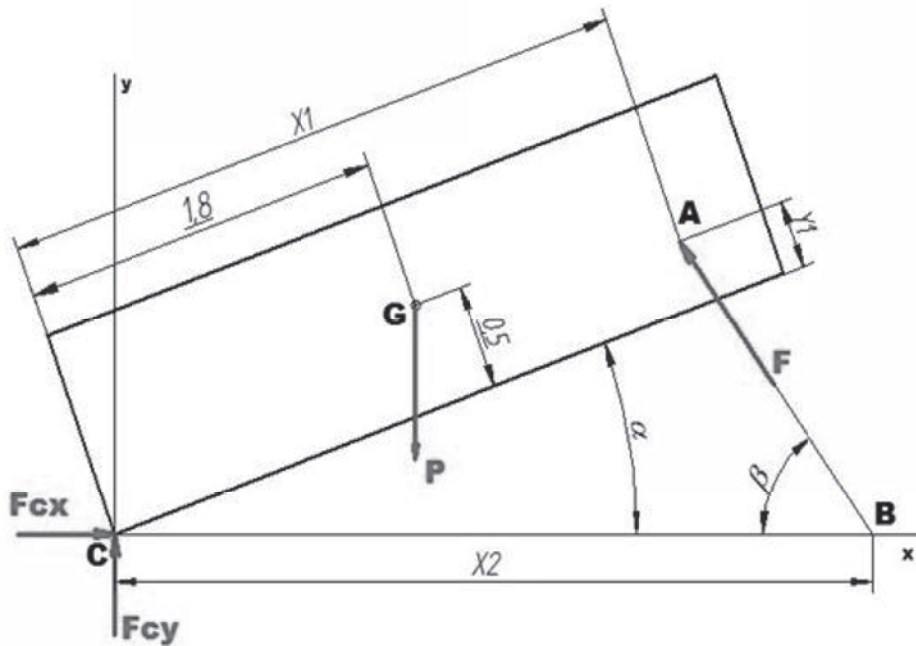


Las leyes identificadas en el caso de la volqueta fueron: Equilibrio estático, Geometría de triángulos y Trigonometría en triángulos rectángulos.

### 3.4. Aplicación de leyes para establecer las funciones que relacionan los parámetros

Las funciones que interesa identificar son dos: la relación entre la fuerza de los cilindros y el ángulo de la plataforma ( $\alpha$ ) y la relación entre la longitud de los cilindros y el mismo ángulo.

Al aplicar las leyes anteriores, es conveniente realizar esquemas adicionales a los que presenta el planteamiento del problema porque ello permite visualizar en conjunto los parámetros estudiados. Para comenzar, un esquema típico es el Diagrama de Cuerpo Libre (DCL), técnica ampliamente conocida en ingeniería mecánica para el estudio de fuerzas (Ver figura 2).



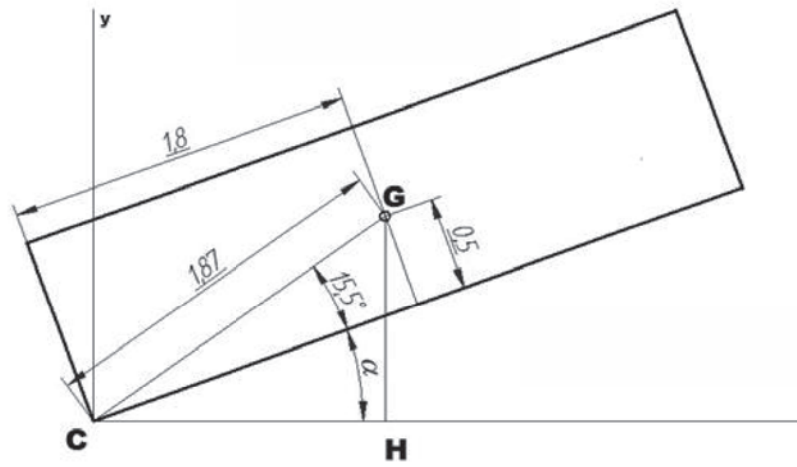
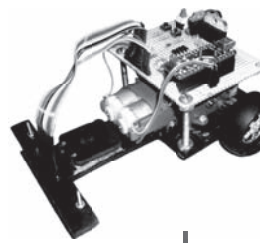
**Figura 2:** Diagrama de cuerpo libre del platón  
Fuente: el autor

El DCL mostrado corresponde a un caso de equilibrio de cuerpo rígido en 2D y del cual se desprende de la siguiente ecuación:

$$-P \cdot (CG \cdot \cos(\angle BCG)) + F \cdot \sin(\beta) \cdot X2 = 0$$

A partir de esta ecuación se puede expresar la fuerza  $F$  en función del ángulo  $\alpha$ , siempre y cuando primero se exprese el ángulo  $\angle BCG$  en términos de  $\alpha$ . Para hacerlo se recurre a reconstruir un triángulo rectángulo determinado por los puntos C, G y H, como se muestra en la figura 3, en la cual el ángulo  $\angle BCG$  buscado es el mismo ángulo  $\angle HCG$ .





**Figura 3:** Esquema para expresar el ángulo BCG en términos de  $\alpha$   
Fuente: el autor

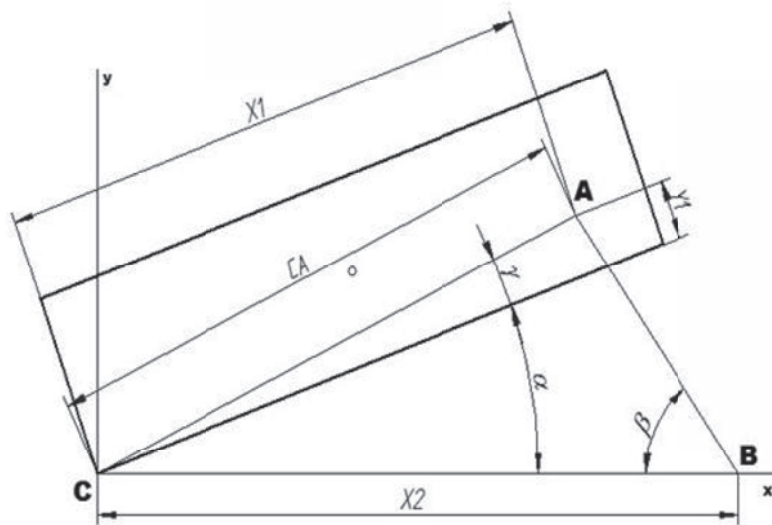
De la figura 3 se obtiene:

$$BCG = HCG = 15,52^\circ + \alpha.$$

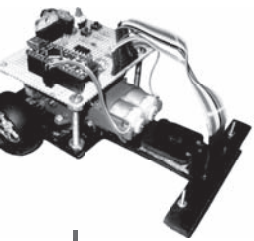
Entonces, la fuerza F se expresa de la siguiente manera:

$$F = \frac{P \cdot 1,868 \cdot \cos(15,52^\circ + \alpha)}{\text{sen} \beta \cdot X2}$$

Como el valor de  $\beta$  no es conocido, debe determinarse, para ello, se recurre a un nuevo esquema en el cual se puedan relacionar los parámetros geométricos  $\alpha$  y  $\beta$ . (Ver figura 4).



**Figura 4:** Parámetros geométricos del triángulo ABC. Fuente: el autor



A partir del triángulo ABC de la figura 4 se pueden expresar sucesivamente los siguientes parámetros en función de los establecidos antes:

- El valor de  $\gamma$  en función de las coordenadas X1 y Y1 del punto A. Se aplica la función tangente definida en el triángulo rectángulo.
- El lado CA en función de las coordenadas X1 y Y1. Se aplica el Teorema de Pitágoras.
- El lado AB, en función de  $\alpha$ ,  $\gamma$ , X2 y CA. Se aplica el Teorema de los cosenos.
- Finalmente, se expresa el valor de  $\beta$  en función de CA, AB,  $\alpha$  y  $\gamma$ . Se aplica el Teorema de los senos.

Las relaciones concretas que se obtienen son:

$$\gamma = \text{atan} \left( \frac{Y1}{X1} \right)$$

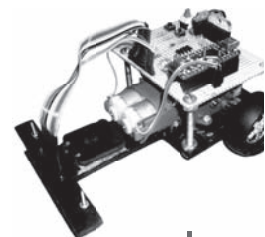
$$AB = \sqrt{CA^2 + X2^2 - 2 \cdot CA \cdot X2 \cdot \cos(\alpha + \gamma)}$$

$$\beta = \text{asen} \left( \frac{CA}{AB} \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \right)$$

De lo expuesto se pueden sintetizar las relaciones entre los parámetros de entrada, salida e intermedios que se presentan en la secuencia en que deben calcularse:

	PARÁMETROS	RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS	Rango
Entrada	P		Arbitrario
	X1		1,9 a 3,6 m
	Y1		0,3 a 0,9 m
	X2		X1 a 3,6 m
	Y2		Fijo en 0 m
	$\alpha$		0° a 30°
Intermedios	Ángulo $\gamma$	$\gamma = \text{atan} \left( \frac{Y1}{X1} \right)$	
	Distancia CA	$CA = \sqrt{X1^2 + Y1^2}$	
	Distancia AB	$AB = \sqrt{CA^2 + X2^2 - 2 \cdot CA \cdot X2 \cdot \cos(\alpha + \gamma)}$	
	Ángulo de inclinación de cilindros $\beta$	$\beta = \text{asen} \left( \frac{CA}{AB} \cdot \text{sen}(\alpha + \gamma) \right)$	
Salida	Fuerza de cilindros F	$F = \frac{P \cdot 1,87 \cdot \cos(15,5^\circ + \alpha)}{\text{sen} \beta \cdot X2}$	
	Longitud de cilindros L	$L = AB$	

**Tabla 2.** Parámetros que intervienen para determinar la fuerza y longitud de los cilindros



La coordenada Y2 se considera cero en cualquier caso, debido a que la posibilidad de variar verticalmente el punto de anclaje B sobre el chasis es mínima. (Ver tabla 1)

### 3.5. Resolución matemática de las funciones resultantes para optimizar el valor de los parámetros

Del desarrollo matemático se concluye que para poder expresar la fuerza  $F$  y la longitud  $L$  del cilindro en términos de los parámetros de entrada, el método analítico resulta bastante complejo, porque se necesitaría remplazar cada una de las ecuaciones en las subsiguientes. La complejidad resultante aumenta la posibilidad de error y, de ocurrir, se dificultaría ubicar el punto en el cual éste se produce. Por lo tanto, es conveniente recurrir a la ayuda de la computadora, mediante la hoja electrónica, en la cual se pueden introducir las ecuaciones obtenidas, graficar la fuerza en términos del ángulo  $\alpha$ , y encontrar las coordenadas  $X1$ ,  $Y1$  y  $X2$  de emplazamiento del cilindro, para obtener un costo mínimo.

Con la idea expuesta, los parámetros incluidos en la tabla anterior se incorporaron en una hoja electrónica (Ver figura 5).

En ella se distinguen los parámetros del caso en estudio definidos en:

$X1$ ,  $Y1$  y  $X2$  que se pueden variar mediante barras de desplazamiento respectivas en los rangos mostrados en la tabla 1.

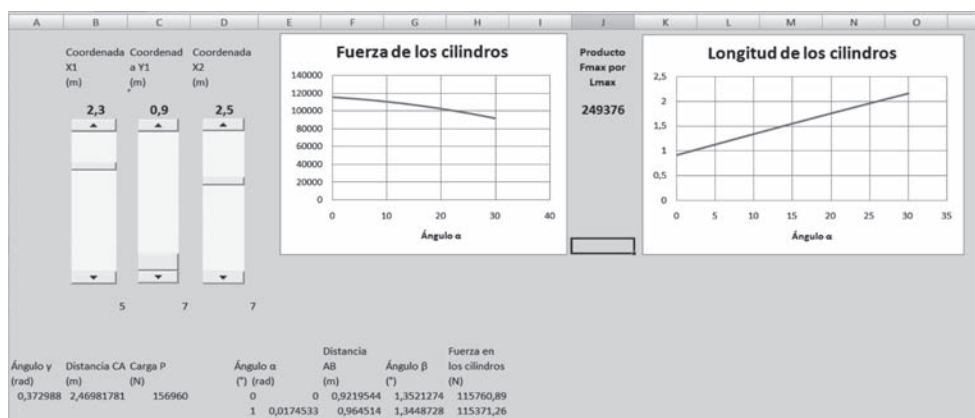
El ángulo  $\gamma$ , la distancia  $CA$  y la carga  $P$  se definen como parámetros con un solo valor, e independientes del ángulo  $\alpha$ .

El ángulo  $\alpha$ , se incluye como parámetro de entrada, definido en el rango de  $0^\circ$  a  $30^\circ$ , con intervalos de  $1^\circ$ . El ángulo  $\beta$  es un parámetro intermedio, dependiente de  $\alpha$ .

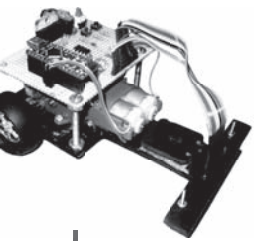
La distancia  $AB$  y la fuerza en los cilindros  $F$ , son parámetros de salida, definidos para cada valor del ángulo  $\alpha$ .

El producto de la fuerza máxima en los cilindros y la longitud máxima de los mismos.

También se muestran en la hoja dos gráficas: la primera muestra la fuerza en los cilindros en función del ángulo de inclinación de la plataforma ( $\alpha$ ), la cual corresponde al primer objetivo del caso en estudio. La segunda, expresa la longitud de los cilindros en función del mismo ángulo.



**Figura 5:** Aspecto de la hoja de cálculo utilizada para seleccionar las coordenadas de los puntos de anclaje de los cilindros. Fuente: el autor



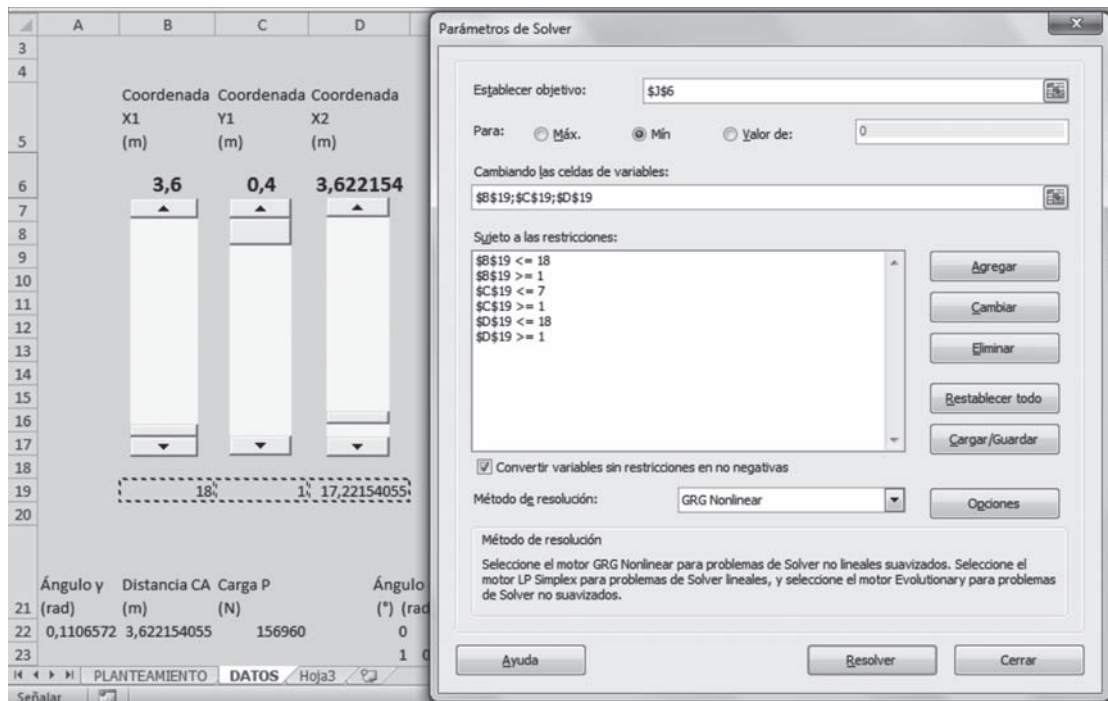
En la figura, las coordenadas de los puntos de anclaje de los cilindros (X1, Y1 y X2), se pueden variar por desplazamiento de los cursores respectivos, con lo cual se podrá observar que varían los parámetros antes descritos. De estos parámetros interesa conocer, en particular, cómo varía el producto entre la fuerza máxima en los cilindros y su longitud máxima, porque el valor mínimo de este producto determina el costo mínimo de los cilindros, cuya obtención se constituye en el segundo objetivo planteado para el ejercicio.

Aunque la búsqueda del valor mínimo del producto indicado se puede hacer por desplazamiento manual de los cursores mencionados, la hoja electrónica cuenta con una función que ayuda a realizar esta búsqueda de una manera más ágil. Se trata de la función Solver de Excel, que opera de la siguiente manera.

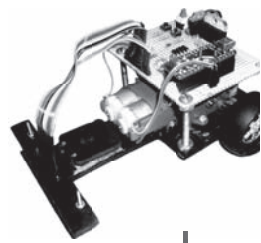
Solver se activa desde la herramienta **Datos** con lo cual se despliega la ventana mostrada en la figura 6.

En la ventana desplegada se configuran los siguientes datos:

- En la casilla identificada como **Establecer objetivo** se registra la celda que se quiere minimizar, correspondiente al producto de la fuerza máxima por la longitud máxima (celda J6 en la hoja usada).
- Se activa el botón de minimizar (Min).
- En la casilla **Cambiando las celdas de variables** se identifican las celdas asociadas con los cursores de las coordenadas X1, Y1 y X2 (celdas B19, C19 y D19).
- Se introducen los rangos en que se variarán las coordenadas anteriores en la casilla **Sujeto a las restricciones**.

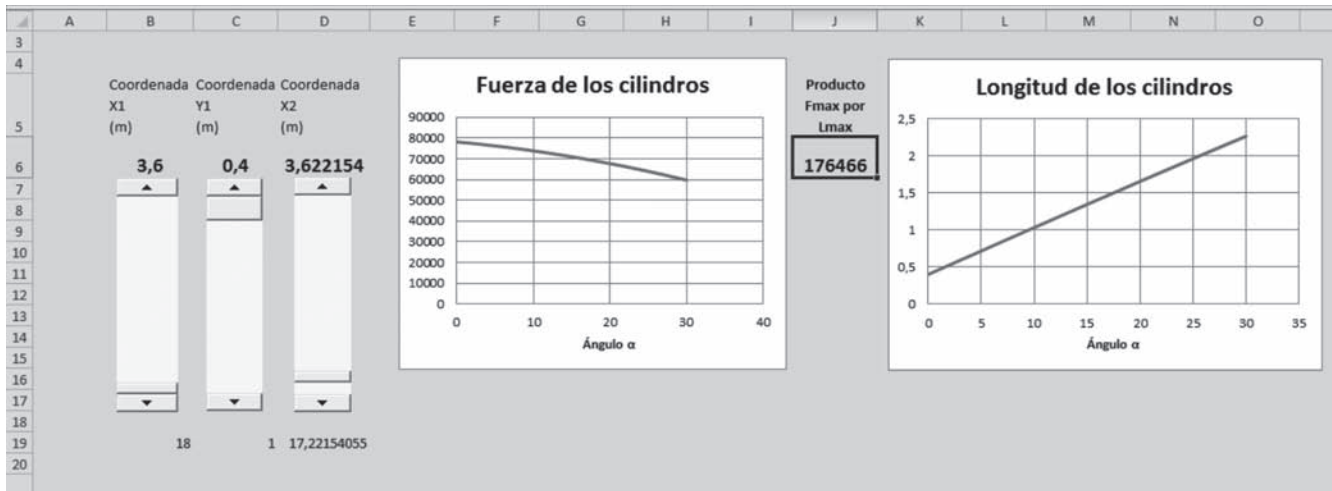


**Figura 6:** Ventana de la función Solver.  
Fuente: el autor

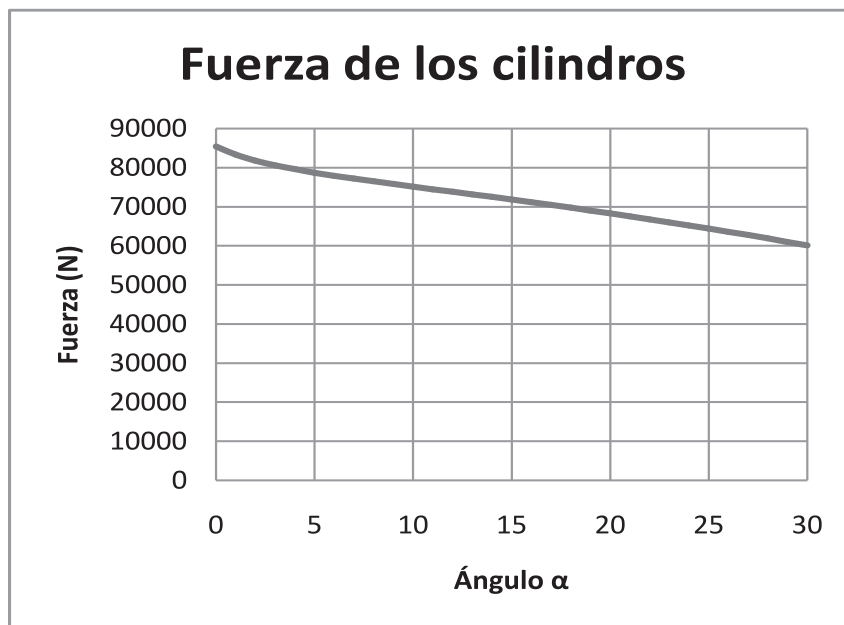


Cuando se activa el botón **Resolver**, el sistema modifica sucesivamente los valores de las coordenadas hasta encontrar el valor mínimo del producto

de la fuerza máxima por la longitud máxima, (Ver figura 7) y el cumplimiento de los objetivos del ejercicio se logra con los resultados (Ver figura 8).

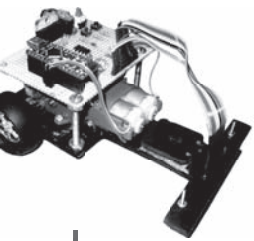


**Figura 7:** Resultado obtenido al aplicar la función Solver  
Fuente: el autor



**Figura 8:** Función existente entre la fuerza de los cilindros y el ángulo  $\alpha$ .  
Fuente: el autor





Punto de anclaje de los cilindros para lograr su costo mínimo. Como se estableció desde el enunciado, el costo es proporcional al producto de la fuerza máxima de los cilindros y su longitud máxima. El resultado fue: cuando  $X_1=3,6$  m,  $Y_1=0,4$  m y  $X_2=3,62$  m, se obtiene el valor mínimo del producto mencionado (176466).

La hoja electrónica usada, se ha publicado en el siguiente sitio de Internet, de donde puede descargarse: <https://sites.google.com/site/professorcortess/>

#### 4. Conclusiones

El ejercicio mostrado es un caso típico, que ilustra el procedimiento seguido con estudiantes de Diseño de Máquinas y de Ingeniería Mecánica para modelar matemáticamente situaciones de estudio hipotéticas o reales. Aunque el procedimiento se aplicó para un caso de diseño mecánico, también se ha utilizado en otras áreas de la ingeniería como en casos de cinemática, termodinámica, electricidad y dimensionamiento de espacios, por lo tanto, es transferible a situaciones problemáticas de ingeniería para, establecer las relaciones entre las variables asociadas al fenómeno.

El valor que tiene la obtención del modelo matemático de un fenómeno físico, radica en que con su ayuda se pueden realizar distintas acciones como son: comprender los aspectos conceptuales del fenómeno representado; predecir el comportamiento de las variables involucradas, cuando algunos parámetros asociados al fenómeno cambian de valor; o adquirir criterios objetivos para tomar decisiones de diseño.

Cuando la resolución analítica de un caso modelado resulta muy compleja, puede optarse por una

solución numérica con la ayuda de la hoja electrónica y las herramientas que ella ofrece. En particular, para encontrar valores óptimos de variables es útil la función Solver de la hoja Excel.

#### 5. Bibliografía

Bedford, Anthony y Fowler, Wallace (2008). "Mecánica para ingeniería" Estática. México: Pearson.

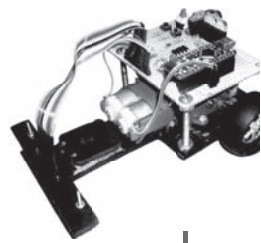
Brown, R. (2002). Mathematical modelling in the international baccalaureate, teacher beliefs and technology usage. *Teaching Mathematics and its Applications*, 21(2), 67-67. <http://search.proquest.com/docview/231646051?accountid=34622>.

Caine, D. J., & Robson, A. J. (1993). Spreadsheet modelling: Guidelines for model development. *Management Decision*, 31(1), 38-38. <http://search.proquest.com/docview/212080181?accountid=34622>.

Carrejo, D. J. (2004). Mathematical modeling and kinematics: A study of emerging themes and their implications for learning mathematics through an inquiry-based approach. The University of Texas at Austin). *ProQuest Dissertations and Theses*, 175 p. <http://search.proquest.com/docview/305127283?accountid=34622>.

Howard, W. R. (2006). The nature of mathematical modeling. *Kybernetes*, 35(3), 597-597. <http://search.proquest.com/docview/213915706?accountid=34622>.

Ketut, B. A., & Ishida, K. (2003). Spreadsheet modeling to determine optimum ship main dimensions and power requirements at basic design stage. *Marine Technology and SNAME News*, 40(1), M61-M61. <http://search.proquest.com/docview/211767338?accountid=34622>.



---

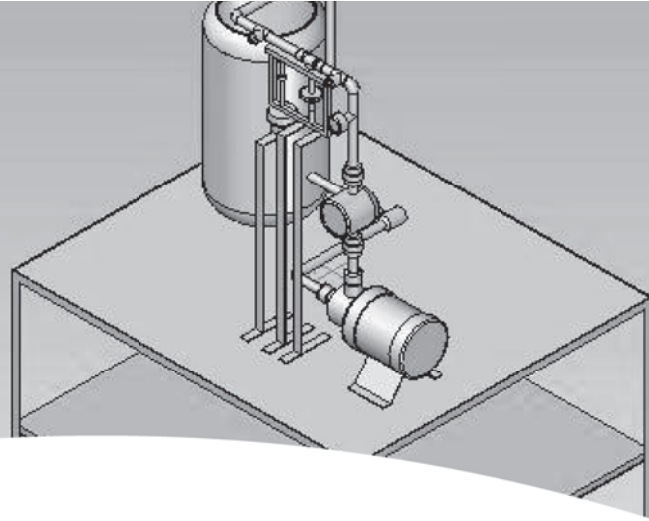
Klymchuk, S., Zverkova, T., Gruenwald, N., & Sauerbier, G. (2008). Increasing engineering students awareness to environment through innovative teaching of mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 27(3), 123-130. doi:10.1093/teamat/hrn007.

Otávio, R. J., & Maria Lúcia L. Wodewotzki. (2006). Mathematical modelling: A path to political reflection in the mathematics class. *Teaching Mathematics and its Applications*, 25(1), <http://search.proquest.com/docview/231671888?accountid=34622>.

Robson, A. J. (1994). The spreadsheet: How it has developed into a sophisticated modelling tool. *Journal of Enterprise Information Management*, 7(1), 17-17. <http://search.proquest.com/docview/220040140?accountid=34622>.

# Diseño de un sistema didáctico de modelamiento de la curva característica de una servo-válvula

**Luis Fernando Vargas Neira\***  
**Diego Alejandro Cogua Cogua\*\***  
**Bryan Camilo Rincón Uribe \*\*\***



## Design of a Didactic System of a modeling curve typical of a Servo Valve

### **Resumen**

A continuación se presenta la experiencia de diseñar una solución software y hardware con propósitos didácticos, a través de la implementación de un sistema de “modelamiento, para la obtención de la curva característica de una servo válvula a partir de presión diferencial” de manera que facilite la comprensión y aplicación de conceptos de instrumentación industrial. Se hace una reseña de conceptos de instrumentación industrial, luego, se relacionan la etapas de diseño de aplicativos, montaje y realización de guías didácticas.

**Palabras clave:** *Curva característica, Presión diferencial, flujo, Interfaz gráfica.*

### **Abstract**

Below an experience in designing a software and hardware solution is presented with didactic purposes through the implementation of “a modeling system to obtain a modeling curve typical of a servo valve as of the differential pressure” in order to facilitate the understanding and application of concepts in industrial instrumentation. A description of concepts in industrial instrumentation is provided; the stages of applicative designs are also presented as well as the assembling and tutorials

**Key words:** *Typical curve, differential pressure, flow, graphical interface.*

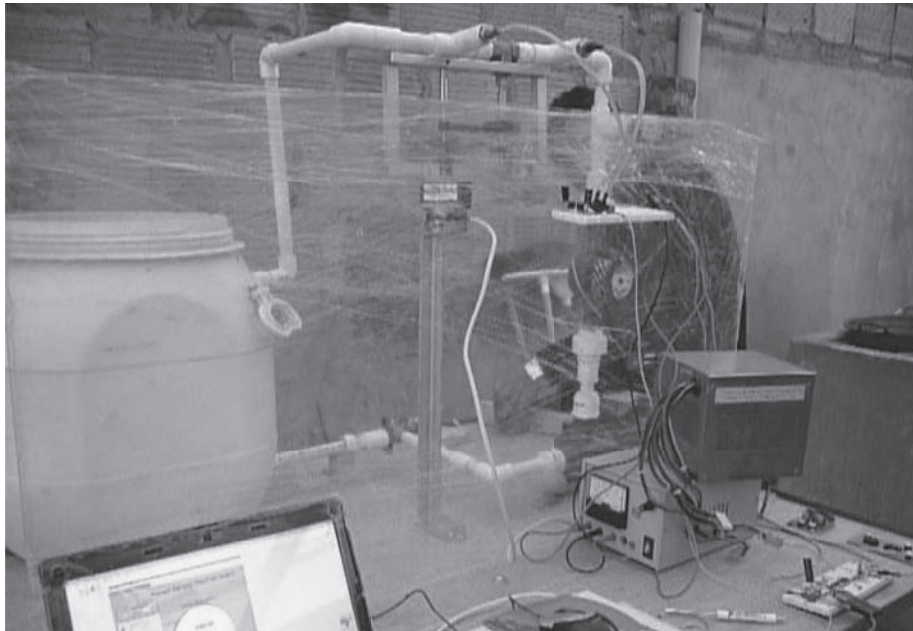
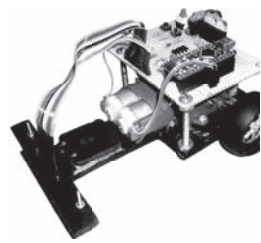
Fecha de recepción: Mayo 4 de 2012

Fecha de aprobación: Junio 13 de 2012

\* Licenciado e Ingeniero Electrónico de la Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Experiencia docente por más de 10 años, vinculado a la Secretaría de Educación Distrital. Egresado del Posgrado en Instrumentación Industrial del ETITC. luis.vargas.neira@gmail.com.

\*\* Ingeniero Mecánico Universidad América. Ingeniero de Procesos de Multidimensionales Egresado de la especialización en Instrumentación Industrial del ETITC. diego\_cogua@hotmail.com

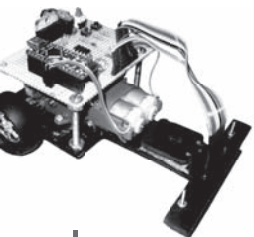
\*\*\* Licenciado Electrónico Universidad Pedagógica Nacional, vinculado al Gimnasio Campestre Nueva Orleans, egresado de la especialización en Instrumentación Industrial del ETITC. bryanrincon@gmail.com



## 1. Introducción

Este escrito presenta los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo e implementación del sistema denominado: “modelamiento, para la obtención de la curva característica de una servo - válvula a partir de presión diferencial”, desarrollado en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Este proyecto está encaminado al diseño de soluciones software-hardware, que sean herramientas para la comprensión de diversos conceptos acerca de instrumentación industrial y su aplicación.

En primera instancia se encuentra una breve reseña de los antecedentes consultados en Colombia, sobre la implementación de sistemas de instrumentación virtual, que cumplen tareas determinadas y que permiten el aprendizaje de conceptos acerca de la instrumentación industrial. Posteriormente se presentan las etapas seguidas para la obtención del sistema, sus cálculos más relevantes, sus resultados y conclusiones obtenidas.



El diseño del sistema se dió debido a la necesidad que se encontró, a partir de las prácticas hechas en el ETITC durante la especialización en instrumentación industrial. En ellas se nos pidió caracterizar una válvula de tipo cortina, para lo cual el banco venía dotado con sensores de flujo y presión diferencial antes y después de la válvula. En esas prácticas se tuvo mucha dificultad, debido a que al momento de dar una cierta cantidad de grados de giro a la válvula, no existía un medio que lo hiciese con precisión, razón por la cual se hizo complejo el comprender algunos de los conceptos trabajados.

## 2. Antecedentes

El uso de herramientas software-hardware para apoyar el proceso de aprendizaje de conceptos sobre instrumentación industrial, es una alternativa que se ha venido planteando, es así como se encuentran algunos proyectos que pretenden medir el comportamiento de válvulas usando variables de presión, cantidad de giro y flujo. A continuación se presentan dos proyectos que han utilizado este tipo de dispositivos para realizar actividades similares.

En Argentina en el 2004, se realizó el proyecto *“control de posición y presión para un manipulador neumático a través de la computadora”*, el cual se basó en la obtención de un sistema de posicionamiento servo neumático, con control de presión del dispositivo de trabajo en la posición de operación, gobernado por computador. Para controlar posición y presión incluyó el diseño de controladores PID discretos, usó una tarjeta de adquisición de datos y el software LabView.

Este proyecto de manipulador neumático, permite implementar programas para la adquisición de datos a través de los diferentes sensores que son

llevados al PC para su procesamiento, fijar posiciones intermedias a lo largo de un eje de forma muy precisa, la automatización de procesos como remachado, perforado, y estampado.

De igual manera el proyecto: *“Diseño e implementación de un módulo de proceso de monitoreo y control de nivel y flujo”*, realizado por el laboratorio de ingeniería electrónica de la Universitaria De Santander, basado en PC bajo plataforma LabVIEW 7 Express, que integra software y hardware, para realizar un módulo de apoyo didáctico de monitoreo y control de las variables de nivel, flujo, volumen y presión de agua.

## 3. Contexto Teórico

Es necesario hacer una contextualización teórica de algunas variables utilizadas en el proyecto y que tienen que ver con: caudal, presión en fluidos, diferencial y de tubería, válvula proporcional o servo válvula e interfaz gráfica.

### 3.1 Caudal

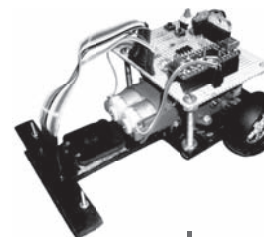
Es la cantidad de fluido que pasa por un canal o tubería en determinado tiempo, es decir, un volumen de fluido (litros, metros cúbicos) por unidad de tiempo (segundos, minutos hora), variable de medición importante en los procesos industriales, en especial en los líquidos o gases. (OGATHA, K 1997).

Existen varios métodos para medir el caudal, por ejemplo el volumétrico que incluye la presión diferencial, área variable, velocidad, fuerza y desplazamiento positivo y los máscos como son los térmicos, de momento y de fuerza de coriolis.

### 3.2 Presión en Fluidos

Una fuerza puede producir deformación en un cuerpo, dependiendo del área e intensidad de





aplicación, así la presión ejercida sobre una superficie es como se observa en la ecuación n° 1, que según la unidad es Pascal (Pa), la presión ejercida por un Newton en 1 m<sup>2</sup> de área. (CREUS, A. 1997)

$$p = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Ahora bien, esta presión aplicada en un fluido contenido en un recipiente, hace que al aumentar la fuerza, disminuya el volumen del fluido, este proceso es conocido como compresibilidad. El líquido de un recipiente ejerce una fuerza sobre el fondo y sus paredes. Al suponer que se tiene un cilindro de líquido con altura  $h$  y una base de superficie  $s$ , su volumen es como se observa en la ecuación n°2 (CREUS, A. 1997)

$$v = sh \quad (2)$$

Si la densidad del líquido es  $d$ , la masa del cilindro  $m = dv = Shd$  y su peso  $= mg = Shdg$ , la presión ejercida por el peso del líquido sobre la superficie es como se establece en la ecuación n° 3 (CREUS, A. 1997)

$$P = \frac{F}{A} = \frac{Sdgh}{A} = dgh \quad (3)$$

Por lo anterior, y teniendo en cuenta la Ley de Pascal, se determina que la presión ejercida en un punto de fluido se transmite en todas las direcciones (CREUS, A. 1997).

### 3.3 Presión Diferencial

Es la diferencia entre un valor de presión determinado y otro utilizado como referencia. Al hacer una restricción de fluido, se produce una caída de

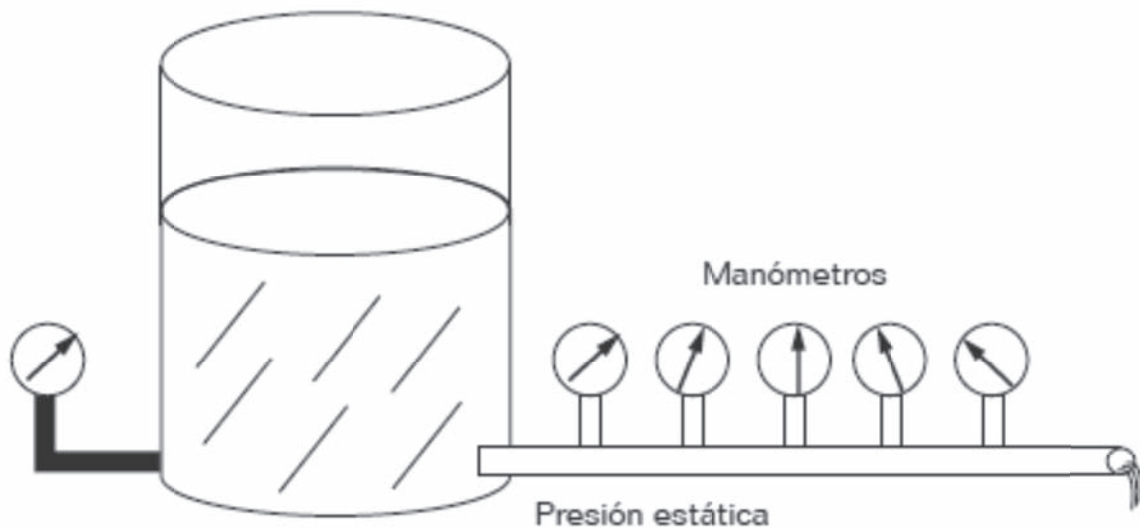
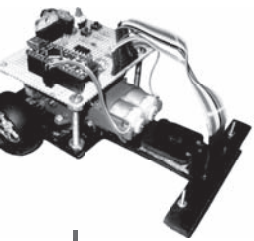
presión relacionada con la velocidad del fluido, que se puede determinar aplicando la "Ecuación de continuidad el Teorema de Bernoulli", y si se conoce la velocidad del fluido y el área por donde está pasando, se puede determinar el caudal, esta ecuación es una forma útil en mecánica de fluidos para medir el caudal dado su principio físico.

Se estima que buena parte de los medidores industriales utilizados en la actualidad, son dispositivos de presión diferencial, siendo el más conocido la placa de orificio, que tiene ventajas como: su sencillez de construcción, comprensión de funcionalidad, bajos costos si se instalan en grandes tuberías, y se pueden utilizar para la mayoría de los fluidos. (OGATHA, K 1997).

Uno de los inconvenientes de los medidores de presión diferencial, es la amplitud del campo de medida es menor en relación otros tipos de medidores, por lo tanto producen pérdidas de carga significativas, deben respetarse unos tramos rectos de tubería aguas arriba y aguas abajo del medidor, la precisión suele ser menor, teniendo en cuenta que se entrega sin calibrar.

### 3.4 Presión en una tubería

Cuando un líquido o gas fluye a través de un tubo, la presión se abate a lo largo de éste, debido a la fricción. Por ejemplo si un tubo transporta agua desde un tanque de 10m de altura y la válvula está cerrada, la presión estática en el fondo del estanque y los indicadores de presión a lo largo del tubo serán los mismos. Sin embargo, al abrir la válvula, los manómetros muestran presiones menores, porque si el fluido cambia de reposo a movimiento y adquiere velocidad, lo hacen con pérdida de presión, por tanto a mayor velocidad la caída de presión será mayor (HELFRICK, A 1992) (Figura 1).



**Figura 1:** Presión en un líquido fluyendo.  
Fuente: (VILLALOBOS, G 2006).

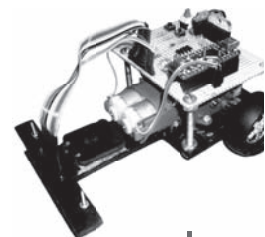
### 3.5 Válvula Proporcional

La válvula proporcional convierte una señal eléctrica analógica de entrada, en una determinada posición de la corredera y por tanto una concreta apertura de la sección transversal del paso de líquido a través de ella. En un valor de voltaje la válvula adoptará un valor de 100% de apertura mientras que en otro tomará un estado de cerrado o 0%. Este tipo de válvulas permiten el paso del fluido e ir variando la cantidad de grados de apertura a medida que se va cambiando el voltaje de entrada, constituye como elemento lineal en el rango de voltajes (CARR, J 1996).

El objetivo de la válvula proporcional en un sistema industrial, es controlar la cantidad de presión que la atraviesa para no generar daños en la tubería por sobrepresiones, y mantener constante el flujo para no alterar las condiciones de control del proceso (CARR, J1996).

### 3.6 Interfaz Gráfica

Son conocidas como GUI (interfaz gráfica de usuario), y es un programa informático que actúa de interfaz a usuario, que utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información, proporcionando un entorno visual sencillo que permite la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador. Algunas comparten funciones con Hardware externo, gracias a sistemas de adquisición de datos, permite capturar acciones exteriores como movimientos, perturbaciones o cualquier elemento que se busque controlar o medir (VILLALOBOS, G 2006). Generalmente se realiza manipulación directa, para facilitar la interacción persona-ordenador, lo que posibilita la representación del lenguaje visual, manejar y analizar una serie de datos. (HELFRICK, A 1992).



#### 4. Metodología

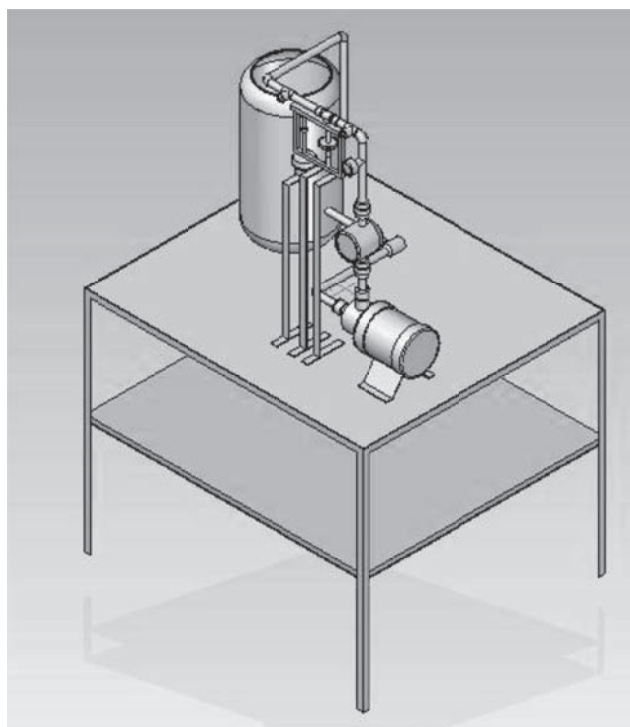
El modelo metodológico seguido para el “Sistema didáctico de modelamiento”, fue de tipo Descriptivo, ya que el instrumento virtual realizado es a partir de la descripción del funcionamiento del sistema y la interacción entre sus componentes. De igual manera, de tipo Correlacional, ya que se encontró la relación entre las variables de flujo, giro y presión, para establecer cómo es el comportamiento de una válvula de este tipo. A

El proceso de elaboración del sistema didáctico, comprendió tres etapas que fueron: diseño de

hardware y software, montaje del sistema y el desarrollo didáctico.

##### *Etapa 1: Diseño de Hardware*

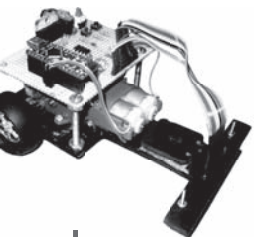
El diseño del hardware, inició con definición de la estructura, fue de tipo metálico y madera para brindar fortaleza al sistema y a la vez facilitar la implementación de las diversas partes que contendría, luego de elegir los materiales, hizo una simulación de la estructura utilizando el software Solid Edge, que permite hacer una aproximación a la realidad del montaje (Ver figura 2).



**Figura 2:** Diseño en Solid Edge del banco de trabajo. Fuente: Los autores

Para el mejor comportamiento y posibilidad de implementación, se eligió utilizar una válvula de tipo “cortina”, la cual se mueve con un motor “paso a paso” para establecer mediante una can-

alidad de pulsos su posición  $d$  y a la vez permitiera tener una cantidad de apertura. Luego se evidenció la necesidad de tener un transportador y un sensor que permitieran conocer la cantidad



de grados de apertura del sistema en un momento determinado, luego de las diversas consultas y pruebas se utilizó un “potenciómetro de precisión”, que permite relacionarse fácilmente con la cantidad de grados y con ello conocer la ubicación de la válvula en cualquier momento, luego se implementó un medio para conectar el control del motor a la tarjeta de adquisición (MYDAQ).

El siguiente paso fue el de diseñar un medio para comunicar la válvula con la tarjeta, de tal manera que se puede generar el movimiento y conocer la posición. Para ello se utilizó un microcontrolador PIC 16F84A, ya que la tarea de comunicación solo requería leer una serie de bits enviados desde la tarjeta, como insumo de información con instrucción al sistema. Junto al micro se utilizó un Driver L293D, transmisor de pulsos desde el PIC al motor en forma de secuencias, este Driver, tiene la característica de entregar una corriente máxima de 1A para generar el movimiento del motor.

Después se diseñó la forma de medir el flujo, para ello se utilizó un contador de agua normal, al que se le ubicó en un punto estratégico un imán de neodimio y un sensor de tipo Reed, este entregaba el flujo como una representación de pulsos de voltaje, que fueron ingresados al PC mediante un puerto de la tarjeta de adquisición para su posterior conversión.

La variable de presión diferencial a la entrada y salida del sistema, se logró usando un sensor MPX2100DP, que tiene la posibilidad de medir rangos desde 0 a 15psi de forma lineal, entregando a su salida un voltaje que varía entre 0 y 25mV. Debido al valor de voltaje entregado, se hizo necesaria la implementación de un amplificador de instrumentación que permitiera aumentar el va-

lor de voltaje, para ello se utilizó el AD620, que tiene la posibilidad de aumentar el valor de entrada a uno mayor con solo un resistor de ajuste, es fundamental para el proyecto. De igual forma su capacidad de ancho de banda es 120kHz valor que está muy por debajo de lo entregado por el sensor MPX.

El último circuito diseñado permitió activar una electroválvula y la bomba de agua, para ello se utilizó un TRIAC y un optotriac, configurados de tal manera que al recibir un pulso activa la válvula por el tiempo que este pulsado.

### ***Etapa 2: Diseño de Software:***

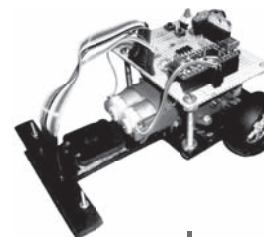
La etapa de diseño del software estuvo encaminada a generar cuatro SubVi específicos para realizar actividades de movimiento de válvula, lectura de pulsos, traducción de voltaje y activación de la electroválvula.

#### **SubVi 1 Movimiento de válvula**

Este se comunica con el PIC enviando una serie de pulsos, que determinan la cantidad de pasos que se mueve el motor y permite leer el valor de variación de voltaje en el potenciómetro, con lo que se corroboraba el avance del sistema.

#### **SubVi 2 Lectura de pulsos del medidor**

Este permite leer la cantidad de pulsos entregados por el medidor de flujo, de tal manera que en un determinado tiempo arrojan la velocidad del líquido circulante por el tubo, que al ser multiplicado por el área transversal de la tubería y restando las pérdidas de la tubería (codos, uniones) presentaban el valor de presión, se presenta en indicadores en pantalla en PSI, Pascal y Bares.



### SubVi 3 de traducción de voltaje a presión

Este SubVi, al recibir el valor de voltaje del AD620 lo traduce a presión, como el valor de voltaje se asocia de forma directa a un valor de presión, por ejemplo si se tienen 13,5 bares esto equivale a 1,5 Voltios, lo cual indica que existe una relación matemática entre las dos ambas variables.

### SubVi 4 Activación de bomba y electroválvula

Este SubVi permite mediante el envío de un pulso que se active y desactive la bomba de agua y la electroválvula del sistema.

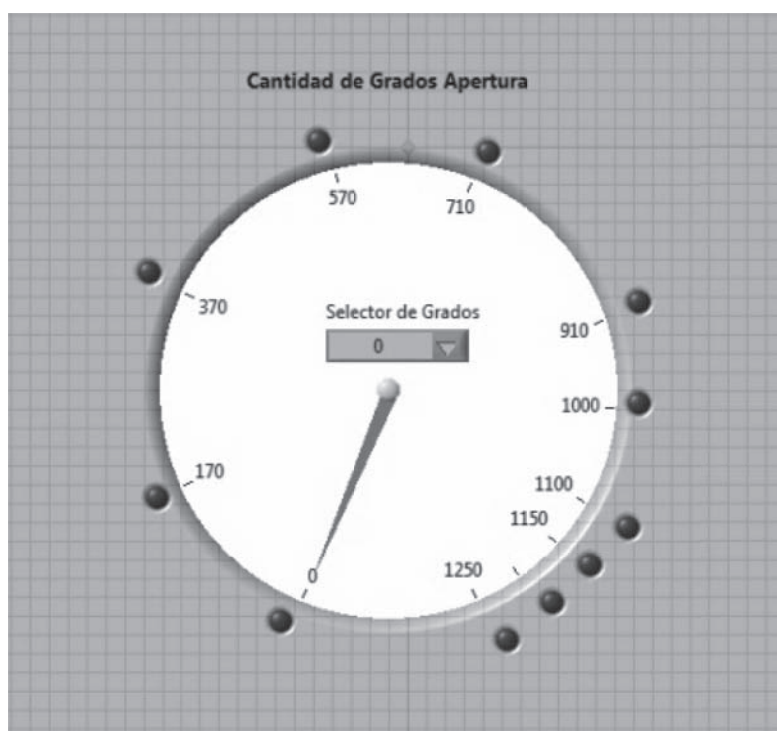
### SubVi 5 Generación de resultados

Permite mostrar los datos generados en una tabla. Para ello desde Labview se conecta con una

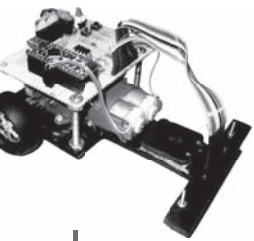
hoja de cálculo y busca las tablas elaboradas previamente, recibe los datos y los grafica dependiendo de las variables que se quieran observar y permitiendo analizar grados versus presión, grados versus flujo y presión versus flujo.

### SubVi 6 Calibración del Banco

Para conocer la posición final de la válvula, la última vez que se usó el instrumento y tomando como referencia la caída de voltaje del potenciómetro, se diseñó la SubVi de calibración que permite al usuario conocer donde está la válvula actualmente y dependiendo de su ubicación devuelve a 0° el sistema, al momento en que la válvula se detiene, se encienden la electroválvula y la bomba de agua permitiendo que circule líquido por la tubería y así poder hacer las mediciones. (Ver figura 3).



**Figura 3:** Interfaz del control de apertura de la válvula y VI correspondiente.  
Fuente: Los autores



### Etapa 3: Montaje:

Una vez realizado el diseño de hardware y software, se elaboró un diagrama de flujo (Ver figura 4) para determinar la interrelación de cada uno de los diseños y el funcionamiento del programa. El programa inicia con un instructivo que informa al usuario respecto a su uso, luego se entra en un bucle de 0° a 1250°, siguiendo una serie de pasos, que inician con la posición en la que requiere moverse la válvula para medir, allí el usuario en orden va eligiendo el valor de los grados de apertura.

El siguiente paso es indicarle al sistema que haga medición del caudal, al presionar el botón respectivo, va al subprograma de medición de caudal, toma la medida y de inmediato lo presenta en pantalla. Luego de hacer esta medición, se le indica que mida presión donde hace una tarea similar a la descrita en caudal. Por último se le dice que guarde el dato, lo cual lo hace en un programa de hoja de cálculo. De igual manera se hace una y otra vez hasta que se logre la totalidad de valores en grados del sistema y se repite el mismo proceso pero cerrando la válvula.

### Etapa 4: Diseño de guías didácticas

En esta etapa se diseñaron dos guías para estudiantes y el manual de usuario.

La primera guía permitía al estudiante analizar en una válvula proporcional de cortina con sus virtudes, defectos, ventajas, desventajas, características y así tener claridad de su curva de comportamiento y sus posibles aplicaciones.

En la segunda guía se pretendió presentar un contraste entre los datos obtenidos en la válvula subiendo y bajando, para que el estudiante determine a partir de las curvas de histéresis, con la

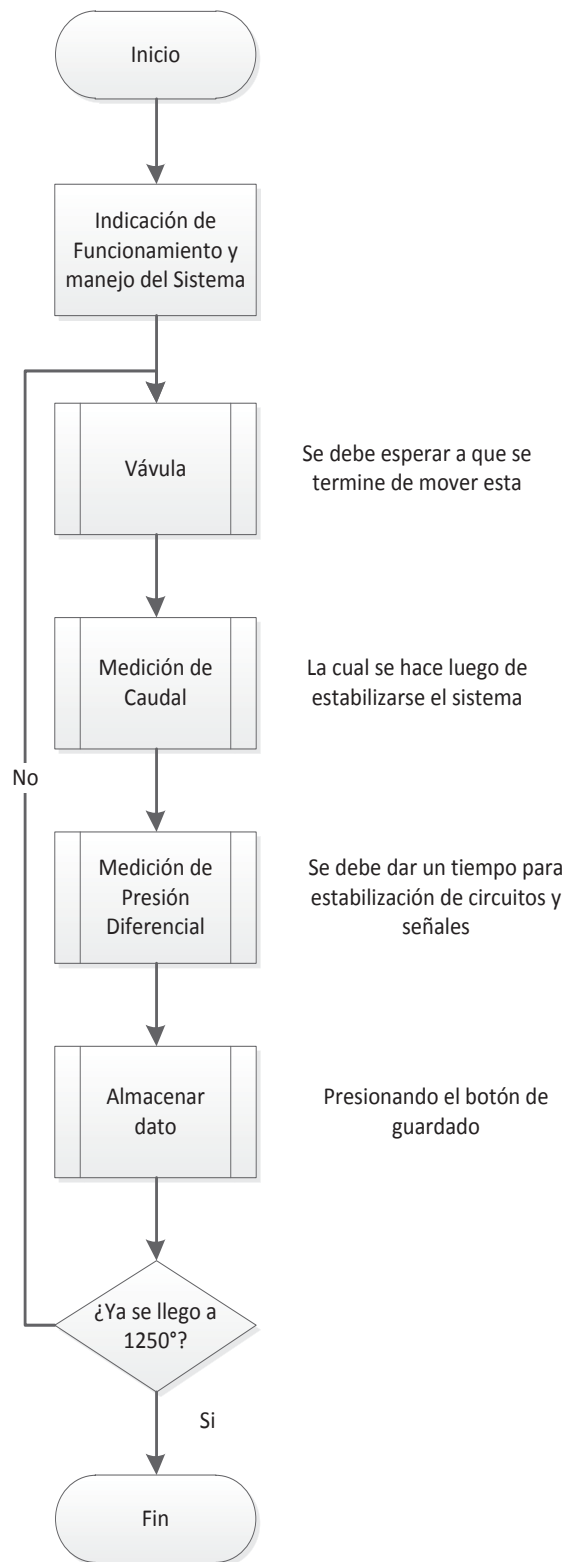
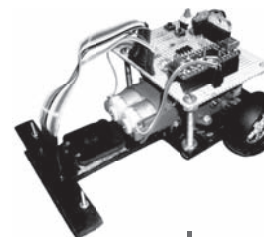


Figura 4: Diagrama de flujo general del sistema. Fuente: Los autores

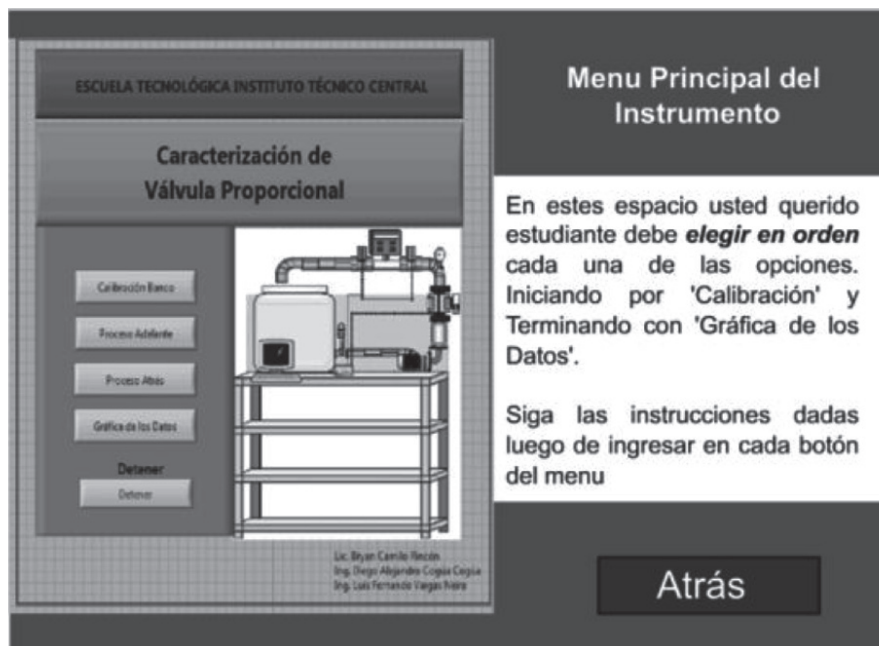




cual puede calcular la cantidad de error en la medición del sistema.

El Manual de Usuario. Este se desarrolló en Flash y explica la forma de conexión del instrumento y cada uno de los pasos para poder utilizarlo de forma

eficiente, obteniendo el máximo de sus posibilidades, explica mediante gráficos y textos en colores qué, cómo y cuándo hacer las actividades, de tal manera que se realicen prácticas de forma eficiente. (Ver figura 5).



**Figura 5:** Manual de Usuario.  
Fuente: Los autores

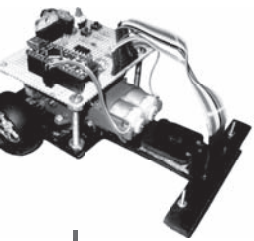
## 5. Conclusiones

Al terminar las diversas etapas de diseño y montaje que condujeron a la implementación del banco y la construcción del sistema, se hicieron pruebas de medición, que permitieron determinar que cuando el ángulo de apertura aumenta, la cantidad de presión en el tubo tiende a disminuir, esto debido a que la tubería libera presión a medida que la válvula se abre.

Al estar la válvula en grados inferiores la apertura es menor, con lo cual la cantidad de líquido sobre

la tubería ejerce una mayor fuerza. El flujo se mantuvo constante, aunque por apertura y cierre de la válvula cambia su velocidad antes de entrar a ésta y luego de salir, pero la cantidad de líquido que circula por ella es la misma todo el tiempo. (Ver figura 6)

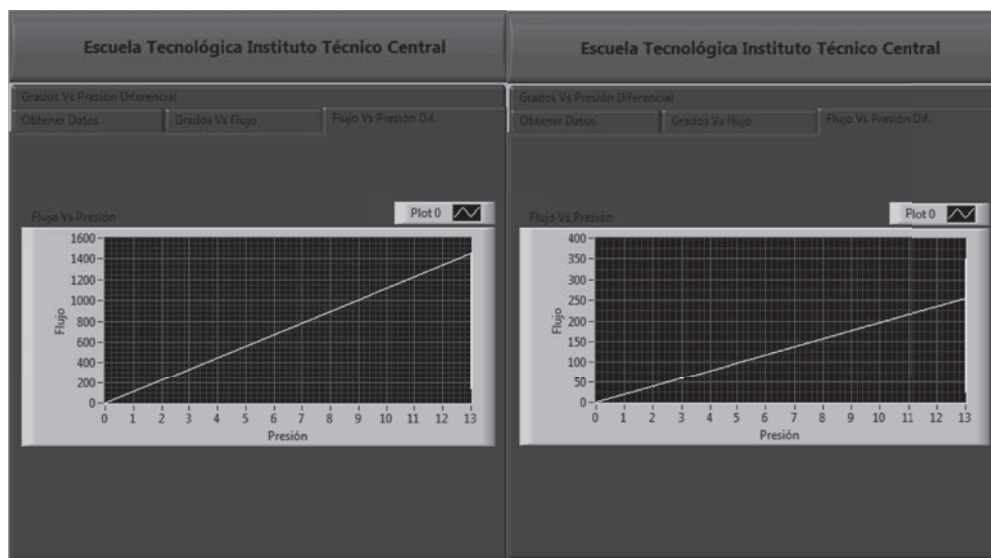
Cuando se está en el proceso de apertura de la válvula, la presión se va liberando bajando su valor, el caudal en este caso se mantiene constante en 13 m<sup>3</sup>/h, aproximadamente. En el caso del cierre de la válvula, la presión va a aumentando, esto debido a que la válvula va generando por efecto



del cierre presión sobre la tubería, por lo cual tiende a aumentar pero nunca supera los 15 PSI que soporta la tubería.

El algoritmo creado permite unir de forma eficiente los diversos SubVi creados, de tal manera que el software es eficiente, fácil de manejar y entrega resultados reales con respecto a las variables medidas.

La respuesta del proceso en cierre y apertura, permitió determinar que la válvula se comporta de forma lineal, esto gracias al análisis de las figuras, ya que a medida que el flujo aumenta en el paso del tiempo la presión cambia, en el caso de la apertura ésta se fue haciendo menor y en el caso de cierre esta se fue haciendo mayor conforme los grados variaron sobre la válvula.



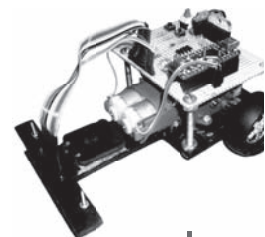
**Figura 6:** Datos en Apertura de la Cantidad de Flujo Vs Presión Diferencial (Izquierda) como en Cierre (Derecha)  
Fuente: Los autores

Desde la perspectiva didáctica, el uso adecuado del banco permite generar saberes significativos en el estudiante, ya que el sistema es más preciso en relación con las mediciones manuales. De igual manera, permite obtener gráficas descriptivas, con lo cual el estudiante puede llegar a generar mejores conceptualizaciones de los términos básicos de la instrumentación industrial.

Se implementó un sistema de modelamiento soportado en Labview, que permite mediante la adquisición de datos obtener la curva de funcionamiento de una servo-válvula generando su

modelo y con ello sus características más importantes. Las variables fueron medidas gracias al algoritmo generado que entrega como resultado gráficas que relacionan al flujo, con la presión y con la cantidad de giro del sistema que depende de la apertura de la válvula.

Las guías de trabajo permiten realizar prácticas en el banco de pruebas. Lo que se espera una vez se continúen aplicando estas guías, es que contribuya a la formación siguiendo el Modelo de Aprendizaje Significativo, que posibilita al estudiante asociar sus nuevos saberes con otros obtenidos previamente.



## 6. Bibliografía

CARR, J (1996). Elements of Electronic Instrumentation and Measurement. 3 ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Ed. Prentice Hall.

CHEN, C (1993). Analog and Digital. Control System Design: Transfer-Funtion, State-Space, and Algebraic Methods. International Edition. United States of America.

CREUS, A. (1997). Instrumentación Industrial. Barcelona, España.

DORF, R( 2003). Circuitos Eléctricos. 5 ed. Mexico. Alfaomega Grupo Editores.

HELFRICK, A (1992). Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición. México: Ed. Prentice Hall Hispanoamericana.

KUO, B (1995). Sistemas de Control Automático. New York. Séptima Edición. Prentice Hall.

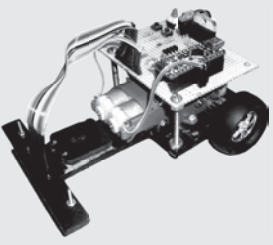
OGATHA, K (1997). Dinámica de Sistemas. 1 Ed. México: Prentice Hall.

OGATHA, K (1998). Ingeniería de Control Moderno. 3 Ed. Mexico. Prentice Hall.

VILLALOBOS, G (2006). Medición y control de procesos industriales. México, D.F.

### *Fuentes de Internet*

<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202003/Sem%20Aut%20%20Caudal/web-final/Medidores%20Diferencial> Visitado el 20 de Octubre del 2011



**Invencción**

**Invencción,  
Innovación,  
Desarrollo y  
Transferencia de  
tecnología**



---

**Residuos agropecuarios: energía alternativa para el desarrollo agroindustrial en Colombia**

*Agricultural Waste: alternative energy for agribusiness development in Colombia*

**Dr.Ing. Msc. Fabio E. Sierra Vargas  
Dr.-Msc Carlos A Guerrero F  
Msc. Fabiola Mejía B**



# Residuos agropecuarios: energía alternativa para el desarrollo agroindustrial en Colombia

**Fabio E. Sierra Vargas \***  
**Carlos A Guerrero F\*\***  
**Fabiola Mejía B\*\*\***

## Agricultural Waste: alternative energy for agribusiness development in Colombia

### **Resumen**

El desarrollo sostenible y la industrialización del campo colombiano, deben basarse en la búsqueda de una mejor opción energética y de tecnologías al alcance de la población. Las perspectivas de uso energético indican que cada vez van a ser mayores los requerimientos energéticos y se va a contar con menor cantidad de combustibles fósiles, por lo que se debe tener en consideración la disponibilidad de otras fuentes, como son el uso de residuos agrícolas; éstos permiten reducir afectaciones ambientales actuales tales como la contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire por la generación de lixiviados y producción de gas metano. Actualmente se cuenta con políticas nacionales que favorecen el uso de las energías renovables, necesitando trabajar en el fortalecimiento de aquellas que sean técnica, social y financieramente viables de acuerdo al sitio en el país donde serán implementadas.

**Palabras clave:** : *Residuos agrícolas, agroindustria, energías renovables, sector rural.*

### **Abstract**

The sustainable development and industrialization of the Colombian country should be based on the search of a better energy option and technologies of population 's reach. The perspectives in the use of energy show that the energy requirements will be increasingly demanding and fossil fuels will be higher that 's why other sources must be kept in mind such as the use of agricultural waste; these can reduce environmental problems such as the contamination of subterranean water and air pollution because of the production of methane gas and leachate process. Nowadays, National Policies exist, and they are in favor in the use of renewable energy. To work on the strengthening of those that are technically, socially and financially viable according to the place of the country where they will be implemented.

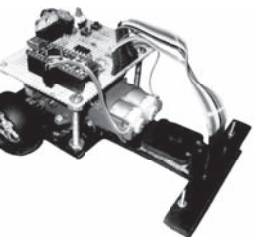
**Key words:** *Agricultural waste, agro industry, renewable energy, rural area.*

\* Ingeniero Mecánico. Doctor en Ingeniería- Energías Renovables. Magister en Ingeniería – Automatización Industrial. Profesor Asociado de dedicación Exclusiva Universidad Nacional de Colombia. Director grupo de Investigación “Mecanismos de Desarrollo Limpio y Gestión Energética”. MDLyGE.

\*\*Químico. Doctor en Ingeniería. Profesor Asociado de dedicación Exclusiva Universidad Nacional de Colombia. Director del grupo “Aprovechamiento de Recursos Naturales. APRENA

\*\*\*Ingeniera Mecánica, Historiadora. Miembro del “Grupo Interdisciplinario de Estudios Ambientales” GEA de la ETITC.

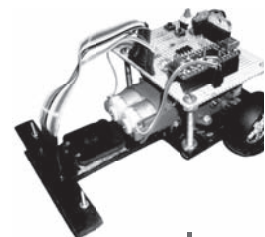




## 1. Introducción

Las últimas décadas se han caracterizado por una grave problemática para la población que habita las zonas rurales en Colombia, y en general en todos los países en vías de desarrollo. Se nota claramente la ausencia del Estado para fomentar inversiones, que permitan generar procesos productivos que brinden bienestar a la población del sector rural, empresas agroindustriales que faciliten la estabilidad en los territorios que ocupan, generando empleos permanentes y evitar el desplazamiento a las grandes ciudades en búsqueda de oportunidades laborales para sí mismos y para sus familias. En Colombia la población dependiente del agro se estima entre el 25% y el 30% del total, es decir, cerca de 12 millones de colombianos, reconociendo que las urbes también dependen del campo. Sin embargo el peso del agro en el PIB colombiano fue de menos del 7% en 2010, con lo que se refuta la idea de que Colombia es un país agrario. Sencillamente su





agricultura es menos significativa que su industria y ambas incluso menos productivas que el sector minero que es el que más pesa en el PIB.

Adicional a la infraestructura requerida se necesita ofrecer fuentes energéticas, que permitan la transformación de los productos locales, y de esta forma lograr que los productos perecederos dejen de serlo al procesarlos, y permitir su transporte y almacenamiento por periodos suficientemente largos para comercializarlos de una mejor forma.

La energía final que requieren los pobladores rurales se puede considerar como mecánica, eléctrica y térmica. Tal es el caso del uso de motores eléctricos para la molienda, la refrigeración, el empaque de productos, bombeo de agua entre otras, o el calor requerido para la pasteurización y el secado. La energía mecánica en forma directa ya es poco utilizada, sin embargo se pueden emplear sistemas eólicos para el bombeo de agua o la misma molienda.

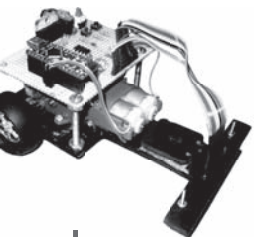
Colombia se caracteriza por tener dos zonas bien diferenciadas, desde el punto de vista eléctrico. Esta es el Sistema Interconectado Nacional SIN y la denominada Zona No Interconectada.

El sistema interconectado nacional está compuesto por una red, la cual se alimenta con grandes centrales hidroeléctricas y sistemas térmicos a base de gas natural y carbón; ésta es alimentada por sistemas generadores de gran capacidad, transmitida y distribuida a 500kV, 250kV, 115 kV. Cuando la energía se acerca al usuario final, se utilizan subestaciones que transforman la misma a bajos voltajes hasta que llega a los hogares a 110 o 220 V. Al transferir la energía hay una disipación de calor al ambiente relacionada con la

corriente que transmite; esta pérdida de calor es proporcional al cuadrado de la corriente de la línea. Teniendo en cuenta que la potencia transmitida es el voltaje por la corriente, entre más se baje el voltaje de transmisión más se incrementan las pérdidas por calor.

Esta es una de las grandes dificultades para llevar la energía eléctrica al sector rural y a las zonas no interconectadas, debido a que la población está muy dispersa y esto hace que la instalación de redes sea costosa, si se tiene en cuenta la población a atender. Sin embargo, es claro que se requiere brindar fuentes de energía si se pretende desarrollar el campo y enfrentar los nuevos tratados comerciales que viene firmando el gobierno con diferentes países. Una solución a este problema es el desarrollo e instalación de pequeñas plantas transformadoras y generadoras de energía térmica y eléctrica. Adicionalmente, teniendo en cuenta el problema actual medioambiental que generan las energías convencionales o fósiles, y de acuerdo a los lineamientos del desarrollo sostenible, se han venido promoviendo las energías renovables y/o no convencionales como son la solar térmica y fotovoltaica, el uso de la biomasa, la eólica, las pequeñas centrales hidroeléctricas, la de las olas, la de las mareas, la geotérmica, entre otras.

Uno de los mecanismos más sencillos y que tienen mayor proyección es el uso de la biomasa en sus diferentes formas. De ésta se pueden obtener combustibles sólidos, gaseosos y/o líquidos, y tomar como fuente de los mismos desde los desechos que se producen en los hogares hasta los denominados cultivos energéticos, pasando por el uso de residuos agroindustriales, material orgánico de efluentes, de industrias como la del papel, etc.



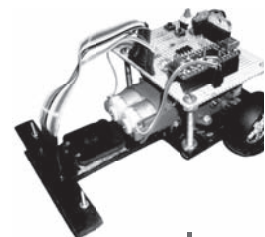
## 2. **Energía y desarrollo sostenible**

Por definición, el desarrollo sostenible busca la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida de la población, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento racional en su uso. Para el caso del sector rural, se requiere adicionalmente generar mecanismos productivos en áreas donde no necesariamente se tienen fuentes de energía implementadas, es por ello que se busca poder estar en concordancia con mecanismos que minimicen los impactos que se puedan generar en la zona. Es por ello que el uso de residuos agrícolas, energía solar, del viento u otras que se puedan implementar a pequeña escala son las que menos efectos nocivos generan. Cuando se piensa en la tecnología a implementar desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, lo primero a tener en cuenta es la población, cuáles son sus necesidades reales que permitan mejorar sus condiciones de vida sin que afecten sus tradiciones y cultura. En Colombia se tienen diferentes tipos de grupos sociales en las zonas rurales, como las comunidades indígenas, afro-descendientes y los campesinos; cada una tiene diferentes necesidades, por ello debe prevalecer el grupo social por encima del individuo como tal, al momento de definir las inversiones y desarrollo previsto para cada caso. De acuerdo a las metas planteadas, la tecnología seleccionada debe ser económicamente viable para que pueda considerarse, teniendo en cuenta los costos de oportunidad, subsidios, financiamiento. Actualmente se cuenta con una base tecnológica bastante grande para suministrar energía a diferentes escalas, sin embargo debe tenerse en cuenta el costo que representa cada una, esto a su vez depende de la ubicación geográfica. En zonas de alta radiación solar, se debe pensar en la instalación de

equipos térmicos solares o fotovoltaicos. Para el caso de lugares netamente agrícolas se puede pensar en el uso de residuos agrícolas o incluso cultivos energéticos. A su vez de acuerdo al tipo de siembra que se tengan en la zona se pueden utilizar diversos procesos como son la biodigestión, la gasificación la pirolisis o la combustión directa. En caso que se cuente con buena velocidad de viento se pueden colocar pequeños generadores o, bien instalar sistemas de bombeo directos. Hoy en día se evalúan métodos híbridos que permiten combinar diferentes fuentes de energía para incrementar la eficiencia del sistema.

Desde el punto de vista de la legislación aplicada, debe observarse la viabilidad que tiene un proyecto. Uno de los principales factores son los beneficios tributarios que se ofrecen en el país para la importación de equipos, subsidios para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, ayudas agrícolas y agroindustriales, entre otros.

Una vez se defina la incidencia de los parámetros mencionados, se evalúa la mejor tecnología a implementar para el área de estudio. Teniendo en cuenta que en el campo se requieren sistemas energéticos normalmente pequeños y aislados, debe pensarse que esa tecnología sea desarrollada en el país y que tenga respaldo permanente. En algunas ocasiones se incurre en serios problemas cuando se importa tecnología que requiere un manejo muy sofisticado y ante cualquier inconveniente, al no poderse solucionar el problema prontamente, esta queda abandonada, generando inconformismo y poca credibilidad de los beneficios entre los usuarios. Cabe anotar que las pequeñas poblaciones no tienen personal calificado para el manejo de los sistemas de transformación de energía, por lo que se debe pensar en instalar equipos que sean fáciles de comprender para poder cualificar a la misma población y que



ellos puedan hacer las reparaciones menores cuando sea necesario. Tecnologías que requieran bajo mantenimientos serían las adecuadas para

zonas de poca población, tal es el caso de los sistemas solares fotovoltaicos, biodigestores o sistemas eólicos. (Figura 1).



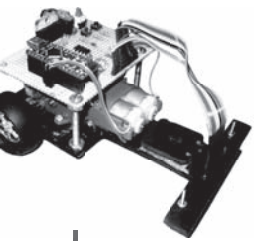
**Figura 1:** Factores de Uso de la Energía para el Desarrollo Sostenible.

Fuente: Adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

### 3. Fuentes de energía

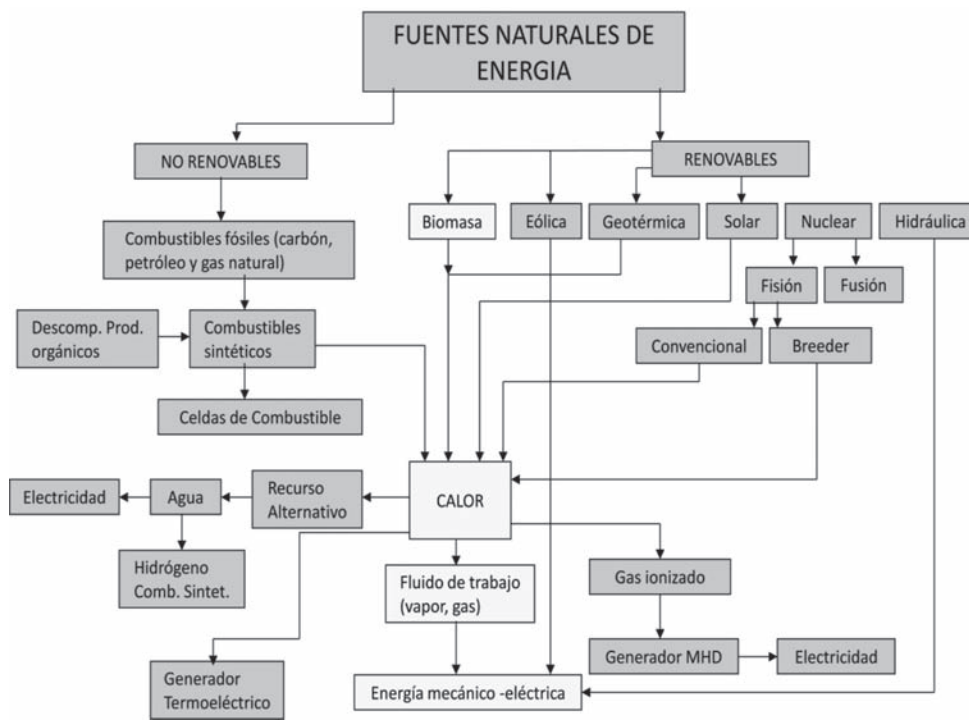
Las formas finales de uso de la energía las podemos clasificar en tres: mecánica, térmica y eléctrica. En general cuando se habla de energización del campo, se está hablando de electrificación. Ha de tenerse en cuenta que la aplicación de la energía para aumentar el valor agregado a los productos agrícolas en general, recurren al uso de energía térmica o mecánica, tal es el caso de los procesos de secado, refrigeración, pasteurización, purificación de agua entre otros. Desde el punto de vista mecánico, los sistemas de bombeo de agua, extracción de zumos, molienda, son los más empleados. La energía eléctrica se utiliza para iluminación, sistemas de empaque y accionamiento de motores eléctricos.

Diversas formas de energía se encuentran en la naturaleza, desde la antigüedad fueron utilizadas la madera, la solar térmica para secar productos cárnicos y harinas, la eólica para mover embarcaciones y agua para hacer funcionar pequeñas turbinas en trabajo mecánico, como es la molienda y bombeo de agua. Con el pasar del tiempo se encontraron otros recursos y se aprovecharon a mayor escala, teniendo en cuenta su densidad energética y la posibilidad de obtener altas temperaturas en procesos de combustión. Estos materiales son los denominados combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo con sus derivados y el gas natural. En las últimas décadas se observó el problema ambiental que presentan los mismos, debido al efecto invernadero que generan y su disponibilidad limitada, ya que en poco



tiempo estos van a agotarse, por ello son denominados recursos energéticos No Renovables. Desde el punto de vista del sector rural, no se tiene fácil acceso a ellos o es costoso su transporte hasta el sitio de uso final. En muchos de los casos, no se cuenta con la infraestructura necesaria para llevar estos combustibles a las zonas donde se requiere.

Hoy en día se debe dar una mirada a las fuentes renovables de energía, las cuales por su disponibilidad pueden utilizarse en cualquier lugar, ya que no existe un lugar en el planeta que no cuente, en mayor o menor medida con alguna de estas fuentes energética. (Figura 2)

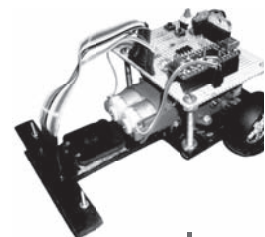


**Figura 2:** Factores de Uso de la Energía para el Desarrollo Sostenible.  
Fuente: Adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

#### 4. Disponibilidad de la energía

Las energías no renovables se impusieron desde su descubrimiento, debido a la alta densidad energética y capacidad de almacenamiento que poseen, si se compara con las fuentes renovables. Con el tiempo se ha diseñado y construido baterías de diferentes materiales, se ha investigado en el uso de fluidos para almacenar el calor proveniente de la energía solar, se han diseñado mecanismos para

acumular el agua y así poder combinar fuentes hidráulicas con energía del viento. Tal vez la biomasa es una de las mejores formas de almacenar energía, ya que cada vez que tenemos un cultivo, poseemos energía almacenada que luego se podrá convertir en un combustible líquido, sólido o gaseoso. Debe tenerse en cuenta que cuando no se usan los residuos agroindustriales en forma de energía, estos terminan descomponiéndose y generando contaminación a las aguas a través de la



formación de lixiviados, o al aire por la formación de gas metano. (Tabla 1).

<b>Almacenamiento ideal</b>	<b>Carbón</b>
	<b>Petróleo y gas</b>
	<b>Atómica</b>
<b>Almacenable</b>	<b>Solartérmica</b>
	<b>Geotérmica</b>
	<b>Biomasa</b>
	<b>Hidráulica</b>
<b>Fluctuante</b>	<b>Eólica</b>
	<b>Fotovoltaica</b>
	<b>Olas / Mareas</b>

**Tabla 1.** Clasificación de la energía de acuerdo a su almacenamiento.

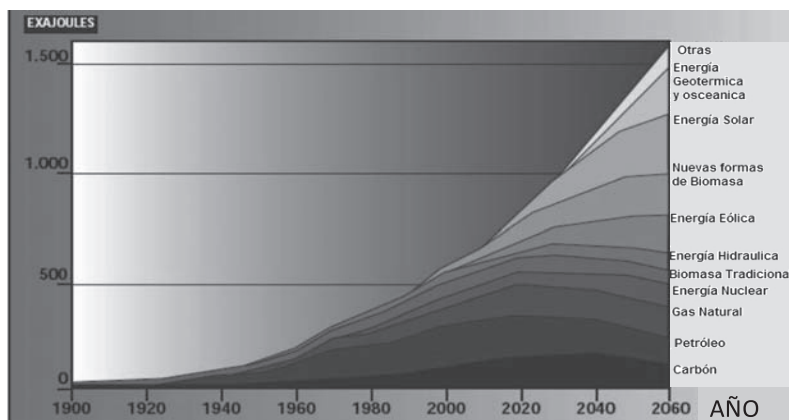
Fuente: adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

## 5. *Prospectiva de los requerimientos energéticos a nivel mundial*

En estudio realizado por la organización Shell (Figura 3) el uso de energéticos a nivel mundial, va a ser mayor, debido a los requerimientos de energía para satisfacer a la población mundial. Es por ello que se debe aumentar la toma de conciencia en la implementación de tecnologías que sustituyan los combustibles fósiles. Para el año 2060 se estima que alrededor del 70% de la energía usada en el mundo provendrá de las energías renovables y de esta alrededor del 25% producida de fuentes de biomasa.

## 6. *Areas requeridas por fuentes de energía*

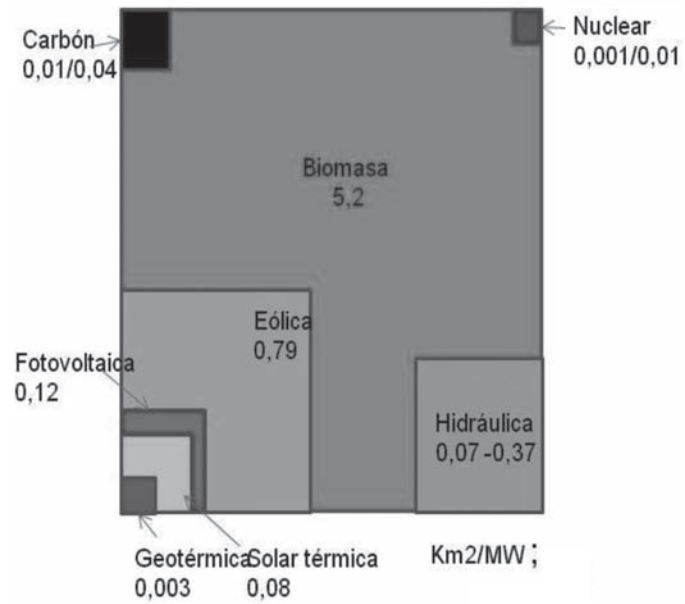
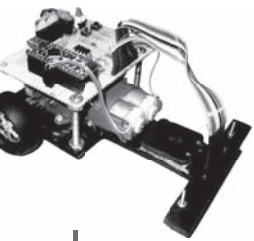
Si se observa el área requerida para producción de energía a partir de fuentes renovables, los cultivos energéticos están muy por encima de otras formas de energía, es por ello que se requiere aprovechar al máximo los residuos obtenidos de los diferentes cultivos, ya que se estaría pasando de un residuo a un subproducto. (Figura 4).



Fuente: Dr. Gerd Eisenbeiß, Perspektiven für die Welt von Morgen erneuerbaren Energien, Energie (2003)

**Figura 3:** Perspectivas de uso de energéticos a nivel mundial hasta el 2060.

Fuente (Eisenbeiss, 2006)



**Figura 4:** Diagrama de las 3reas en km<sup>2</sup>/Kw requeridas para la producci3n de energ3a el3ctrica a partir de diversas fuentes.

Fuente: UPME 2010

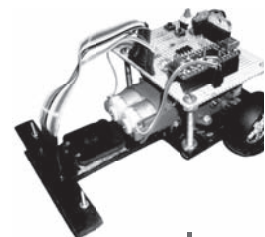
Teniendo en cuenta la biomasa residual, los residuos que se producen y que pueden ser utilizados como fuente de energ3a se listan en la siguiente tabla:

Fuente generadora de Biomasa	Tipo de residuo
Residuos forestales	Restos de aserr3n: corteza, astillas
	Restos de ebanister3a: aserr3n, trozos, astillas
	Restos de plantaciones: ramas, corteza, ra3ces
Residuos agropecuarios	C3scara , pulpa de frutas y vegetales
	C3scara y polvo de granos secos
	Esti3rcol
	Tallos, hojas, c3scaras, maleza, pastura
Residuos Agro - Industriales	Pulpa, c3scara de frutas y vegetales
	Residuos de procesamiento de carnes
	Aguas de lavado de carnes y vegetales
	Grasas y aceites vegetales
Residuos urbanos	Aguas negras
	Desechos dom3sticos org3nicos
	Basura org3nica

**Tabla 2.** Fuentes generadoras de Biomasa y Tipos de residuo.

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hern3ndez, 2011).





## 7. **Situación actual del sector rural en Colombia**

En Colombia alrededor del 26% de la población vive en áreas rurales (11.838.032 personas). Esto ha cambiado notoriamente desde hace 30 años cuando el 46 % de los colombianos vivían en estas zonas. El desplazamiento se ha debido a diversas circunstancias dentro de las cuales caben destacar las difíciles condiciones de orden público y la falta de oportunidades de esta población causadas por el abandono permanente y la falta de políticas de desarrollo del gobierno central.

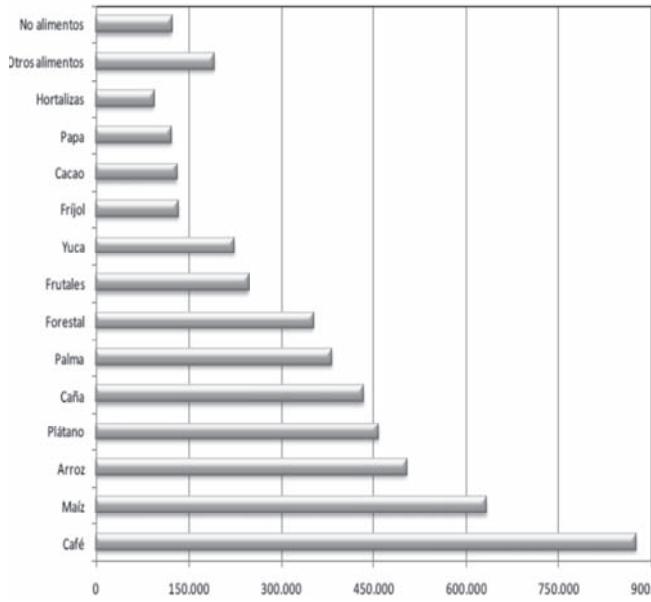
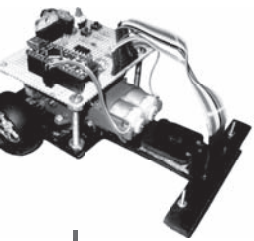
Actualmente de las 114 millones de hectáreas con que cuenta el país se considera que el 50,9% son de uso agropecuario. Diversos estudios elaborados tanto en Colombia como a nivel latinoamericano presentan información relacionada con la disponibilidad de tierras fértiles para el posible cultivo de energéticos o los cultivos de los cuales se puede disponer sus residuos como fuentes de energía. [ (FAO, 2002), (CEPAL, 2004), (Restrepo Salazar, 2010). Tabla 3.

Uso actual	Hectáreas (millones)	Distribución (%)
<b>AGROPECUARIA ESTIMADA</b>	<b>50,9</b>	<b>45%</b>
Agrícola	3,4	3%
Pecuaria	39,1	34%
Bosques no colonizados	7,2	6%
Otros usos agrícolas <sup>1</sup>	1,02	1%
<b>NO AGROPECUARIA</b>	<b>59,6</b>	<b>52%</b>
Bosques no colonizados	45,04	39%
Otros usos <sup>2</sup>	14,6	13%
<b>MARGINALMENTE CULTIVABLE*</b>	<b>3,5</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE</b>	<b>114,1</b>	<b>100%</b>

**Tabla 3.** Distribución territorial del Uso de la tierra en Colombia.  
Fuente: Dirección de política sectorial MADR 2010

Colombia se caracteriza por tener diversos climas debido a su variada orografía y por estar en la zona tórrida tiene la posibilidad de poseer cultivos a lo lar-

go de todo el año. Los cultivos generan residuos que varían desde el 50 al 75% de su peso original según el producto y el proceso que se le dé. (Figura 5)

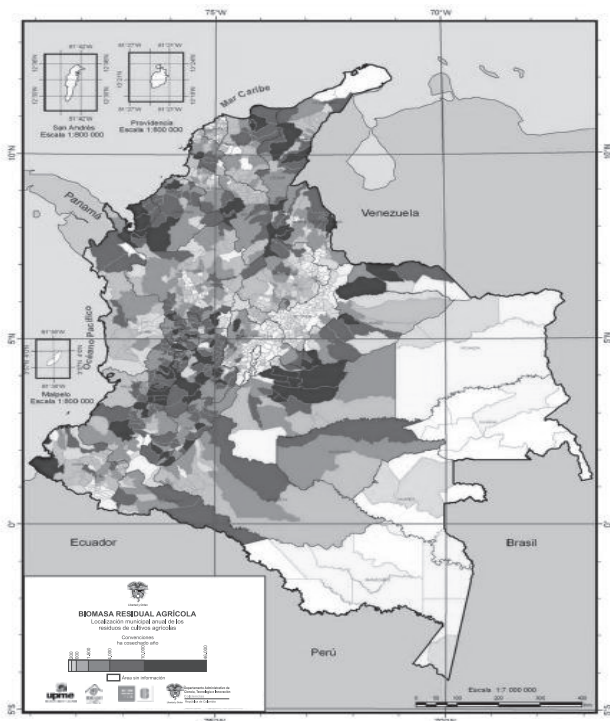


**Figura 5:** Principales productos de Colombia cultivados en hectáreas (Ha)

Fuente: Direcci3n de políti3ca sectorial MADR 2010

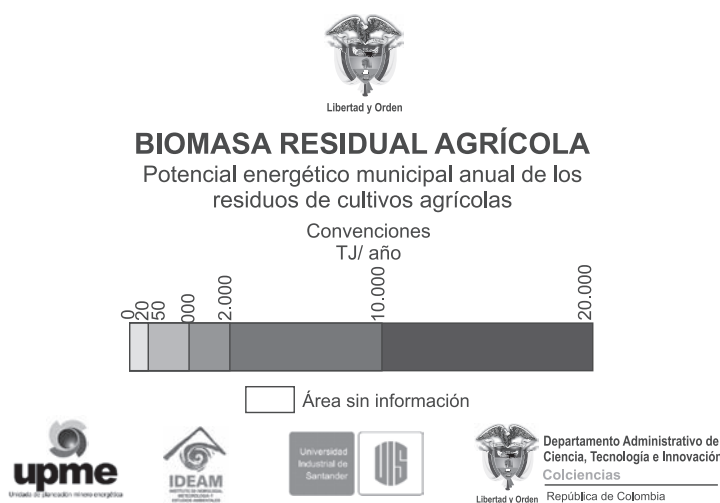
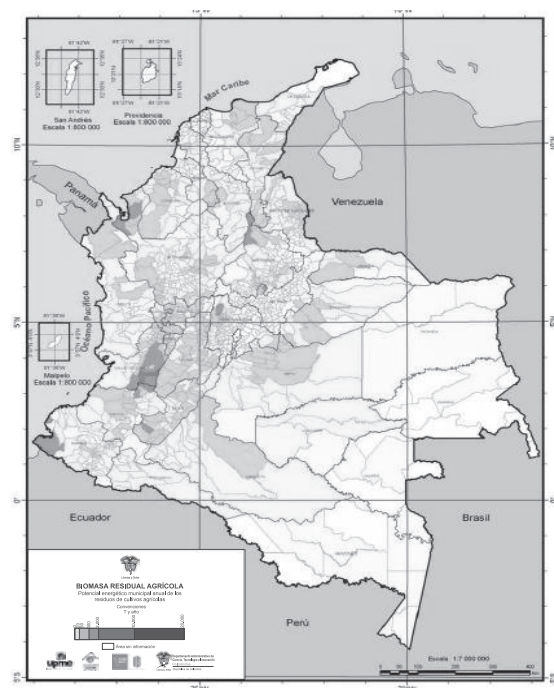
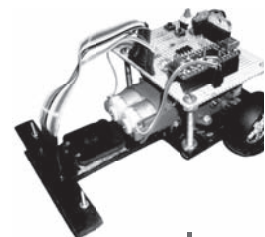
## 8. Biomasa residual en Colombia

En el a3o 2011 se public3 un estudio de La Unidad de Planeaci3n Minero Energética, UPME, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovaci3n, Colciencias y la Universidad Industrial de Santander (UIS), donde se presenta en detalle el potencial de los recursos energéticos provenientes de los residuos agropecuarios que se tiene en Colombia. En las figuras 6 y 7 se presenta el recurso en Hectáreas (Ha) cosechadas y en Terajoules (Tj), observándose la amplia distribuci3n a lo largo del país. Es importante resaltar que en este momento muy pocos de estos recursos están siendo utilizados teniendo un amplio potencial para desarrollar tecnologías que favorezcan al sector rural, no solo para brindar energía a los hogares sino para fortalecer una políti3ca de desarrollo agroindustrial.



**Figura 6:** Mapa de la Biomasa Residual Agrícola en Colombia en Hectáreas (Ha).

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011)



**Figura 7:** Mapa Mapa de la Biomasa Residual Agrícola en Colombia en Terajoules (Tj), Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011).

Colombia posee un alto grado de fertilidad en suelos y variados cultivos, que impulsan su potencial energético generado por los residuos agrícolas. En la Tabla 4 se observa los cultivos y su contribución energética.

### 9. Políticas relacionadas con el sector rural

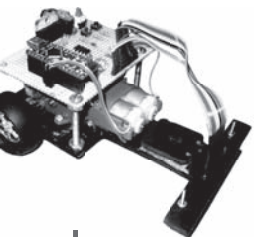
Adicional a las fuentes energéticas, se debe considerar las políticas que para fortalecer el campo tiene el gobierno. Desde el año 2001 con la promulgación de la ley 697 se tienen herramientas para implementar el uso de energía renovables.

La Ley 697/2001 en su artículo 1° establece “Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, para asegurar:

El abastecimiento energético pleno y oportuno, la **competitividad de la economía colombiana**, la protección al consumidor y la **promoción del uso de energías no convencionales** de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Crear **capacidades para el desarrollo tecnológico**, la innovación y la gestión del conocimiento en el sector productivo a fin de consolidar una cultura energética en el marco del desarrollo sostenible.

A su vez el Decreto 3683 de 2003 en su artículo 2 define “Se establece que las **Fuentes No Convencionales de Energía -FNCE** Son aquellas disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. ....Se consideran fuentes no convencionales de energía, entre otras, la solar, eólica, geotérmica, **energía proveniente de fuentes de bio-**



Cultivo	Producción <sup>1</sup> [t/año]	Tipo de residuo	Masa de residuo [t/año]	Potencial energético [TJ/año]
Palma de aceite	872.117	Cuesco	189.074	2.6237,44
		Fibra	546.381	6.778,89
		Raquis de palma	924.618	6.607,31
Caña de azúcar	2.615.251	Bagazo	7.008.873	76.871,65
		Hojas - Cogollo	8.525.718	41.707,22
Caña panelera	1.514.878	Bagazo	5.680.790	62.305,56
		Hojas - Cogollo	3.832.640	18.749,01
Café	942.327	Pulpa	2.008.192	7.206,79
		Cisco	193.460	3.338,57
		Tallos	2.849.596	38.561,52
Maíz	1.368.996	Rastrojo	1.278.642	12.573,18
		Tusa	369.629	3.845,88
		Capacho	288.858	4.383,73
Arroz	2.463.689	Tamo	5.789.669	20.699,41
		Cascarilla	492.738	7.136,53
Banano	1.878.194	Raquis de banano	1.878.194	806,31
		Vástago de banano	9.390.968	5.294,27
		Banano de rechazo	218.729	495,34
<b>TOTAL</b>	<b>14.974.807</b>		<b>71.943.813</b>	<b>331.645,71</b>

**Tabla 4.** Potencial energético por producto de residuos agrícolas en Colombia.

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011)

**masa**, pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, energía proveniente de los océanos”.

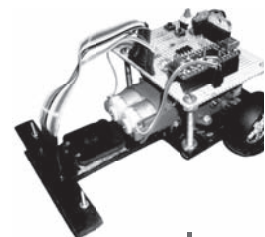
El actual gobierno en el **Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”**, establece “...reducir las desigualdades y ofrecer oportuni-

dades a cada uno de los colombianos...”. Para el gobierno del Presidente Juan Manuel Santos, el sector agropecuario es considerado uno de los cinco sectores de importancia estratégica en el desarrollo económico y social de Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2011), (Restrepo Salazar, Informe de rendición de cuentas Gestión 2010-2011, 2011).

En este momento se encuentra en desarrollo el **“Programa Desarrollo de las Oportunidades de Inversión y Capitalización de los Activos de las Microempresas Rurales – Oportunidades Rurales”**, financiado con un crédito externo del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola – FIDA –, por USD 32 millones para ser ejecutado entre 2007 y 2013 cuyo objetivo primordial es la **“Formación de productores en capacidad de producir competitivamente y articularse a los mercados”**.

Con la **LEY DE FORMALIZACIÓN Y GENERACIÓN DE EMPLEO (1429 DE 2010)**, se promueven mecanismos para incentivar la constitución de **nuevas empresas y la generación de empleos formales** en el sector agropecuario y rural. Dentro de los lineamientos de la ley se tiene el diseño y promoción de programas de microcrédito y crédito para empresas creadas por jóvenes menores de 28 años. “Apoyo técnico, financiero y de capacitación”.

Lo anterior, muestra que se tienen herramientas para generar un desarrollo agroindustrial más sólido pero esto implica que la población rural tenga acceso a fuentes adecuadas y de bajo costo de energía. Diversas instituciones, como son el Instituto para la Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no interconectadas, el Ministerio de Agricultura, la Unidad de Planeación Minero Energética, Colciencias, las Universidades, entre otras están adelantando programas para llevar la energía al campo.



## 10. Conclusiones

El desarrollo agroindustrial en Colombia requiere que se implementen sistemas de energía (adicional a la infraestructura propia para llevar a los grandes centros de consumo los productos procesados) para poder consolidar condiciones de bienestar a la población rural, esto ligado a capacitación de los jóvenes y programas de financiamiento.

Colombia cuenta con un potencial amplio en energías renovables y en especial del uso de biomasa residual, la cual está distribuida a lo largo y ancho del país y que actualmente no está siendo aprovechada.

El uso de biomasa residual como fuente de energía disminuye la contaminación a las aguas subterráneas y al aire generando bienestar y desarrollo local.

Se cuenta con diversas tecnologías para aplicar la transformación de residuos agropecuarios y productos útiles energéticamente convirtiéndolos en subproductos.

## 11. Bibliografía

CEPAL. (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe. Situaciones y propuestas políticas. CEPAL.

Eisenbeiss, G. (2006). Perspektiven fuer die Welt von Morgen erneuerbaren Energien. Energie .

FAO. (2002). Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe. México: FAO.

FAO. (2002). Estado de la información forestal en Colombia. Chile: FAO.

Mejía Barragán, F. (2011). Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Bogotá: Universidad Nacional- Tesis para optar al título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). Perspectivas agropecuarias primer semestre 2011. Recuperado el 23 de 05 de 2012, de [www.minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co).

Perfetti, J. (2009). Crisis y pobreza rural en América Latina: el caso Colombia. Santiago de Chile: Documento de trabajo No. 43 Programa Dinámicas Territoriales Rurales.

PNUD. (2011). Colombia rural, razones para la esperanza. en Informe Nacional de Desarrollo Humano. PNUD.

Prías Caicedo, O. (2010). Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales. Informe final. Bogotá: UPME.

Restrepo Salazar, J. (2011). Informe de rendición de cuentas Gestión 2010-2011. Bogotá: Ministerio de Agricultura.

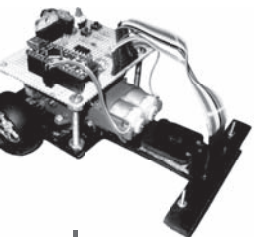
Restrepo Salazar, J. (2010). Una Política integral de tierras para Colombia. Bogotá.

Sánchez Steiner, L. (2008). Éxodos rurales y urbanización en Colombia. Bitácora No.13 , 13, 57-72.

Serrano Camacho, C. (2006). Alternativas de utilización de biogas de rellenos sanitarios en Colombia. Bogotá: Universidad de las Palmas, Trabajo de tesis para optar al título de Magister.

Sierra Vargas, F. E., Guerrero Fajardo, C., & Arango Gómez, J. (2007). Tecnologías para el aprovechamiento de biocombustibles. Bogotá: Unibiblos.





---

UPME. (2010). Eficiencia energética como medida de mitigación al cambio climático. Bogotá: UPME.

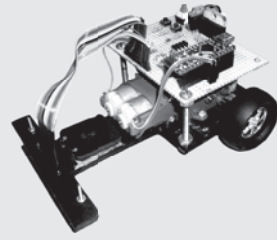
UPME. (2007). Las fuentes no convencionales de energía. Bogotá: UPME.

UPME. (2010). Proyección de la demanda de Energía en Colombia. Bogotá: UPME.

UPME, & Bariloche-BRP, C. (2007). Consultoría para la formulación estratégica del plan de uso racional de energía y de fuentes no convencionales de energía 2007-2025. Bogotá: UPME.

Zapata Lesmes, H., & Escalante Hernández, H. (2011). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Bogotá: UPME.





---

## Importancia del emprendimiento en el ámbito educativo

*Importance of entrepreneurship in education*

**Pablo Enrique Camargo Fonseca**

# Importancia del emprendimiento en el ámbito educativo

**Pablo Enrique Camargo Fonseca\***



## Importance of entrepreneurship in education

### **Resumen**

Éste artículo destaca la importancia del emprendimiento en el proceso educativo, desde la perspectiva de las habilidades y competencias que los futuros egresados deben tener para consolidar su proyecto de vida. Se comenta la legislación colombiana que regula, promueve, crea organismos coadyuvantes como apoyo al emprendimiento y se analizan la importancia del emprendimiento en contribución al desarrollo económico de Bogotá.

**Palabras clave:** *Emprendimiento, Competencias, Innovación, Legislación.*

### **Abstract**

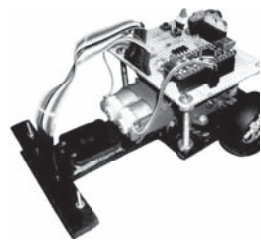
This article highlights the importance of entrepreneurship in the educational process, from the perspective of the skills and competencies that future graduates should have to consolidate their life project. It says Colombian legislation that regulates, promotes, aids agencies make as support entrepreneurship and discusses the importance of entrepreneurship in contributing to economic development in Bogotá.

**Key words:** *Entrepreneurship, competition, innovation, legislation.*

Fecha de recepción: Mayo 10 de 2012

Fecha de aprobación: : Junio 13 de 2012

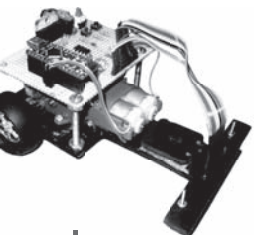
\* Economista, Gerente y Asesor empresarial en el área Administrativa y económica, Profesor y Coordinador en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Profesor Universidades Los Libertadores y Cooperativa de Colombia. Correo electrónico [pcamargof@yahoo.es](mailto:pcamargof@yahoo.es)



## 1. Introducción

En el siglo XXI, el emprendimiento es considerado uno de los temas importantes en el desarrollo de la función profesional de un egresado, puesto que esta actividad, se convierte en aspecto primordial para el adelanto y madurez de todo hombre que desee avanzar e influir positivamente en la transformación de su entorno y a la vez mejorar su bienestar socio económico.

Este texto presenta la información para comprender que el emprendimiento es una actividad necesaria, que influye todas las dimensiones humanas, siendo más relevantes en la psicológica, económica y social. Se hace un análisis de la legislación que la regula.

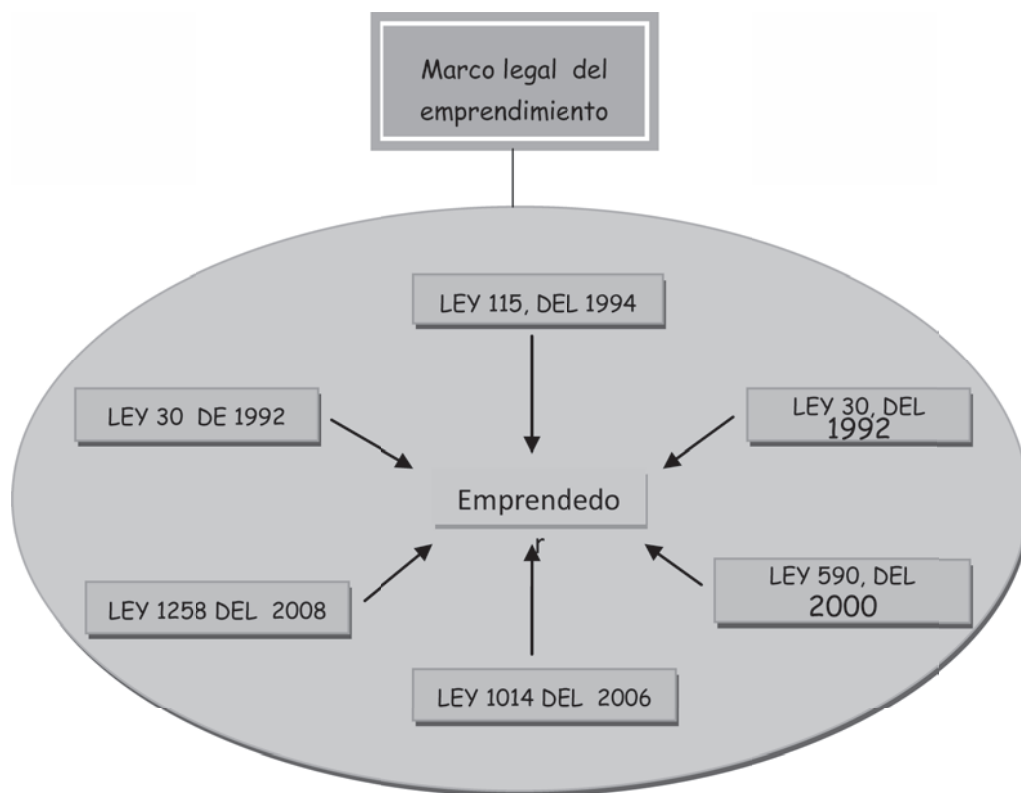


## 2. Legislación colombiana sobre Emprendimiento

El emprendimiento debe ser tomado como una manifestación de independencia, iniciativa y creatividad, expresiones que se encaminan al libre desarrollo de la personalidad, aspecto fundamental consagrado en la Constitución Política de Colombia (CPN), y con las cuales en el entorno económico y social se puede interactuar con mayor seguridad en

las decisiones que le permitan dar continuidad a su plan de vida.

Es necesario conocer las leyes más importantes que regulan y organizan el emprendimiento, las cuales estimulan esta actividad ofreciendo asesorías oficiales gratuitas, facilidades financieras y posibilidades de créditos. Algunas de estas son: (Ver figura 1)

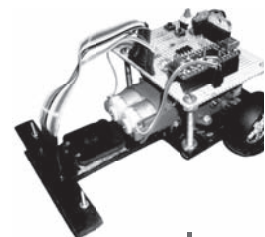


**Figura 1:** Marco legal del emprendimiento.  
Fuente : el autor.

### *Ley 30 de Educación Superior*

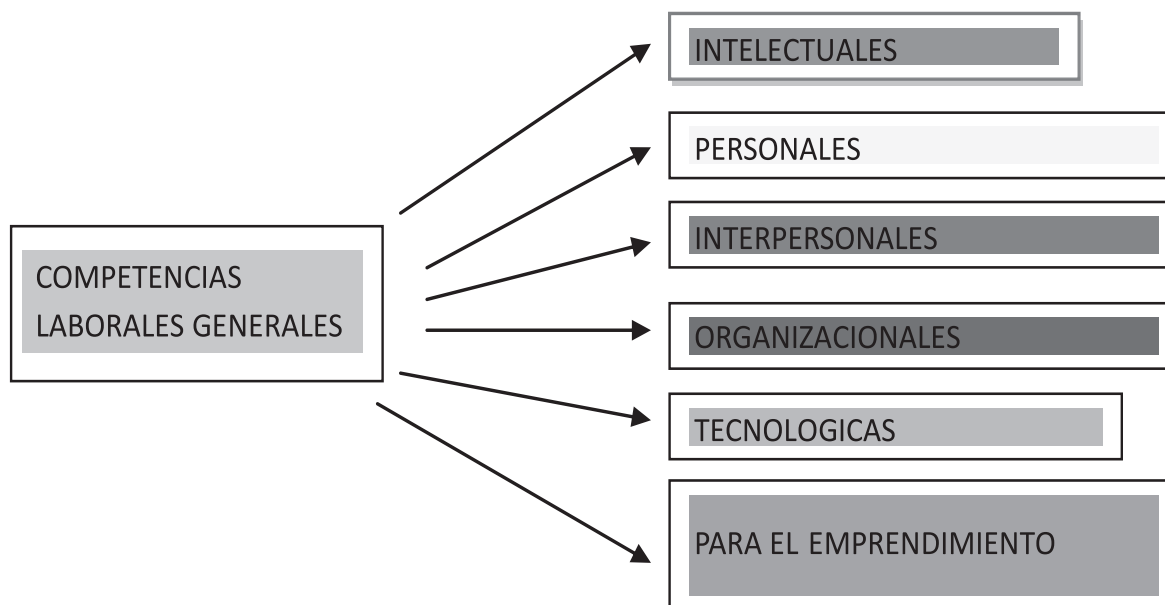
Esta norma regula el servicio público de la Educación Superior, y explica cómo impartir en los estudiantes una educación con espíritu reflexivo, con el objeto de establecer una autonomía personal, es

decir, incentivarlos para que sean independientes, creativos, responsables, y otras cualidades a tener en cuenta por profesores y estudiantes, ejerciendo así el derecho a la libertad de aplicación en la investigación de las nuevas ideas que fortalezcan el conocimiento. (Ley 30, 1992). El Ministerio de Educa-



ción Nacional (MEN), estableció cómo articular la Educación con el mundo Productivo, desarrollando los parámetros de las “Competencias Laborales Generales” necesarias a implementar en las instituciones de enseñanza, para aplicar en el contexto nacional. (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

De esta manera clasificó las competencias de forma precisa, distribuyéndolas según el contexto en que se desempeña el emprendedor en intelectuales, personales, interpersonales, organizacionales, tecnológicas y de emprendimiento (Ver figura 2).



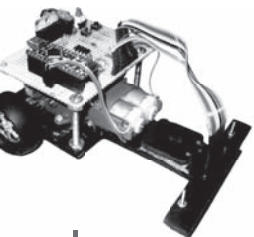
**Figura 2:** Clasificación de las competencias laborales

### ***Ley 115 General de la Educación***

Explica los fines de la educación y establece el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica, que permitan el avance de los conocimientos científicos y tecnológicos orientados a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, para la resolución de problemas que estimulen el progreso social y económico. (Ley 115 artículo 6). Es decir, se quiere que el estudiante comprenda la necesidad de planear su proyecto de vida, mediante la utilización de sus propias variables, aplicando herramientas como la Matriz DOFA (Parra, 2009), que le permitan analizar de manera estratégica las posibles acciones y la factibilidad de crear sus nuevos proyectos.

### ***Ley 590 de promoción de micros, pequeñas, y medianas empresas***

Esta legislación organiza el Sistema Nacional de Mipymes “SNM” adscrito al Ministerio de Comercio Industria y Turismo, el cual está conformado por los Consejos Regionales y Zonales que se encargan del fomento, formulación de programas y políticas encaminadas a mejorar el componente tecnológico y productivo. Su importancia radica en que establece los estamentos de consulta y asesoramiento que los emprendedores deben tener en cuenta de manera permanente para el desarrollo de estas iniciativas.



### ***Ley 1014 de fomento a la cultura del emprendimiento***

Busca establecer los objetivos y principios generales del emprendimiento en Colombia, explicando cómo comprender el necesario vínculo entre la Producción y el Sistema Educativo Nacional a todos los niveles de la educación básica y superior, teniendo en cuenta que se promueva la formación acorde con las necesidades del momento actual y según las condiciones propias de cada región. (Ley 1014, 2006)

También muestra la necesidad que se tiene en la población estudiantil de formarle en las competencias básicas, laborales, ciudadanas y empresariales, creando la cátedra empresarial como un asignatura específica de formación académica dentro de los programas curriculares. Esta Ley incluye un listado de todas las organizaciones públicas y privadas que deben participar en esta meta institucional y declara de carácter obligatorio ofrecer estos conocimientos de acuerdo con el

Proyecto Educativo Institucional de cada establecimiento educativo. (Ley 1014, 2006. Artículo 13)

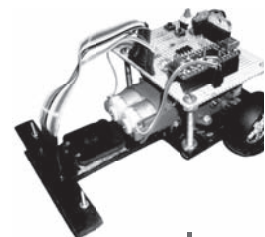
### ***Ley de creación la Sociedad por Acciones Simplificada N 1258***

Esta norma busca facilitar la constitución de una sociedad disminuyendo los documentos, requisitos, compromisos y las obligaciones tributarias, consintiendo su funcionamiento como una Sociedad Anónima, pero se exceptúa la posibilidad de inscribirse en la Bolsa de Valores. (Ley 1258, 2008 Art 4°). Además, facilita la conformación orgánica de esta sociedad, establece constitución con un solo socio accionario, siendo éste uno de los argumentos que permiten al emprendedor el inicio legal de su propio negocio y acceder a los beneficios que el comercio de capitales le brinda.

### ***3. El Emprendimiento en Bogotá***

El Monitor Global de Emprendimiento (GEM, por sus siglas en inglés), es un programa que califica la activi-





dad emprendedora de cada país. Para Colombia, específicamente en Bogotá durante el 2010, se observa la conformación de 54.304 empresas nuevas y un total de 256.661 registradas en la Cámara de Comercio

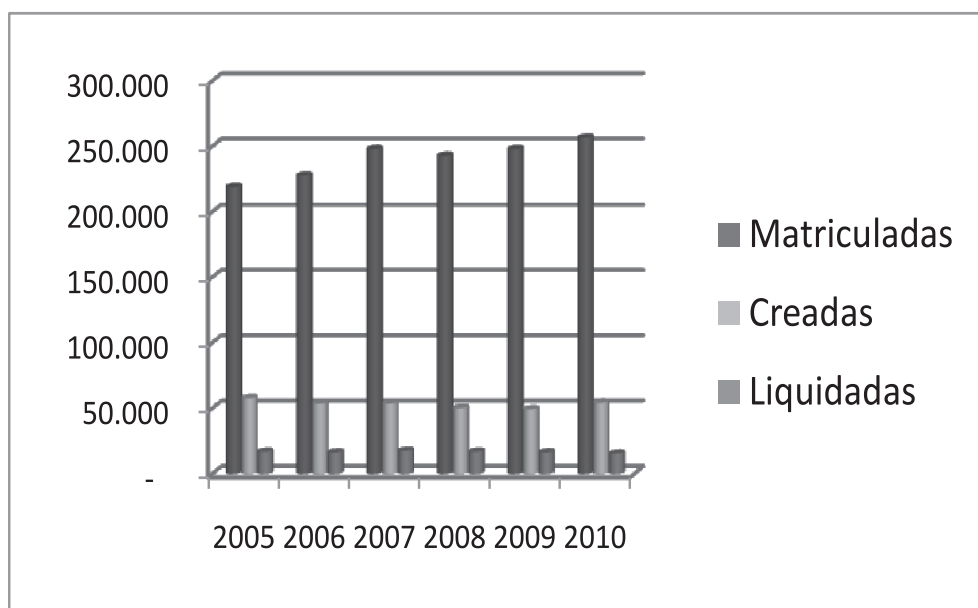
de Bogotá con funcionamiento vigente. (GEM, 2011). Esto muestra parte del dinamismo empresarial en la Capital el cual se constata en la tabla 1. Se observa que tan solo el 7.7 %, es decir 15.517de

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Matriculadas	219.140	227.872	248.061	242.924	247.949	256.661
Creadas	57.802	53.608	53.539	50.293	49.380	54.304
Liquidadas	16.870	16.260	17.567	16.909	16.425	15.517

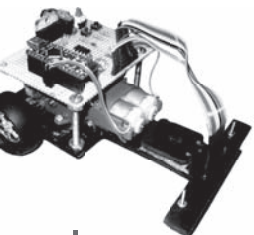
**Tabla 1.** Comportamiento empresarial de Bogotá entre 2005 y 2010).  
Fuente: GEM (2011): 27

las empresas creadas en Bogotá, son canceladas o liquidadas (p, 22), lo cual se constituye en promedio aproximado durante los últimos cinco años. Esto muestra que más del 70% de las empresas creadas por año, entran a remplazar aquellas que por diversos motivos no continúan, aspecto alenta-

dor, ya que más del 93% están contribuyendo en el PIB de Bogotá, valor que en la actualidad es de USD 40.922 millones (p. 20), permitiéndole ubicarse en el octavo lugar a nivel Latinoamericano (p, 21), lo que demuestra el éxito al mantenerse activas 37.787 empresas nuevas. (Ver Gráfica 1)



**Grafica 1:** Comportamiento empresas creadas en Bogotá. Adaptada de GEM (2011)



El estudio del GEM (2011) expresa el resultado del emprendimiento general así: “Después de Buenos Aires, Sao Paulo y Ciudad de México, Bogotá es la cuarta ciudad en número de empresas globales (57), lo cual corrobora los avances en su nivel de atracción para la localización de empresas, que se sustentan en el tamaño del mercado y de su población, la estructura productiva más diversificada con predominio de las actividades de servicios y en tener la plataforma empresarial más importante de Colombia,

con más de 256.000 empresas de las cuales cerca de 1.204 tienen inversión extranjera.” (GEM, 2011):21).

Lo anterior indica que en el Mundo es indudable la importancia que le dan otros países a incentivar el crecimiento de las condiciones internas en la generación de nuevas empresas. En la Tabla 2 se observa que entre los años 2009 y 2011 aumentó la población colombiana con percepción de comenzar empresa.

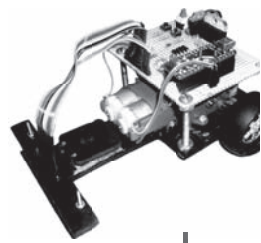
Posición internacional	País	% de Población que cree en las posibilidades para comenzar empresa 2010 - 2011	Posición según importancia de este escrito	% de Población que cree en las posibilidades para comenzar empresa 2009- 2010
1	Zambia	81,4	1	
2	Uganda	80,4	2	73,8
3	Arabia Saudita	75,8	3	69,5
4	Ghana	75,7	4	
58	Perú	71,4	5	61
10	Colombia	68,2	6	50,3
12	Bogotá	66,2	7	49,1
50	Chile	65,1	8	52,1
42	Argentina	50,4	9	44
38	Brasil	48,1	10	47
	América Latina	60,5		49

**Tabla 2.** Porcentaje de la población que piensa que en el país hay buenas oportunidades para iniciar una nueva empresa. Adaptada de GEM (2011), [8], (pág. 34).

#### 4. **Federación Nacional de Cafeteros: un ejemplo de emprendimiento e innovación**

Las empresas manufactureras o productoras de bienes y servicios interesadas en el desarrollo de

la innovación, impulsan la industria transformativa e incentivan los procesos en línea, haciéndolas evolucionar gracias a la fabricación a gran escala, la creación de nuevo conocimiento o mejora a los procesos existentes.



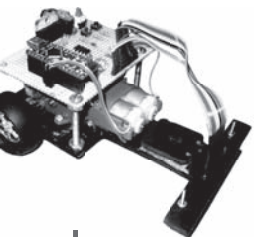
Este pequeño productor genera ideas que dan un valor agregado al resultado final y así beneficiar al cliente con calidad y excelente servicio, todo con miras a cautivar nuevos compradores, quienes aumentarán los ingresos de la empresa para nuevamente reinvertirlos en el producto e iniciar el ciclo de mejora del proceso en línea, lo cual redundará en bienestar, comodidad y en consecuencia aumento de sus ganancias.

La Federación Nacional de Cafeteros, empresa colombiana consolidada en el mundo, es un ejemplo claro de innovación, la cual mediante investigaciones permanentes desarrolló el primer café Liofilizado en el mundo, denominado “Buendía”. (Ver foto 1) Gracias al manejo de procesos administrativos con seriedad se ha ido desarrollando cada vez más esta industria con persistencia y creatividad. (FNC, 2012)

## LA EMPRESA DEBE DAR RESPUESTA EFECTIVA A:



**SUS CLIENTES**



## 5. Conclusiones

Las Universidades juegan un papel fundamental en el estímulo de los procesos de enseñanza e investigación del emprendimiento, con los cuales se busca crear una nueva generación de estudiantes que apliquen de manera integral las competencias aprendidas para mejorar su desempeño en los distintos espacios de su proyecto de vida.

La Legislación colombiana sobre emprendimiento proporciona bases fundamentales para la conformación de proyectos empresariales, y a su vez fomenta el desarrollo de iniciativas que impulsan la economía del país, al establecer que la formación debe dirigirse hacia la reflexión y consolidación de autonomía personal, el desarrollo de competencias intelectuales, personales, interpersonales, organizacionales, tecnológicas y de emprendimiento.

De igual manera, se establecen una serie de organizaciones que le permiten al nuevo emprendedor el fomento, formulación de programas y políticas encaminadas a mejorar el componente tecnológico y productivo, al punto de establecer los parámetros para la creación de la “cátedra de emprendimiento” durante todo el proceso de formación.

El fortalecimiento del estudio de las competencias necesarias para emprender, se convierte en una tarea institucional y personal, que se debe tener en cuenta para beneficio del país.

La Innovación es fuente de creatividad en el desarrollo de las empresas que materialicen las ideas renovadoras de la Técnica y Tecnología en todas las ramas industriales y que en últimas, favorezca al cliente con mejores productos, económicos y con excelente bienestar.

## 6. Bibliografía

Constitución Política de Colombia (1991), artículo 16, página 3, recuperado mayo 4 de 2012 de: <http://www.bibliotecasvirtuales.com/biblioteca/Constituciones/Colombiana/titulo2.asp>

FNC Federación Nacional de Cafeteros, (2012) “Línea del tiempo 80 años”, recuperado Mayo 1 de 2012 de: <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Linea80.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros, (2012). “Nuestra historia”, Recuperado 1 de Mayo 2012 de: [http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes\\_somos/nuestra\\_historia/](http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/nuestra_historia/)

Ley de fomento a la cultura del emprendimiento N°1014, (2006, 26 de enero). Superintendencia de Notariado y Registro, recuperado Mayo 1 de 2012 de: [http://www.supernotariado.gov.co/supernotariado/index.php?option=com\\_content&view=article&id=416%3Aley-1014-2006&catid=239%3Anotariado-leyes-2006&lang=es](http://www.supernotariado.gov.co/supernotariado/index.php?option=com_content&view=article&id=416%3Aley-1014-2006&catid=239%3Anotariado-leyes-2006&lang=es)

Ley 590 de promoción del desarrollo de las micros, pequeñas, y medianas empresas (2000, 10 de Julio 10) Congreso de la República de Colombia Recuperado Mayo 1 de 2012: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley\\_0590\\_2000.html#1](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0590_2000.html#1)

Ley de creación de sociedad por Acciones Simplificada N° 1258 (2008, 5 Diciembre) Congreso de la República de Colombia, recuperado el 4 de Mayo de 2012 de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2008/ley\\_1258\\_2008.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2008/ley_1258_2008.html)  
Ley de Educación Superior N° 30, (1992, 28 di-

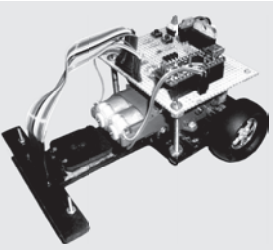
ciembre) Ministerio de Educación Nacional recuperado mayo 1 de 2012 de <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-86437.html>

Ley General de la Educación N° 115 (1994, 8 Febrero), Congreso de la República de Colombia recuperado el 1 de Mayo 2012 de: <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-85906.html>

Ministerio de Educación Nacional, (2010) “Articulación de la Educación con el mundo Productivo, Competencias Laborales Generales, Serie Guías N°21 Recuperado 1 de Mayo 2012 de: [http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-106706\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-106706_archivo_pdf.pdf)

Monitor Global de Emprendimiento GEM, (2011). Reporte Anual de Bogotá 2010 a 2011. Bogotá Col. Industrias Gráficas Darbel S.A. Recuperado en Mayo 1 de 2012, de: [http://camara.ccb.org.co/documentos/8993\\_informe\\_emprendimiento\\_gem\\_2010\\_2011.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/8993_informe_emprendimiento_gem_2010_2011.pdf) (p. 21 y 22)

Parra, J. (2009), (2010). “La Matriz DOFA”, Curso planeación estratégica Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá recuperado 1 Mayo 2012 de: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc2\\_3.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc2_3.htm)



---

# Tecnologías de la información y la comunicación

TIC



---

## **Videojuegos: Avances tecnológicos en aplicación de física e inteligencia artificial**

*Video: Technological advances in application  
physics and artificial intelligence*

**Edier José Bernal Rozo  
Renso Cardona Montoya  
Docente Jaime Páez**



---

## **Introducción al desarrollo para Android**

*Introduction to development for Android*

**Grupo K-Demy**





# Videojuegos: Avances tecnológicos en aplicación de física e inteligencia artificial

**Edier José Bernal Rozo\***  
**Renso Cardona Montoya\*\***  
**Docente Jaime Páez\*\*\***

A strategy to be implemented in physical and artificial intelligence

## **Resumen**

La industria de los videojuegos ha evolucionado a pasos agigantados desde su origen en la década de los cincuenta hasta la actualidad gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías que permitieron pasar de un simple juego de dos dimensiones sin objetivo ni final hasta el punto de recrear pequeños mundos imaginarios que aplican una serie de conocimientos en física, matemáticas, inteligencia artificial, programación, y entornos de desarrollo como XNA. Este texto presenta los tipos de videojuegos, su historia, programación necesaria y la aplicación práctica desde la física y la inteligencia artificial.

**Palabras clave:** : *Videojuegos, programación, física, inteligencia artificial, XNA.*

## **Abstract**

The video game industry has evolved rapidly since its beginnings (from the fifties to the present). All this, thanks to the development of new technologies which allow the games pass from a dimensional simple one and without any purpose to the intention of entertain with small and imaginary worlds. These games contain a range of knowledge in physics, mathematics, artificial intelligence, programming and development environments such as XNA. This paper presents the types of video games, their history, the required programming and their application from physics and the artificial intelligence.

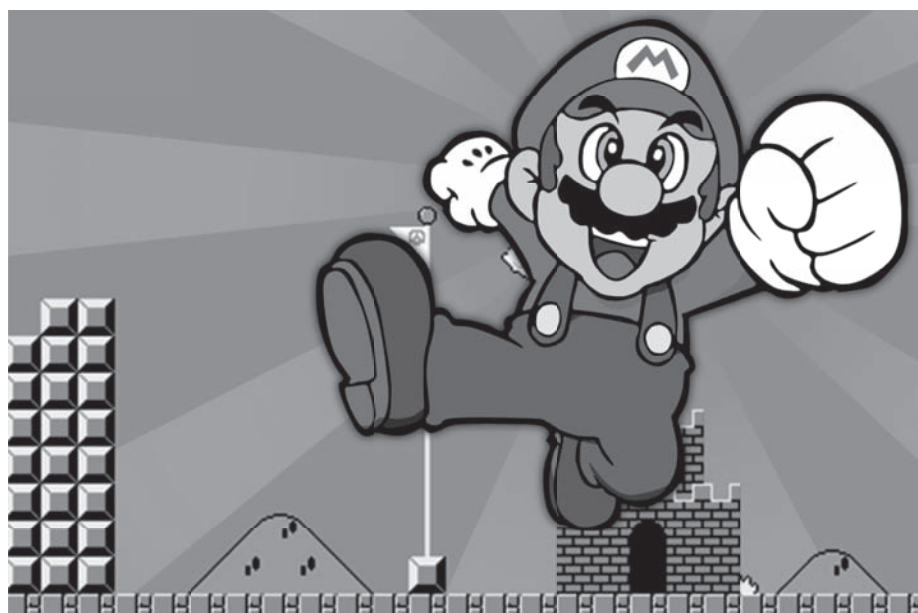
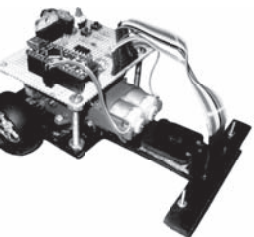
**Key words:** *Video games, programming, physics, artificial intelligence, XNA.*

---

\* Estudiante de Técnica profesional en Computación de la ETITC. Integrante Semillero de investigación Focus Lux del Grupo Virtus email: edier\_9112@hotmail.com.

\*\* Estudiante de Técnica profesional en Computación de la ETITC. Integrante Semillero de investigación Focus Lux del Grupo Virtus email: rencar91@hotmail.com.

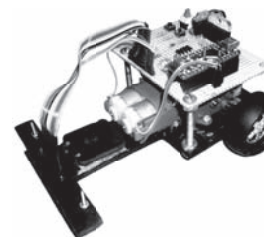
\*\*\* Magister en Educación, Director Semillero de investigación Focus Lux del Grupo Virtus de la Institución ETITC email: jpaezp@hotmail.com



## 1. Introducción

Este artículo es el resultado de la participación en el semillero de investigación Focus Lux del grupo Virtus de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, como un ejercicio de revisión bibliográfica en el proceso de investigación formativa.

El documento explica los tipos de videojuegos, su reseña histórica, también explica programación y estructura básica, posteriormente, los componentes necesarios para el desarrollo de un buen videojuego como lo son la física, matemática e inteligencia artificial y finaliza con la descripción del XNA como una herramienta que permite la elaboración de videojuegos.



## 2. Los videojuegos y sus tipos

Los Videojuegos o Juegos de Video, “son programas informáticos diseñados para el entretenimiento y la diversión que se pueden utilizar a través de varios soportes como las videoconsolas, los ordenadores o los teléfonos móviles” (Gil & Mombiela, 2007, p.11) y se clasifican generalmente en siete categorías, que van desde la estrategia, simulación, aventuras, rol, arcade, deportivos y shot'm up (juegos de disparos), los cuales se describen a continuación.

### *Estrategia*

Coordinan acciones y actúan con el fin de conseguir una finalidad específica, ofrecen al usuario la posibilidad de aumentar su habilidad para completar el objetivo más rápido, con menor esfuerzo y la mayoría permiten manejar más de un personaje. Algunos son Ground Control, Age of Mythology, Strong Hold. (IndiceLatino.com).

### *Simulación*

Se caracterizan por envolver al usuario en un mundo en el que se simulan acciones como pilotar aviones, o conducir autos. A través del tiempo se ha conseguido dar más realismo aunque conllevan una gran dedicación de tiempo para su desarrollo. Los más conocidos son: Flight Simulator 7 y Fórmula 1. (Eduotec.rediris.es).

### *Aventuras*

Este tipo desarrolla una historia, en la cual el jugador debe ir encontrando pistas para descubrir misterios, sus guiones, diálogos deben estar bien estructurados para mantener la atención y el interés del usuario. Los más conocidos son: Broken Sword, The Longest Journey y Monkey Island. (IndiceLatino.com).

### *Rol*

Consiste en crear un personaje con unas determinadas características y habilidades, a medida que se va jugando este se desarrolla de acuerdo a las decisiones tomadas. No se tiene un objetivo específico, sino que se elige de acuerdo a como avanza el entorno, se encuentran por ejemplo: Diablo 2, Baldur's Gate y Dofus. (Eduotec.rediris.es).

### *Arcade*

Permiten al usuario recorrer distintos escenarios donde aumentan su nivel de dificultad cada vez que termina una misión. La rapidez y la destreza del jugador son su elemento más importante, incluso más que la propia estrategia. Se conocen en este grupo Arkanoid, Rayman y Prince of Persia (Eduotec.rediris.es).

### *Deportivos*

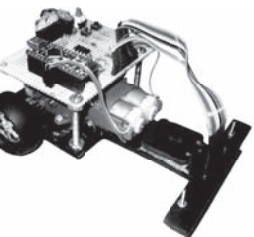
Está dedicado a simular deportes, requieren cierta habilidad, rapidez y precisión para dominarlo, entre mayor sea el número de participantes el juego es más entretenido. Con el paso del tiempo se ha mejorado el aspecto gráfico y creando una sensación más realista. Ejemplos: FIFA 2011, Virtual Tennis y NBA 2011. (Arija Gil, p.28).

### *Shot'm up*

Presenta un contenido bastante violento, en el que las armas son la pieza fundamental, por lo general el entorno en el que se desarrolla es tridimensional. En este tipo se conocen: Doom, Halo, Heretic, Quake y Unreal. (Eduotec.rediris.es).

## 3. Historia de los videojuegos

La historia de los videojuegos se originó en la década de los cincuenta y han evolucionado progre-

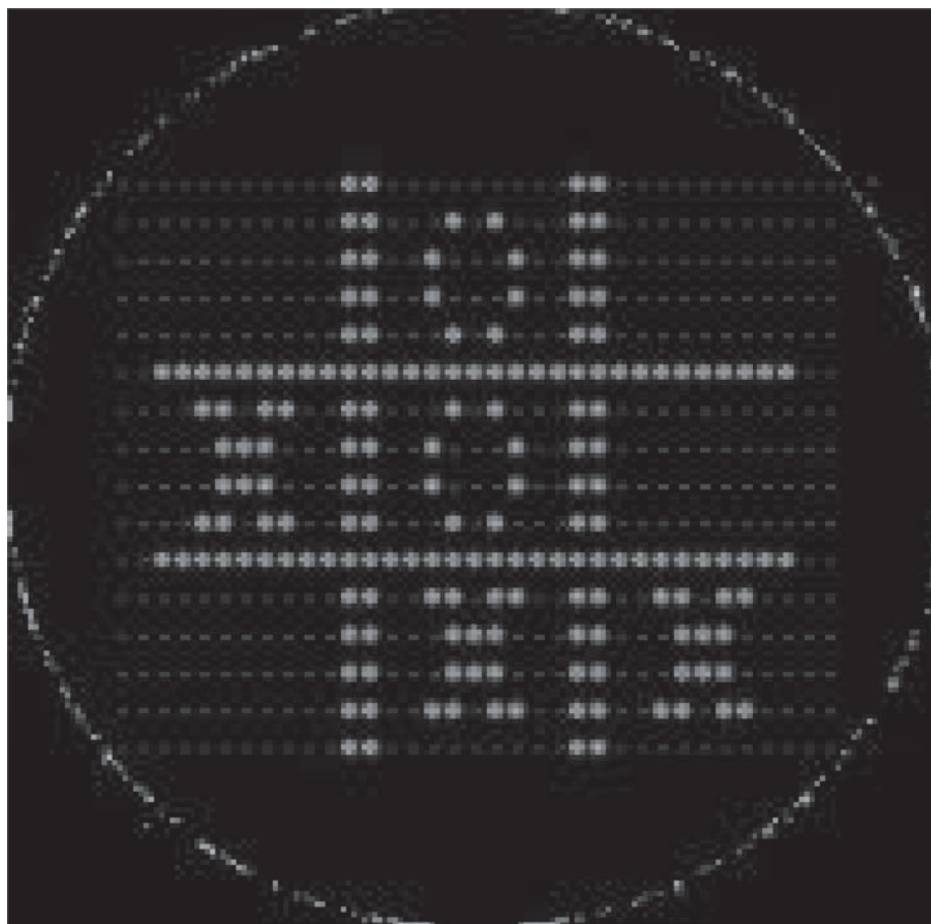


sivamente adquiriendo un desarrollo más realista, teniendo en cuenta que las primeras versiones asumían un único objetivo y entorno gráfico sencillo inspirado en los dibujos animados de dos dimensiones (2D) debido al bajo procesamiento de las máquinas, resolución de las tarjetas de video y difícil programación. Con el paso del tiempo se fue mejorando el hardware, en especial las tarjetas de video como: ati radeon y geforce que cuentan con memoria RAM propia para el procesamiento de video de 1 GB DDR3, lo cual permitió crear videojuegos más realistas basados en sistemas de tres dimensiones (3D), en la actualidad se trata de implementar hologramas para lograr juegos más realistas.

A continuación se presentan los acontecimientos más importantes de la historia de los videojuegos.

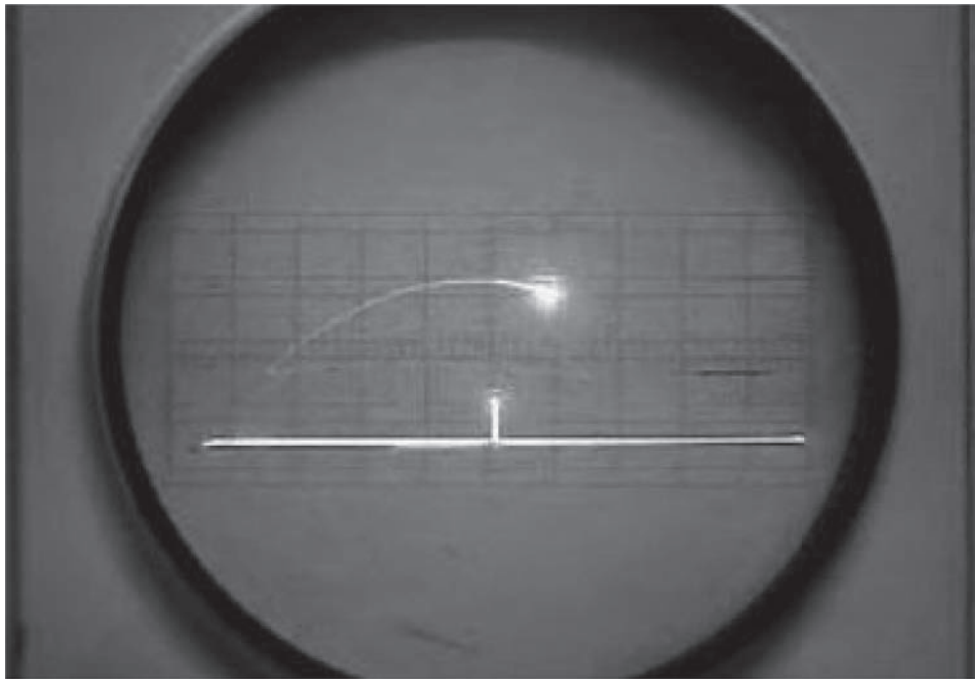
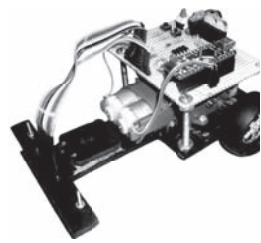
### *Década de los cincuenta*

En esta década surgieron videojuegos como OXO desarrollado por Alexander S. Douglas que consistía en una versión computarizada del tres en raya (Ver figura 1). (Fib.upc.edu). Luego William Higginbotham creó Tennis for Two (tenis para dos) un simulador de tenis de mesa, convirtiéndose en el primero en permitir la interacción entre dos humanos con una máquina (Ver figura 2). (Fib.upc.edu)



**Figura 1:** Videojuego (OXO)

Fuente: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>



**Figura 2:** Videojuego Pong

Fuente: <http://www.fashion-dress-pictures.com/wp-content/uploads/2011/4/30/the-first-video-game-tennis-for-twoee.jpg>

### *Década de los sesenta*

Steve Russell desarrolló el SpaceWar, cada jugador manejaba una nave espacial e intentaba dispararle a otra, además había en la pantalla una estrella cuya gravedad atraía a las naves hasta destruirlas si las alcanzaba (Ver figura 3). (Historia-videojuegos.galeon.com).

### *Década de los setenta*

Ralph Baer, Albert Marcan y Ted Dabney desarrollaron un proyecto llamado Fox and Hounds dando inicio al videojuego doméstico al crear una de las primeras videoconsolas que se conectaban a la televisión. (Ver figura 4). Nolan Bushnell comenzó a comercializar Computer Space, una versión del videojuego Space War. Se implantaron numerosos avances técnicos como los microprocesadores y chips de memoria y aparecieron en los salones re-

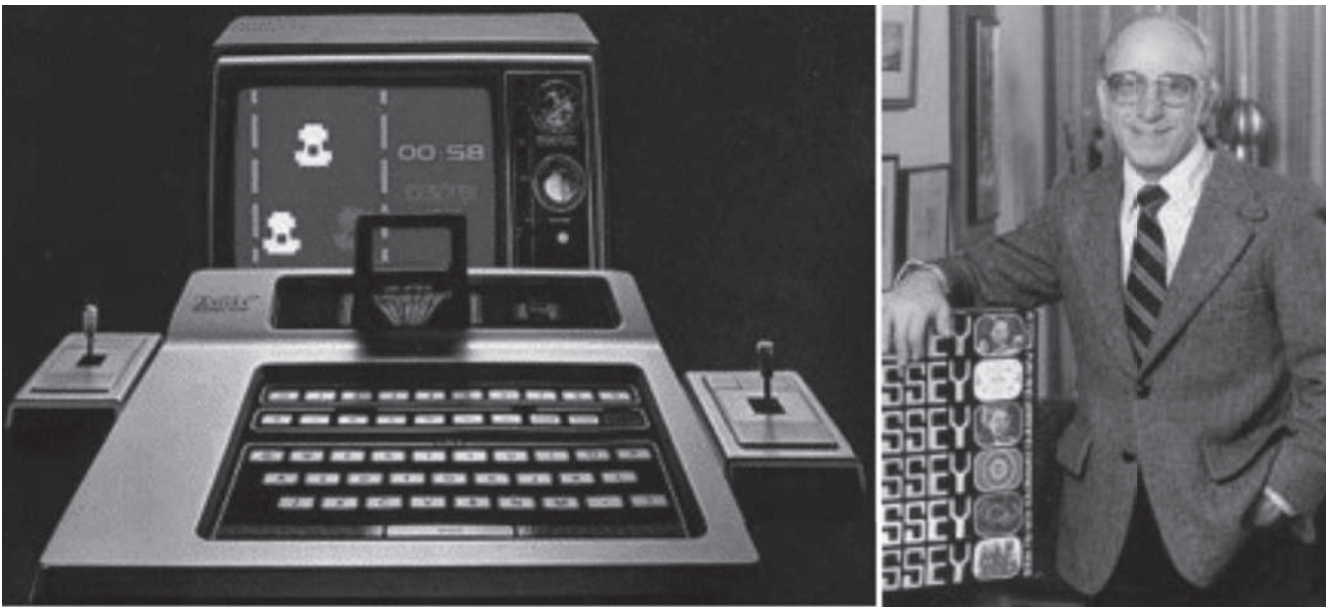
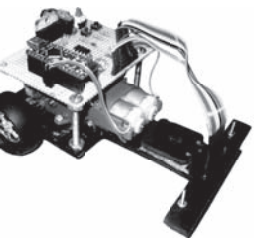
creativos juegos como Space Invaders de Taito o Asteroids de Atari. (Fib.upc.edu).



**Figura 3:** Videojuego Space war

Fuente: <http://indicelatino.com/juegos/historia/origenes/>





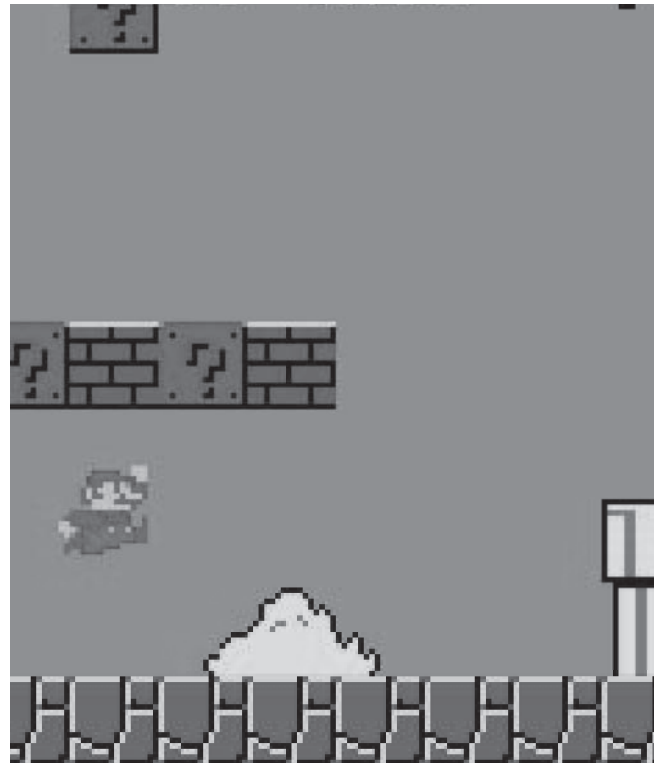
**Figura 4:** Fox and Hounds, primer sistema doméstico de videojuego  
Fuente: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>

### *Década de los ochenta*

Se presentó un crecimiento en el sector del videojuego debido a la popularidad de los salones de máquinas recreativas y de las primeras videoconsolas aparecidas durante los setenta. Se destacaron consolas como Intellivision de Mattel (Ver figura 6), Atari 5200, Commodore 64, y sobresalieron juegos como el famoso Pacman de Namco y Battle Zone de Atari.

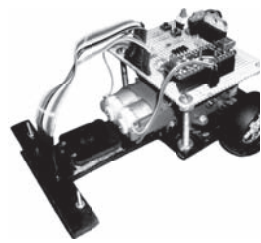
Japón entró al mercado con la consola Famicom de Nintendo Entertainment System, mientras Europa sobresalió por los computadores personales como Commodore 64 y Spectrum.

Surge Super Mario Bros desarrollado por Nintendo (Ver figura 5), propuso un estallido de creatividad y por primera vez se tenía un objetivo y un final en un videojuego. En los años posteriores otras compañías emularon su estilo de juego (Historia-videojuegos.galeon.com).



**Figura 5:** Videojuego Super Mario Bros  
Fuente: <http://www.espacogames.com/wp-content/uploads/2010/09/mario-bros.jpg>





**Figura 6:** Consola Intellivision de Mattel  
Fuente: <http://www.museodelvideojuego.com/consolas-de-2%C2%AA-generacion/>

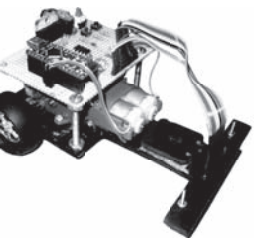
***Década de los noventa***

Las videoconsolas mejoran técnicamente sus procesadores, tarjetas gráficas y la capacidad de memoria RAM, gracias a esto aparecen consolas como la PlayStation de Sony y Atari jaguar que

empezaron a implementar los juegos en 3D. (Ver figura7 y 8). También se desarrolló entorno 3D en el campo de las computadoras personales, obteniendo diferentes resultados como el videojuego Doom. (Fib.upc.edu).



**Figura 7:** Play Station 1 lanzada por Sony Computer Entertainment  
Fuente: [http://www.123pk.com/wp-content/uploads\\_n/classipress/playstation-1-used-653247394.jpg](http://www.123pk.com/wp-content/uploads_n/classipress/playstation-1-used-653247394.jpg)



**Figura 8:** Atari jaguar

Fuente: <http://www.atariage.com/Jaguar/archives/hardware/index.html>

### *Años 2000*

Predominaron en el mercado algunas consolas como Game Boy Pocket, Game Boy Color, y Game

Boy Advance de Nintendo, Sony lanzó PlayStation 2 y Microsoft entró en la industria de las consolas creando la Xbox (Ver figura 9 y 10).



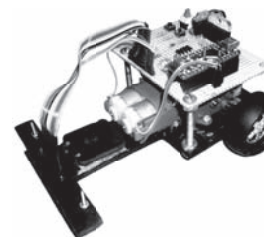
**Figura 9:** Game Boy Advance de Nintendo

Fuente: [http://es.zelda.wikia.com/wiki/Game\\_Boy\\_Advance](http://es.zelda.wikia.com/wiki/Game_Boy_Advance)



**Figura 10:** Xbox lanzado por Microsoft

Fuente: <http://videojuegos18.galeon.com/xbox.jpg>



El ordenador personal o PC es la plataforma que permite mayor flexibilidad por el hecho de poder añadir componentes que se pueden mejorar constantemente, como son tarjetas gráficas o de sonido y accesorios como joystick. Además es posible actualizar los juegos con nuevos paquetes de software realizados por la compañía creadora o por otros usuarios e ingresaron al mercado las consolas Play Station 3 de Sony, Wii de Nintendo y XBOX 360 de Microsoft. (Ver figuras 11 y 12).

Las conexiones entre ordenadores mediante internet y el avance de las telecomunicaciones aportaron al desarrollo de videojuegos multijugador, convirtiéndolo en la opción predilecta de muchos y fueron las responsables del nacimiento de los MMORPG (juegos de rol multijugador online), tanto en computadoras como en consolas.

Un claro ejemplo de los juegos de MMORPG fueron World of Warcraft y Dofus, basados en el juego clásico de calabozos y dragones, el cual consistía en tomar el rol de un personaje donde éste debía ir completando misiones y subiendo de nivel. (Ver figuras 13 y 14).



TIC

**Figura 12:** Xbox 360 de Microsoft

Fuente: <http://www.notinovedades.com/tag/xbox-360/>



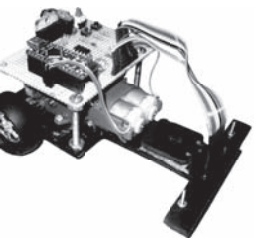
**Figura 11:** Consola Wii de Nintendo

Fuente: <http://tecno.elespectador.com/index.php/2009/09/25/baja-el-precio-de-la-nintedo-wii/>



**Figura 13:** World of Warcraft

Fuente: <http://gamelosofy.com/wow-wrath-of-lich-king-requerimientos-del-sistema/>



**Figura 14:** Dofus Fuente: <http://www.dofus.com/es/mmorpg-gratis/imagen/screenshotsdofus-19>

#### 4. Programación y estructura básica de un videojuego

Para el desarrollo de un videojuego, la programación es un elemento esencial, porque hace más sencilla la creación de escenarios y la comunicación del usuario con la máquina. Hay que tener en cuenta que un videojuego es un software que tiene ciertas, restricciones, ciclos, y decisiones tomadas de acuerdo a los datos ingresados o circunstancias que se puedan presentar durante la interacción con la computadora o consola; sin esto los videojuegos serían simplemente un video o una animación. (Sabia.tic.udc.es). (Gil, 2001)

Existen diversos lenguajes para programar videojuegos, los más conocidos son: Assembler, C, C++, C#, Java, VisualBasic, Delphi.

Generalmente la programación de un videojuego se divide en tres etapas así:

**Primera etapa:** Se hace uso de lenguajes de muy bajo nivel como Assembler, se caracteriza por tener una arquitectura concreta, y los videojuegos se basan en un hardware determinado del cual dependen de forma absoluta.

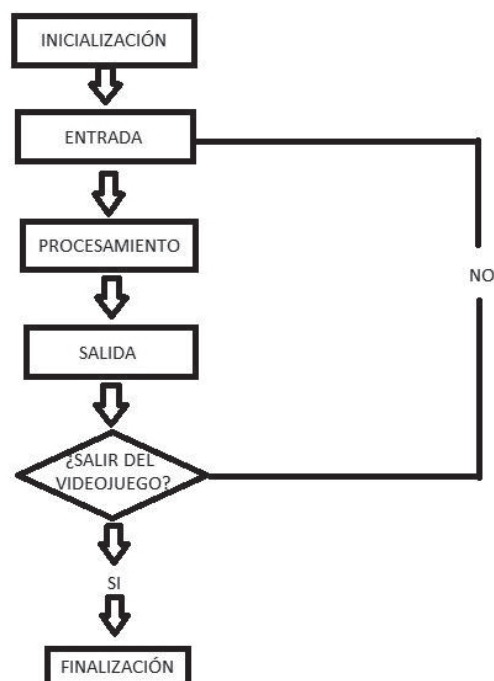
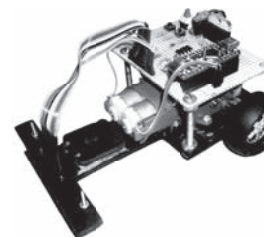
**Segunda etapa:** Se basa en un API (Application Program Interface o Interfaz de Programación de Aplicaciones), cuya función es hacer más sencilla la manipulación del juego sin preocuparse por los procesos internos que se puedan manejar.

**Tercera etapa:** tiene un motor gráfico que se basa en generar imágenes en tiempo real y en tres dimensiones; su principal ventaja es que permite realizar de forma automática el diseño y gestión de las imágenes 3D, gracias a esto el programador puede indicar el comportamiento de un elemento sin necesidad de programar a bajo nivel. (sabia.tic.udc.es).

Además de la programación, los videojuegos requieren de una estructura básica que le permita su funcionamiento de manera adecuada, para ello se debe entender la forma en que trabaja internamente, este es un programa que ejecuta varias funciones en tiempo real, que se encargan de dibujar objetos, reproducir sonidos, calcular colisiones, independientemente si el jugador realiza o no una acción.

La estructura básica de un videojuego debe contener las siguientes partes: (Albornoz, 2007) (Ver figura 15).





**Figura 15:** Estructura de un videojuego.  
Fuente: [http://deveial.com/img\\_personales/Desarrollo-Videojuegos\\_ComoEmpezar.pdf](http://deveial.com/img_personales/Desarrollo-Videojuegos_ComoEmpezar.pdf)

**Inicialización:** En este punto se carga el juego donde se inician el entorno gráfico, los sonidos, los puntajes, la posición del jugador y todas las aplicaciones necesarias para su ejecución.

También el usuario puede iniciar sesión donde carga su último punto de guardado o determina las condiciones del juego como el nivel y el número de jugadores.

**Ciclo del videojuego:** Es un proceso que se repite constantemente en el cual ocurre toda la acción del juego, este proceso dura hasta que el jugador gane, pierda o simplemente quiera salir. Este ciclo se compone de tres partes que son entrada, procesamiento, salida y finalización.

La primera es la **entrada** donde se leen todas las acciones que realiza la persona como correr, saltar, disparar. Luego el **procesamiento** que recoge

toda la información de entrada la cual es analizada y se emplea toda la lógica del juego para determinar qué acciones debe emplear la máquina. Luego, la **salida** que muestra gráficamente los resultados del procesamiento y reproducen los sonidos, también decide si la aplicación termina o vuelve a iniciar el ciclo por completo y la **Finalización** que se encarga de cerrar el juego con todas las aplicaciones y procesos que se iniciaron para ejecutarlo.

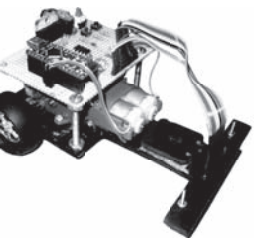
La estructura básica del videojuego es aplicable para juegos básicos como ajedrez y cartas, sin embargo, al hacer una aproximación sobre los juegos del siglo XXI, estos se caracterizan porque aplican la física, matemática e inteligencia artificial.

## 5. Aplicación de la física, matemática e inteligencia artificial en los videojuegos

Los videojuegos necesitan aplicar la física para darle realismo de acuerdo al entorno en que se desarrollen, ya que sin esto sería aburrido y simple, especialmente si es uno que emula un mundo donde los personajes deben correr, saltar, mover objetos y reaccionar de acuerdo a los elementos que lo rodean.

La física básicamente emplea el uso de las leyes de Newton y la cinemática, que van de la mano con la matemática empleando el uso de derivadas y la teoría de grafos, para recrear distintos entornos. Por ejemplo, en un juego que simula la conducción ayuda a calcular que tan rápido viaja un vehículo, que distancia necesitará para detenerse por completo o que tan fuerte será una colisión. (Gameinstitute.com).

Para facilitar la simulación de efectos físicos se conocen los integradores numéricos, estos son mé-



todos para determinar trayectorias de fuerzas y aceleraciones. Algunos son integración de Euler,

integración de Verlet, Leap-Frog, y método de Runge-Kutta. (UNR-Ingeniería).

### Verlet algorithm

$$\mathbf{r}_i^{(k+1)} = \mathbf{r}_i^{(k)} + \tau \mathbf{v}_i^{(k)} + \frac{\tau^2}{2} \mathbf{g}_i^{(k)}$$

$$\mathbf{v}_i^{(k+1)} = \mathbf{v}_i^{(k)} + \frac{\tau}{2} [\mathbf{g}_i^{(k+1)} + \mathbf{g}_i^{(k)}]$$

$$\mathbf{v}_i^{(k+1/2)} = \mathbf{v}_i^{(k)} + \frac{\tau}{2} \mathbf{g}_i^{(k)}$$

$$\mathbf{v}_i^{(k+1)} = \mathbf{v}_i^{(k+1/2)} + \frac{\tau}{2} \mathbf{g}_i^{(k+1)}$$

### LeapFrog Algorithm

$$V_i^{(k+1/2)} = V_i^{(k-1/2)} + \mathbf{g}_i^{(k)} \tau$$

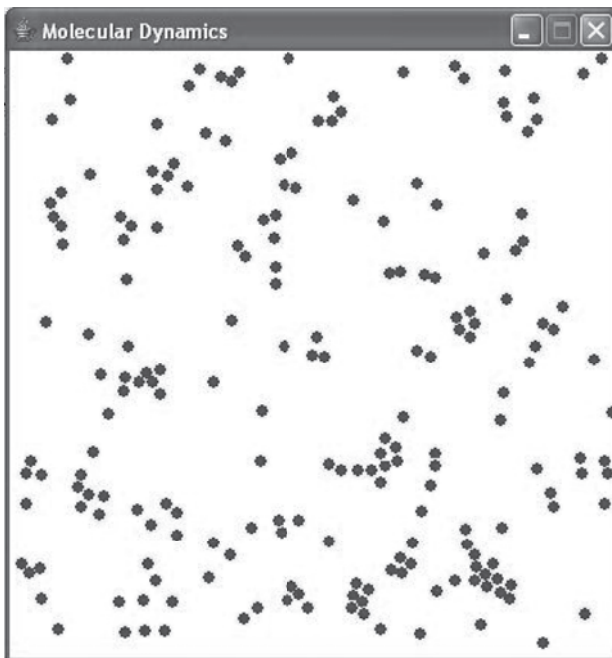
$$r_i^{(k+1)} = r_i^{(k)} + V_i^{(k+1/2)} \tau$$

$$V_i^{(k+1)} = [V_i^{(k+1/2)} + v_i^{(k-1/2)}] / 2.0$$

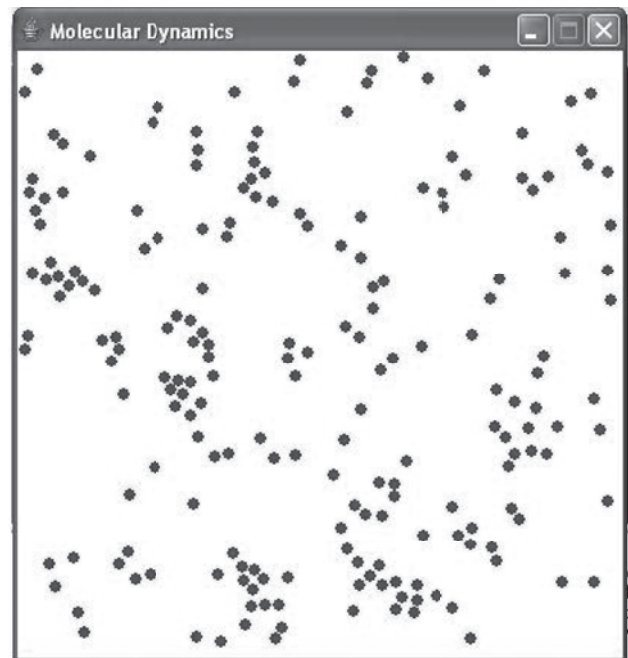
$$V_i^{(k+1)} = [r_i^{(k)} - r_i^{(k-1)}] / \tau$$

Ecuaciones de algoritmos de Verlet y LeapFrog.

Fuente: <http://www.personal.psu.edu/auk183/MolDynamics/Molecular%20Dynamics%20Simulations.html>



Verlet's Algorithm

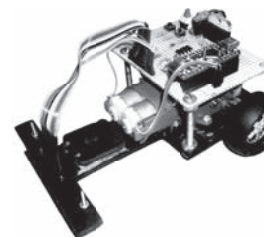


Leapfrog Algorithm

Ejecución de los algoritmos de Verlet y LeapFrog.

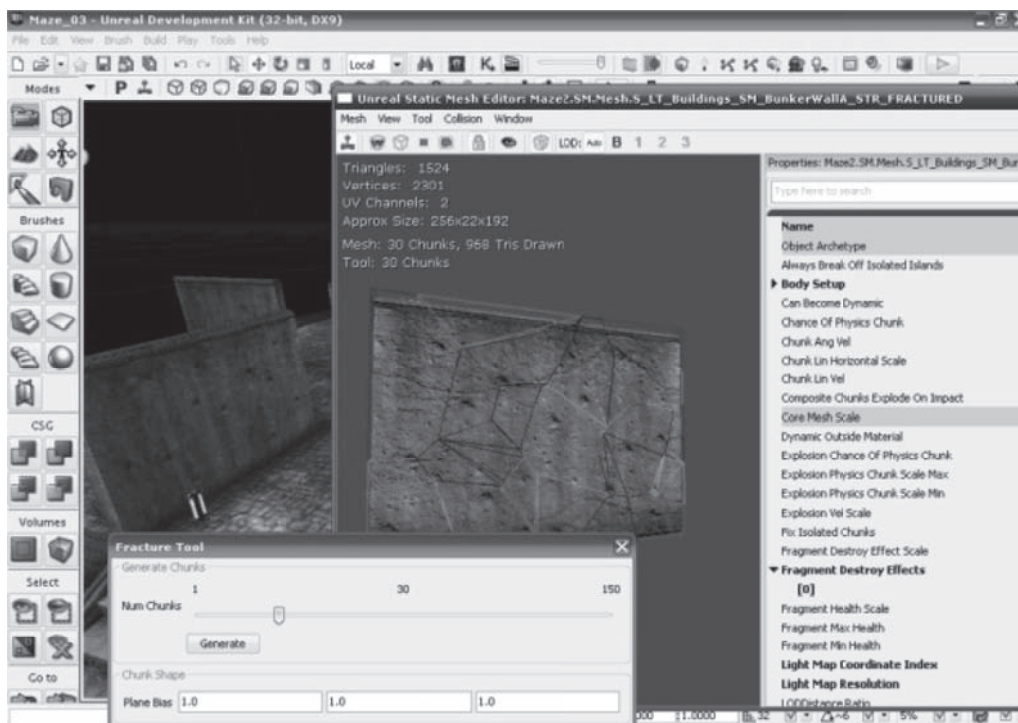
Fuente: <http://www.personal.psu.edu/auk183/MolDynamics/Molecular%20Dynamics%20Simulations.html>





En la actualidad existe gran variedad de software (más conocidos como motores gráficos) para recrear los efectos físicos y en general todos los

componentes que necesita un videojuego, algunos de ellos son Unreal Development Kit. (Ver figura 16) y Frostbite 2 de EA GAMES.



**Figura 16.** Motor Unreal Development Kit.

Fuente: [http://soulbattery.files.wordpress.com/2011/04/udk\\_fracture.jpg](http://soulbattery.files.wordpress.com/2011/04/udk_fracture.jpg)

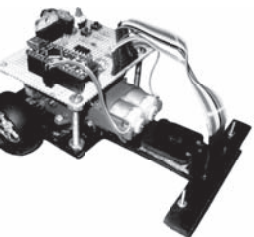
Sin el avance de la física y la matemática no se podrían recrear o simular todos los efectos que se desean en el adelanto de un videojuego. En la actualidad los motores gráficos están en una mejora continua haciendo más fácil la recreación de escenarios y efectos.

Inicialmente cuando se creaba un videojuego se hacía sin inteligencia artificial, esto producía que los personajes siempre se desplazaran y realizaran acciones de las misma forma lo que hacía que se volviera predecible, monótono y el jugador no sentía ser retado por el juego (Erosa & rodero).

Hoy en día, la mayoría de videojuegos se trabajan incluyendo Inteligencia Artificial (IA), lo cual per-

mite que los personajes generados sean capaces de reaccionar según las circunstancias en las que se encuentren; por ejemplo en un juego Shot'm up, el sistema determina las acciones que debe emplear, si la máquina detecta al usuario dentro del alcance de ataque, dará la orden de apuntar y disparar contra el jugador y si el usuario está fuera de su alcance deberá quedar en modo de inactividad.

La Inteligencia Artificial también permite determinar el camino más corto que debe recorrer un personaje para ir entre el punto A y B, indica si está en peligro para huir o curarse aplicando algoritmos, aunque para algunos la IA no es más que acciones que pertenecen a una serie de condicio-

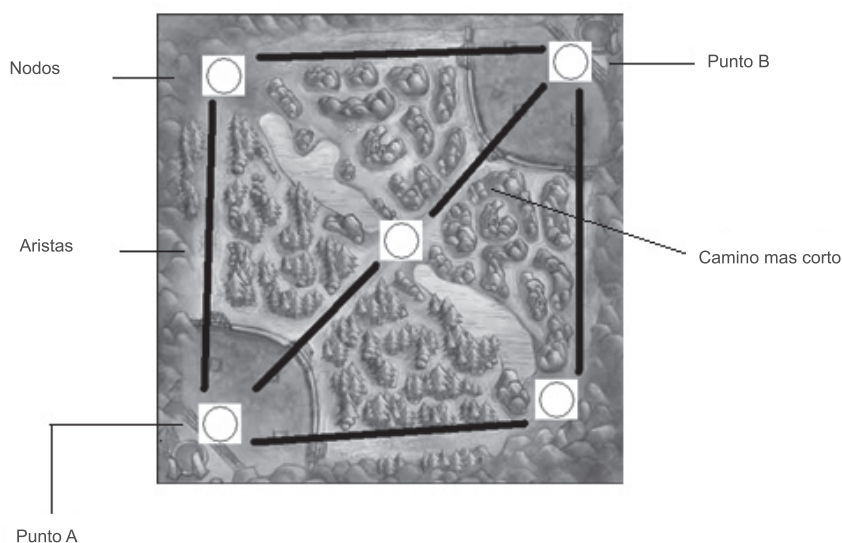


nes en vez de ser un pensamiento inteligente y autónomo como su nombre lo indica.

Uno de los campos más utilizados por la inteligencia artificial es en la búsqueda del camino más corto, para esto la IA se apoya en la “teoría de grafos”, que es un estudio realizado sobre las imágenes; por ejemplo, un campo se llena de puntos llamados nodos los que se unen entre sí por líneas que se denominan vértices; se debe recorrer cada punto desde el origen hasta el destino, cu-

biendo todas las posibilidades existentes y luego determinar cuál fue el camino más corto que encontró para seguir esa ruta. (Aplicaciones Teoría de Grafos).

Actualmente se está incursionando en esta área haciendo que la máquina procese de forma automática con base en las acciones que realiza el usuario, logrando más dificultad, entretenimiento y por consiguiente no se puedan predecir tan fácilmente sus movimientos.



**Figura 17.** Búsqueda o camino más corto.

Fuente: <http://leosanse.files.wordpress.com/2011/02/grieta.jpg>

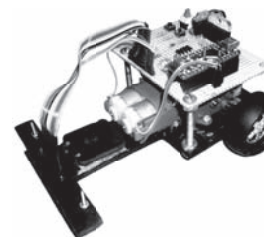
## 6. XNA: Software para el desarrollo de videojuegos

Existen varias herramientas para el desarrollo de videojuegos, algunas son gratuitas como Game Maker de Yoyo Games, y otras de tipo propietario como XNA de Microsoft.

XNA es un software que permite el desarrollo de videojuegos de forma rápida y sencilla, siendo utilizada por desarrolladores, estudiantes y aficiona-

dos ya que integran diferentes interfaces de programación. (Aprendiendo XNA).

El software XNA funciona recolectando la información de diferentes formatos en el Content Pipeline, una Interfaz de programación de aplicaciones (API) que permite incorporar todos los componentes que requiere un videojuego como son: imágenes, videos, música, lógica del juego (código) y contenidos 3D. (Geeks.ms).



El Content Pipeline recolecta la información necesaria para convertirla en un solo formato fácil de usar y modificar, a este resultado se le denomina archivo CPL, el cual es usado al momento de ejecutar el videojuego y se carga en la memoria RAM.

Para utilizar esta herramienta se deben instalar los programas: Visual C# Express Edition, XNA Game Studio 4.0, una tarjeta gráfica con 2 Gb de memoria o superior, además tener conocimientos en el lenguaje de programación C#.

Usar XNA tiene ventajas que ayudan a crear videojuegos, teniendo conocimientos en programación limitados con todas sus aplicaciones, pueden ser ejecutadas en diferentes sistemas operativos Windows y consolas. Por ejemplo a nivel de consolas están Xbox y Xbox 360 y en sistemas operativos Windows Phone 7, Windows 7, Windows XP y Windows Vista. (Aprendiendo XNA). Algunos ejemplos de videojuegos desarrollados con este software son: Speedy Racer, Dungeon Quest GDC, y Rocket Commander XNA. (Ver figuras 18 y 19). (XNA projects).

## 7. Conclusiones

Con el avance continuo de los videojuegos a través de la historia, se puede decir, que al pasar de las décadas se espera un progresivo avance en esta industria, como sería mejorar el realismo, la dificultad, la interacción y una cantidad de escenarios y efectos visuales e innovadores gracias a la inteligencia artificial con la mejora de las computadoras y consolas.

La física, la matemática y la inteligencia artificial son indispensables para el desarrollo de videojuegos hoy en día, ya que sin estas herramientas no se lograrían recrear los efectos y acciones de cómo velocidad, fuerza, peso, o altura.



**Figura 18.** Videojuego Speedy Racer.

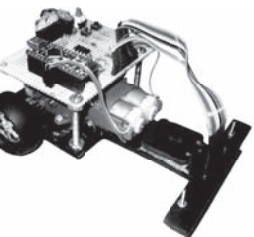
Fuente: <http://xnaprojects.exdream.com/Default.aspx?Name=Speedy%20Racer>



**Figura 19.** Videojuego Rocket Commander.

Fuente: [http://xnaprojects.exdream.com/Default.aspx?Name=Rocket Commander XNA](http://xnaprojects.exdream.com/Default.aspx?Name=Rocket%20Commander%20XNA)

La industria de videojuegos cada día es más creciente, por esta razón se debe apoyar su desarrollo en Colombia, lo cual permitiría una mejor posición tecnológica a nivel mundial y abriría nuevos mercados en el país en el campo de multimedia e innovación.



XNA es una herramienta que ofrece facilidad de uso, además que proporciona la posibilidad de profundizar en la parte que desea destacarse.

## 8. Bibliografía

3D Juegos.com, como se hace un videojuego. [En Línea]. Consultado: [25, Marzo, 2012] Disponible en: <http://www.3djuegos.com/comunidad-foros/tema/898669/0/como-se-hace-un-videojuego/>

Aplicaciones Teoría de Grafos. Aplicaciones de la teoría de grafos a algunos juegos de estrategia. [En Línea]. Consultado: [18, Junio, 2012] Disponible en: <https://revistasuma.es/IMG/pdf/46/031-035.pdf>

Aprendiendo XNA. Todo sobre XNA. [En Línea]. Consultado: [22, Abril, 2012] Disponible en: <http://aprendiendoxna.wordpress.com/primeiros-pasos/%C2%BFque-es-xna/>

Atari jaguar. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.atariage.com/Jaguar/archives/hardware/index.html>

Blog.soulbattery.com. Curso avanzado de UDK (UnrealDevelopment Kit). [En Línea]. Consultado: [25, Marzo, 2012] Disponible en: <http://blog.soulbattery.com/6-cursos-y-diplomados/curso-nivel-avanzado-de-udk>

Consola Intellivision de Mattel. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.museodelvideojuego.com/consolas-de-2%C2%AA-generacion/>

Consola Wii de Nintendo. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://tecno.elespectador.com/index.php/2009/09/25/baja-el-precio-de-la-nintedo-wii/>

Dofus. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.dofus.com/es/mmorpg-gratis/imagen/screenshotsdofus-19>

Educec.rediris.es. Clasificación de Videojuegos. [En Línea]. Consultado: [19, Marzo, 2012] Disponible en: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec15/anexo.pdf>

Estructura de un videojuego. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: [http://devieal.com/img\\_personales/DesarrolloVideojuegos\\_ComoEmpezar.pdf](http://devieal.com/img_personales/DesarrolloVideojuegos_ComoEmpezar.pdf)

Fib.upc.edu. Historia de los Videojuegos. [En Línea]. Consultado: [11, Marzo, 2012] Disponible en: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>

Fox and Hounds, primer sistema doméstico de videojuego. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>

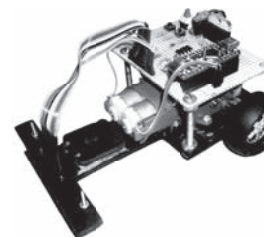
Frostbite. Arquitectura.[En Línea]. Consultado: [09, Abril, 2012] Disponible en: [http://developer.amd.com/assets/Andersson-Tatarchuk-FrostbiteRenderingArchitecture%28GDC07\\_AMD\\_Session%29.pdf](http://developer.amd.com/assets/Andersson-Tatarchuk-FrostbiteRenderingArchitecture%28GDC07_AMD_Session%29.pdf)

GameBoyAdvance de Nintendo. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: [http://es.zelda.wikia.com/wiki/Game\\_Boy\\_Advance](http://es.zelda.wikia.com/wiki/Game_Boy_Advance)

Gameinstitute.com. Physics for Game Developers. [En Línea]. Consultado: [25, Marzo, 2012] Disponible en: [http://www.gameinstitute.com/content/courses/phy/phy\\_lessonplan\\_10.pdf](http://www.gameinstitute.com/content/courses/phy/phy_lessonplan_10.pdf)

García Serrano Alberto. (2012). Programación de Videojuegos con SDL. [En Línea]. Consultado: [11,





Marzo, 2012] Disponible en: [http://books.openlibra.com/pdf/Programacion\\_Videojuegos\\_SDL.pdf](http://books.openlibra.com/pdf/Programacion_Videojuegos_SDL.pdf)

Geeks.ms. Content Pipeline. [En Línea]. Consultado: [19, Abril, 2012] Disponible en: <http://geeks.ms/blogs/juank/archive/2007/09/17/xna-content-pipeline.aspx>

Gil & Mombiela T (2007). Los Videojuegos. [En Línea]. Consultado: [11, Marzo, 2012] Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=hQCdIPty3P0C&printsec=frontcover&dq=videojuegos&hl=es&sa=X&ei=zFFdT8PEEZKftgebvrWFDA&ved=0CD4Q6AEwAQ#v=onepage&q=videojuegos&f=false>

Historia-videojuegos.galeon.com. Historia de los videojuegos. [En Línea]. Consultado: [11, Marzo, 2012] Disponible en: <http://historia-videojuegos.galeon.com/>

IndiceLatino.com. Historia de los Videojuegos. [En Línea]. Consultado: [11, Marzo, 2012] Disponible en: <http://indicelatino.com/juegos/historia/origenes/>

3Mosaic.uoc.edu, programación de videojuegos con XNA. [En Línea]. Consultado: [25, Marzo, 2012] Disponible en: <http://mosaic.uoc.edu/2010/03/04/programacion-de-videojuegos-indie-con-xna/>

Motor UnrealDevelopment Kit. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: [http://soulbattery.files.wordpress.com/2011/04/udk\\_fracture.jpg](http://soulbattery.files.wordpress.com/2011/04/udk_fracture.jpg)

Museo del videojuego. Galería fotográfica. [En Línea]. Consultado: [19, Marzo, 2012] Disponible en: <http://www.museodelvideojuego.com/>

Play Station 1 lanzada por Sony Computer Entertainment. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: [http://www.123pk.com/wp-content/uploads\\_n/classipress/playstation-1-used-653247394.jpg](http://www.123pk.com/wp-content/uploads_n/classipress/playstation-1-used-653247394.jpg)

personal.psu.edu. Algoritmos de Verlet y Leap-Frog. [En Línea]. Consultado: [19, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.personal.psu.edu/auk183/MolDynamics/Molecular%20Dynamics%20Simulations.html>

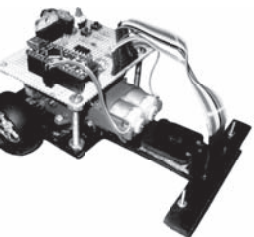
Roberto Albornoz Figueroa (2007). Desarrollo de videojuegos. [En Línea]. Consultado: [19, Marzo, 2012] Disponible en: [http://devieal.com/img\\_personales/DesarrolloVideojuegos\\_ComoEmpezar.pdf](http://devieal.com/img_personales/DesarrolloVideojuegos_ComoEmpezar.pdf)

Sabia.tic.udc.es. Programación de videojuegos. [En Línea]. Consultado: [25, Marzo, 2012] Disponible en: <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Juegos/ProgramacionVideojuegos/Programacion%20de%20videojuegos.htm>

UNR-Ingeniería. Integración Numérica de Ecuaciones Diferenciales. [En Línea]. Consultado: [19, Junio, 2012] Disponible en: [http://www.gig.etsii.upm.es/rv\\_5/Material/Metodos\\_numericos/Fundamentos\\_metodos\\_numericos.pdf](http://www.gig.etsii.upm.es/rv_5/Material/Metodos_numericos/Fundamentos_metodos_numericos.pdf)

Videojuego (OXO). Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>

Videojuego Pong. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.fashion-dress-pictures.com/wp-content/uploads/2011/4/30/the-first-video-game-tennis-for-twoee.jpg>



Videojuego Spacewar. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://indice-latino.com/juegos/historia/origenes/>

Videojuego Super Mario Bros. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.espacogames.com/wp-content/uploads/2010/09/mario-bros.jpg>

World of Warcraft. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://gamelofsofy.com/wow-wrath-of-lich-king-requerimientos-del-sistema/>

Xbox 360 de Microsoft. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://www.notinovidades.com/tag/xbox-360/>

Xbox lanzado por Microsoft. Imagen [En Línea]. Consultado: [12, Abril, 2012] Disponible en: <http://videojuegos18.galeon.com/xbox.jpg>

XNA projects. Speedy Racer. [En Línea]. Consultado: [22, Abril, 2012] Disponible en: <http://xnaprojects.exdream.com/Default.aspx?Name=Speedy%20Racer>

es.scribd.com. Inteligencia Artificial. [En Línea]. Consultado: [1, Abril, 2012] Disponible en: <http://es.scribd.com/render%20Libre/d/8550246-Inteligencia-artificial-programacion-videojuegos>





# Introducción al desarrollo para Android

Grupo K-Demy

## Introduction to development for Android

### **Resumen**

---

Android, el sistema operativo para dispositivos móviles de Google, es un software que ha dado mucho de qué hablar en el mundo entero, por el lugar que ahora ocupa y en tan corto tiempo para la industria de la tecnología móvil y la sociedad en general.

Este artículo hace una introducción al mundo de Android y en especial al desarrollo de aplicaciones para este sistema operativo. Se enfatiza en las pautas y conocimientos necesarios para ser aplicada por el usuario final, ayudando a leer y entender cómo funciona un teléfono móvil con Android.

**Palabras clave:** : *Android, SDK, java, móviles, plataforma móvil*

### **Abstract**

---

Android, the mobile operating system from Google, is software that has given so much to talk about in the world, the place now occupied by so fast and in time for the mobile technology industry and society in general.

This article is an introduction to the world of Android and especially the development of applications for this operating system, but will emphasize patterns and knowledge necessary for developing applications for the end user, reading can help a user understand how operates a mobile phone with Android.

**Key words:** *Android, SDK, java, mobile, mobile platform.*

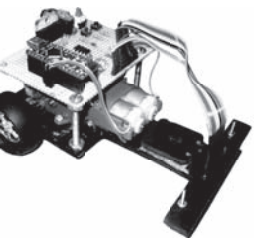
---

\* K-demy Grupo de investigación en software y desarrollo e implementación de nuevas tecnologías de la información de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

Carlos Andrés Pérez López: Estudiante de Sistemas Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Correo electrónico: carlos.perez@k-demy.org

Carlos Eduardo Velásquez Villada: Ingeniero Electrónico Universidad Nacional, Magister en ingeniería Universidad de los Andes. Docente programa de sistemas Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Correo electrónico: carlos.velasquez@k-demy.org

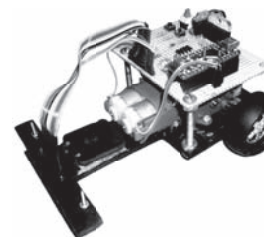
Sócrates Rojas Amador: Ingeniero de sistemas Universidad Distrital, especialista en gestión de proyectos de ingeniería Universidad Distrital. Docente programa de sistemas Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Correo electrónico: socrates.rojas@k-demy.org



## 1. Introducción

Android, el sistema operativo para dispositivos móviles que está transformando la industria a nivel mundial, una apuesta por varias empresas para presentar un mejor producto y servicio a los usuarios finales de teléfonos inteligentes y tablets, con una característica fundamental: ser un producto de software libre.

A continuación, se presenta una reflexión sobre el sistema Operativo Android, cual ha sido su evolución histórica para convertirse en el sistema más utilizado en países como Estados Unidos, sus ventajas, arquitectura, describiendo las capas que lo componen, su anatomía y se finaliza con algunas sugerencias para su programación.



## 2. Sistema Operativo Android y su desarrollo histórico

Cuando se habla de Android o de otro software, es preciso diferenciar los conceptos de software y sistema operativo. El Software o “Programa” es lo intangible o capa lógica que está sobre otra capa física que puede ser un computador, teléfono inteligente, tablets o televisor y que permite obtener funcionalidades sobre ella.

Por su parte el “Sistema Operativo” es el conjunto de programas que efectúan la gestión de los procesos básicos de un sistema informático, y permiten la normal ejecución de las operaciones básicas del componente físico donde está instalado. A este grupo pertenece Android, siendo un sistema operativo para dispositivos móviles, aunque también existe para televisores, relojes o computadores y que se caracteriza básicamente por tener software libre y multiplataforma.

### *Evolución histórica*

Respecto al desarrollo histórico de Android, vale la pena destacar, que se inició en una empresa que trabajaba software para dispositivos móviles llamada Android IN, pero se dio a conocer en el año 2005 cuando fue adquirida por Google.

Entre el 2005 y 2008, Google lidera un proceso de comunicación con empresas fabricantes de hardware y software para dispositivos móviles, que en noviembre de 2007 se conoció como Open Handset Alliance y que para el 2011 la conformaban compañías de tecnología para dispositivos móviles, las cuales colaboran con el desarrollo del sistema operativo Android, trabajan en sociedad para implementar tecnologías y servicios basados en este sistema Operativo, afianzando su característica de código abierto bajo la licencia Apache

V2. (Open, 2012) y durante este mismo lapso de tiempo el equipo de Android en Google, desarrolló la plataforma para dispositivos móviles tomando como base el kernel de Linux (Engadget, 2007).

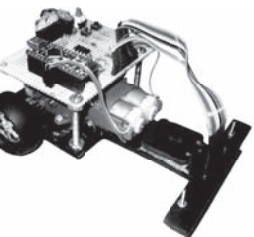
Android abarca otros ámbitos como el desarrollo, consumo y costo de aplicaciones, aceptación del sistema, entre otras (Mobile, 2010). Por ejemplo, los usuarios descargan un promedio de nueve aplicaciones al mes de la tienda virtual Android Market, algunas de estas descargas son gratis y otras son de pago asociado al número telefónico vinculado la cuenta de Google para descargar las aplicaciones.

El lanzamiento inicial del Android Software Development Kit fue en noviembre de 2007, luego en agosto 2008 se publicó la versión de Android 0.9 SDK en fase beta, en septiembre del mismo año, Google lanzó Android 1.0 SDK versión para el sistema operativo del teléfono HTC Dream (G1) de la empresa HTC.

Durante el 2009, se presentaron las versiones 1.1 de Android en marzo, luego Google lanzó la versión 1.5 de Android OS (llamada Cupcake) con su respectivo SDK y basada en el kernel de Linux versión 2.6.27, en septiembre Android 1.6 “Donut” versión basada en el kernel 2.6.29, al finalizar este año se publican las versiones 2.0 y 2.1 conocidas como Eclair también basadas en el kernel 2.6.29.

En el 2010 se publicaron la versión 2.2 llamada Froyo basado en el kernel 2.6.32 de Linux y la versión 2.3 denominada Gingerbread.

En el 2011 surgió la versión 3.0 de Android, destinada para dispositivos Tablets, bajo el nombre de Honeycomb y se publicaron actualizaciones a las versiones 3.1 y 3.2.



La versión 4.0 conocida como Ice Cream Sandwich cuya principal característica, es unificar interfaz para todos los dispositivos móviles sean teléfonos inteligentes o tablets, incluyendo otras mejoras, esta versión se libero en octubre del 2011 (Android, 2012)

### ***Ventajas de Android***

Android avanza a pasos agigantados, toda una comunidad de desarrolladores a nivel mundial respaldan la plataforma, lo cual facilita la creación de aplicaciones, ya que se encuentra documentación oficial tanto por Google como de otras comunidades independientes, que influenciadas por la cultura del software libre, publican sus códigos, experiencias y facilitan el trabajo de los programadores y/o usuarios que se inician en esta plataforma.

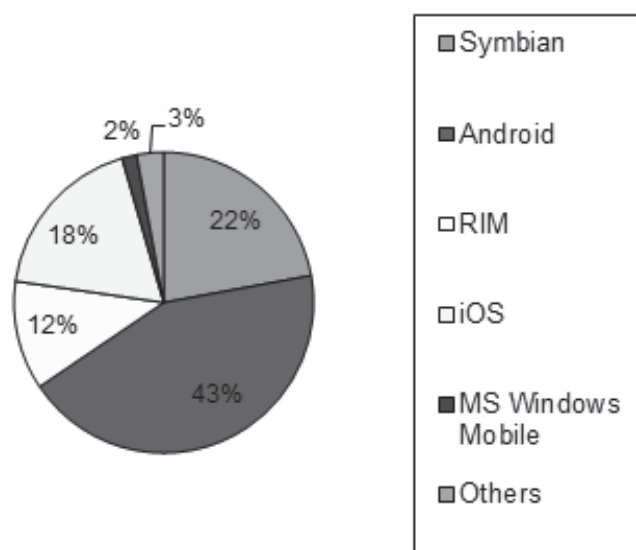
Una de las ventajas de Android es su plataforma abierta, lo que le permite al sistema operativo estar en dispositivos de diferentes gamas, prestaciones, precios y fabricantes, de manera que puede asegurar tanto la permanencia como una buena cuota del mercado al no estar segmentado a unas partes. Como se observa en la figura 1, el 43% del mercado es dominado por Android en relación con la venta de dispositivos móviles en Estados Unidos en agosto de 2011. (Brownlow, 2012)

Algunas de las razones por las cuales desarrollar para Android, según el desarrollador Tim Bray son:

- *“La experiencia de usuario de Android es muy satisfactoria y lo más importante, mejora rápidamente.*
- *Es amistoso con el desarrollador, las reglas o condiciones de entrada son muy bajas para los*

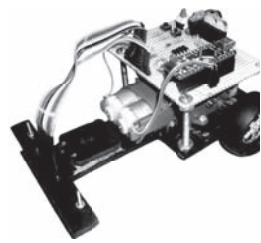
*varios millones de personas en el planeta que están cómodos con el lenguaje de programación java.*

- *Las API son muy buenas y completas. No hay nada interesante que los teléfonos puedan hacer que no está expuesto a través de alguna API.*
- *Cualquiera persona puede vender cualquier programa que escriben a través del Android Market, no hay que esperar aprobación a tu aplicación.*
- *Es de código abierto.*
- *El espacio de los móviles ha tenido un enorme impacto en las economías emergentes del mundo menos desarrollado y Android parece ser la plataforma de software adecuado para ello”. (Bray, 2010).*



**Figura 1.** Estadística ventas dispositivos con sistema operativo Android.

Fuente: <http://www.email-marketing-reports.com/wireless-mobile/mobile-email-statistics.htm>



### 3. Arquitectura de android

En software, “la arquitectura” utiliza para definir cómo está construido un programa, sus elementos y donde se ubican; su conocimiento es necesario para desarrollar aplicaciones, saber que se

puede reutilizar y que operaciones del sistema realizar. La arquitectura de Android está dividida en cinco capas desde la superior a la inferior que son: aplicaciones, framework, librerías, ejecución o Runtime y Kernel de Linux. (Ver figura 2).

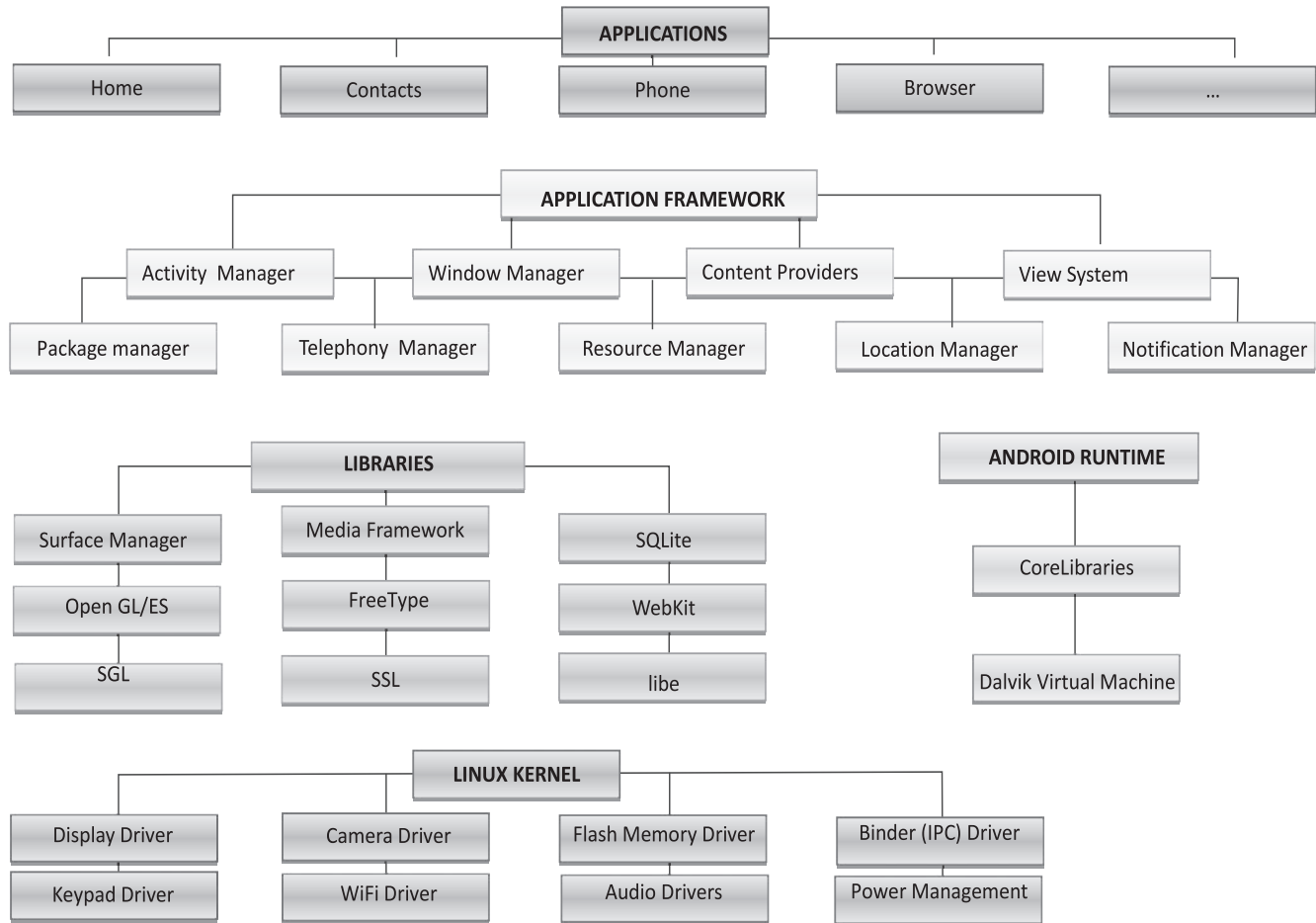


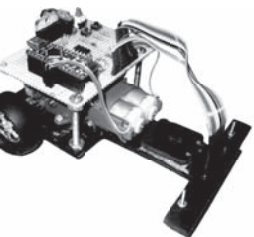
Figura 2. Arquitectura de Android

#### 3.1 Capa de aplicaciones (applications)

Es aquella que ve el usuario final, para Android se usa el lenguaje de programación Java y tiene un conjunto de aplicaciones básicas incluidas como: un cliente de correo electrónico, programa de SMS, calendario, mapas, navegador y contactos.

#### 3.2 Capa del framework (applications Framework)

Un framework es un conjunto de reglas definidas que permiten resolver un problema común u ofrecer herramientas para resolverlo. En el desarrollo de software, un framework se refiere a un soft-



ware o un conjunto de APIs que ayuda a la creación de nuevo software.

Android ofrece a los desarrolladores, la capacidad de crear aplicaciones ricas e innovadoras, quienes son libres para usar el hardware del dispositivo, información de acceso a la ubicación geográfica GPS, ejecutar servicios en segundo plano, configurar alarmas, añadir las notificaciones de la barra de estado, entre otras.

La arquitectura de Android está diseñada para simplificar la reutilización de componentes, y cualquier aplicación puede publicar o exponer sus capacidades y otra podrá usar los botones, cajas de texto, listas, notificaciones, según las restricciones de seguridad impuestas por el framework).

### 3.3 Capa de librerías (Libraries)

Android incluye un conjunto de librerías escritas en c/c++ usadas por varios componentes del sistema operativo. Las capacidades o funciones que realizan estas librerías están expuestas a los desarrolladores a través del framework de aplicaciones de Android. Algunas de las bibliotecas del núcleo son las siguientes:

#### *System c library*

Es una implementación del estándar C para las funciones básicas de manejo de dispositivos por el Kernel de Linux.

#### *Media libraries*

Está basado en el paquete de librerías OpenCore, que son capaces de reproducir y grabar audio y vídeo en varios formatos, lo mismo que en archivos de imágenes y fotografías.

#### *Surface manager*

Librería encargada de la gestión y el acceso a la pantalla del dispositivo.

#### *Libwebcore*

Un motor de navegación que alimenta el navegador de Android y permite ver páginas web embebidas dentro de cualquier otra aplicación.

#### *Sgl*

Las librerías necesarias para crear gráficos en 2D

#### *3d libraries*

Son librerías basadas en OpenGL ES 1.0; utilizan hardware de aceleración 3D (si están disponible en el dispositivo) o alternativamente renderizado 3D por software.

#### *Free type*

Librerías para la interpretación de mapa de bits y tipografía de textos.

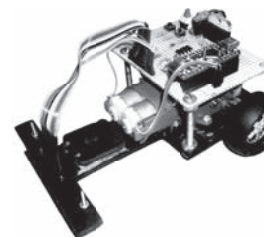
#### *SQLITE*

Es un sistema de base de datos relacional reducido pero potente.

### 3.4 Capa Android Runtime

Cada aplicación Android se ejecuta con su propia instancia de la máquina virtual de Dalvik, la cual ha sido escrita para que un dispositivo pueda ejecutar varias máquinas virtuales de manera eficiente usando el formato Dalvik (.Dex), este ha sido optimizado para un consumo de memoria





mínimo usando el kernel de Linux para la funcionalidad subyacente, como la gestión de memoria e hilos a bajo nivel.

### 3.5 capa linux kernel

Es la capa de abstracción entre el hardware y el software, Android se basa en versión 2.6.x y superiores del kernel Linux, que es utilizado para los servicios del núcleo del sistema como la seguridad, la gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red, modelo de controlador y gestión de usuarios.

## 4. Android Software Development Kit (SDK)

SDK es un conjunto de archivos con código, que contienen funciones comunes del sistema operativo que facilitan el proceso de desarrollo, como manejo de la cámara y del GPS por el sistema operativo se asocian bajo el nombre de APIs, y todas ellas constituyen una plataforma de software.

El SDK de Android provee un conjunto de herramientas y APIs necesarias para desarrollar aplicaciones usando en su mayoría el lenguaje de programación JAVA y se puede descargar, según el sistema operativo como Windows usando el instalador “archivo.exe” y para Linux se descarga y descomprime el SDK, (Developer, 2012).

Es necesario para instalar y configurar el SDK tener instalada previamente el JDK (Java Development Kit ) (Oracle 2012) en la versión 5 o 6 y para Linux se debe instalar además las librerías C glibc.

## 5. Programación para Android

El lenguaje de programación para aplicaciones de Android es en su mayoría Java, como no existe el

paquete de Java AWT para los componentes gráficos, la plataforma Dalvik de Android interpreta el código hecho en Java.

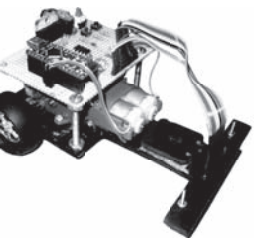
En Android también se puede programar en ++, ya que la capa de librerías están construidas en este lenguaje, pero Google no da soporte, por lo tanto, su uso no es muy extendido y existen interfaces de comunicación de estas librerías en Java, para que los desarrolladores las puedan utilizar.

Ahora bien, cuando se instala una aplicación en Android, se tiene una instancia propia de la JVM y se ejecuta en espacio llamado “sandbox”, que se caracteriza porque cada aplicación es un usuario diferente asignado un único ID para pueda acceder a la aplicación y cada proceso cuenta con su máquina virtual (VM) ejecutando el código de manera aislada, utiliza el principio de “privilegios mínimos” es decir, cada aplicación tiene acceso sólo a aquellos componentes que necesita, haciendo el ambiente muy seguro.

Sin embargo, una aplicación puede solicitar permiso para acceder a los datos del dispositivo, tales como: contactos del usuario, mensajes SMS, el almacenamiento (tarjeta SD), cámara, Bluetooth, estos permisos son autorizados por el usuario final.

## 6. Anatomía de una aplicación Android

Una aplicación para Android tiene cuatro componentes que son: actividades, servicios, Content Provider, intent e intent filters, los cuales pueden estar todos contenidos, algunos de ellos o inclusive solo uno y el manifiesto.



## 6.1. Actividad

Una actividad es una única pantalla o ventana en la aplicación, que se implementan en una sola "clase" y muestran la interfaz del usuario compuesta por varias vistas (Views), controles, widgets o elementos gráficos con los que se interactúa.

Algunas aplicaciones tienen varias pantallas, por ejemplo, los mensajes de texto pueden tener ventanas de contactos, escribir mensaje, contacto seleccionado, historial de mensajes; estas ventanas son actividades de la aplicación, que cambian a medida que se escogen, pasando de estado de activas, pausadas, paradas y destruidas a pausa, es decir es colocada en una pila de historial de actividad para el caso de Android. (Ver figura3)

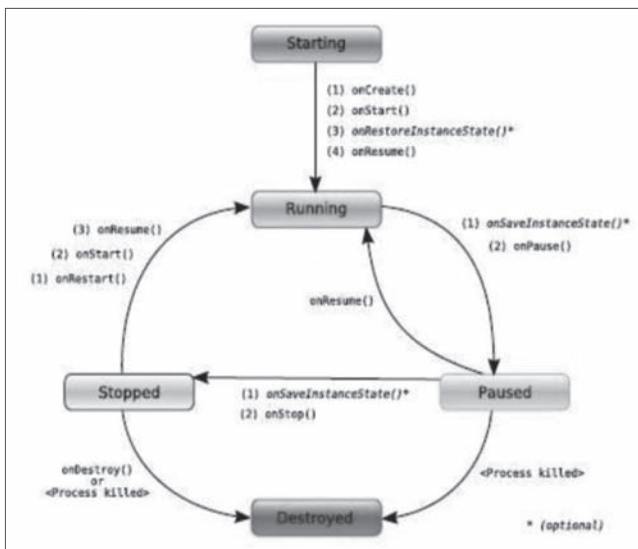


Figura 3. Ciclo de vida de una actividad

## 6.2. Services (servicios)

Un servicio es un componente de aplicación que puede realizar operaciones de larga duración sin estar activado o en primer plano y que no propor-

ciona una interfaz de usuario, lo que permite que funcione en un segundo plano o unirse a otro para hacer comunicación entre procesos, más conocida como IPC.

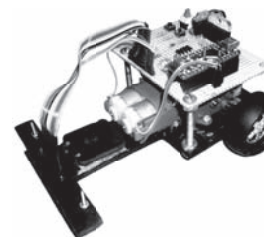
Ejemplos de servicios son: transacciones en la red, reproducir música, realizar operaciones con archivos de E/S (Entrada y Salida), o interactuar con un proveedor de contenido.

Un servicio puede adoptar dos formas que son "Started", cuando un componente de aplicación, inicia el servicio llamando al método `startService`. Una vez iniciado, puede ejecutarse en segundo plano de forma indefinida, incluso si el componente que se inició se destruye, por ejemplo descargar o cargar un archivo a través de la red.

Un servicio está "bound", cuando un componente de aplicación se une a él llamado al método `bindService` y consiste en que un servicio ofrece una interfaz de cliente-servidor que permite a los componentes interactuar, enviar solicitudes, obtener resultados, e incluso hacerlo a través de procesos de comunicación (IPC) y sólo se ejecuta estando ligado con el componente de otra aplicación.

## 6.3 Content provider

Los proveedores de contenido son la manera de compartir datos entre aplicaciones, Android tiene una serie de proveedores de contenido para los tipos de datos (audio, video, imágenes, información de contacto personal) con dos opciones: crear un proveedor de contenido propio (una subclase `ContentProvider`) o se puede agregar los datos a un proveedor existente.



## 6.4 Intent e intent filter

Intent es una clase especial que utiliza Android para moverse entre las pantallas, describiendo lo que una aplicación quiere hacer. Sus partes más importantes son “la acción” como ver y editar y “los datos” a los que se les aplica la acción, los cuales se expresan en formato URI (Uniform Resource Indicator).

Un Intent es una solicitud de hacer algo, por ejemplo mostrar la información de contacto y un IntentFilter es una descripción de que el Intent(s) es capaz de gestionar esa actividad es decir Views a los datos de un contacto.

## 6.5 Android Manifest

Cada aplicación debe tener un archivo AndroidManifest.xml en su directorio raíz, en el cual se presenta información esencial de la aplicación al sistema operativo como: nombres de los paquetes de Java que sirve como identificador único para la aplicación, actividades, servicios, intents y los proveedores de contenido que componen la aplicación. Este manifiesto declara los permisos que la aplicación debe tener, para acceder a las partes protegidas de la API, la forma en que interactúa con otras aplicaciones y los permisos que los demás están obligados a tener a fin de interactuar con los componentes de la aplicación.

## 7. Sugerencias para una aplicación básica para Android

A continuación, se presentan algunas recomendaciones a seguir, para realizar una aplicación básica de Android.

Luego de instalar el SDK para el sistema operativo que se esté utilizando, para Android se debe ins-

talurar Integrated Development Environment (IDE) “Eclipse”, ya que provee un plugin llamado “ADT” para hacer la programación y el depurado del código que permite simular el comportamiento de la aplicación.

Luego, se crea Android Virtual Device (AVD) dentro de Eclipse, este es un emulador de un dispositivo con el sistema operativo que permite ver el comportamiento que tiene la aplicación en desarrollo sin necesidad de disponer un teléfono físico,

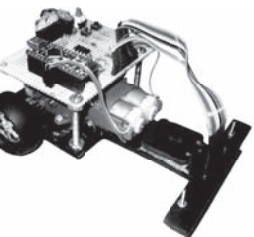
Después se crea un “nuevo proyecto” en el IDE Eclipse de manera similar como se hace en Java, completando la información básica de: nombre del proyecto, Build Target, nombre de la aplicación, nombre del paquete y Create activity.

Se continúa con la construcción de una Interfaz de Usuario (UI) que muestra los cambios en el código en la clase HelloAndroid.java, esta interfaz para Android está compuesta por vistas (views) o elementos gráficos, y se envía al método setContentView() el elemento tv para que lo proyecte en la UI.

Finalmente se ejecuta la aplicación seleccionando la opción “Run” del menú proyecto en Eclipse, éste automáticamente configurará y ejecutará el emulador de Android AVD que se creó con antelación, mostrando el nombre de la aplicación.

## 8. Conclusiones

Android es un sistema Operativo que abarca varios ámbitos como el de desarrollo, consumo, costos de aplicación que ha evolucionado vertiginosamente desde el 2005, cuando se dio a conocer al mundo al adquirirlo Google y sus descargas tanto pagas como gratuitas son representativas en el mercado mundial



Además de su desarrollo rápido en beneficio de miles de usuarios, Android es una plataforma abierta que permite el trabajo colaborativo de muchas personas y empresas y también facilita su programación, gracias a su desarrollo libre, las ayudas que proporciona, lo que permite estar en dispositivos de distintas gamas presentaciones y precios.

La filosofía de programación libre de Android, permite además de buenas experiencias a los

usuarios, facilidades por la rapidez en la ejecución de actividades, facilidad de entrada por las mínimas normas de restricción, con API completas y de código abierto, que no requiere aprobación previa para la aplicación, factores que inciden no sólo en beneficio del usuario final por la comodidad sino para la comunidad de programadores a nivel mundial, ya que se les permite contribuir la construcción de conocimiento en desarrollo de software.

## 9. Bibliografía

Bray, (2010) [www.tbray.org/ongoing/When/201x/2010/03/15/Joining-Google](http://www.tbray.org/ongoing/When/201x/2010/03/15/Joining-Google)

Brownlow, M. (2012) Smartphone statistics and market share <http://www.email-marketing-reports.com/wireless-mobile/smartphone-statistics.htm> recuperado 15/04/2012

Developer,(2012). <http://developer.android.com/sdk/index.html> recuperado 17/04/2012

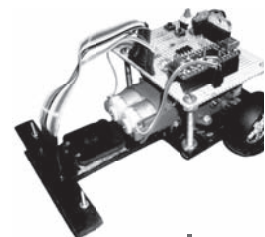
Eclipse,(2010) <http://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-java-ee-developers/indigosr1> recuperado 18/04/2012

Engadget, (2007) [www.engadget.com/2007/08/28/google-is-working-on-a-mobile-os-and-its-due-out-shortly](http://www.engadget.com/2007/08/28/google-is-working-on-a-mobile-os-and-its-due-out-shortly) recuperado 02/05/2012

Mobile entertainment, (2010). ([www.slideshare.net/stuardredge/mobile-entertainments-guide-to-android](http://www.slideshare.net/stuardredge/mobile-entertainments-guide-to-android)) recuperado 18/04/2012

Open Handset Alliance, (2012). [www.openhandsetalliance.com/android\\_faq.html](http://www.openhandsetalliance.com/android_faq.html) recuperado 25/03/2012

Oracle, (2012) <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk-7u1-download-513651.html> recuperado 19/04/2012



---

## Procedimiento para publicar en la revista Letras Con\*ciencia Tecno\*lógica

La revista “LETRAS CON-CIENCIA TECNO-LÓGICA” de la ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL, es una publicación de carácter tecnológico editada por el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología con apoyo del Comité de Investigaciones, que para su publicación debe cumplir con las siguientes políticas establecidas por el Comité Editorial, siguiendo las pautas a continuación referenciadas, establecidas por COLCIENCIAS<sup>1</sup> para cumplir con los estándares de publicaciones indexadas.

### **1. DE LAS SECCIONES CONSTITUYENTES DE LA REVISTA**

Las siguientes son las secciones que conformarán la revista, están directamente alineadas con las directrices actuales establecidas por el Consejo Académico en lo referente a la trayectoria investigativa que ha adelantado la Escuela Tecnológica - Instituto Técnico Central, por ende los artículos que se presenten para la publicación deben estar directamente relacionados con alguna de las secciones aquí relacionadas.

#### **Pedagogía y Didáctica de las Humanidades, el Arte, la Ciencia, la Técnica y la Tecnología.**

---

Esta sección está directamente relacionada con la función sustantiva de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, pretende fortalecer y reconocer el papel que tiene la pedagogía, la didáctica en el desarrollo de las humanidades, el arte, la ciencia, la técnica y la tecnología, así como las diferentes formas en que se incorpora en las organizaciones y su profunda relación con el crecimiento institucional y el desarrollo del país.

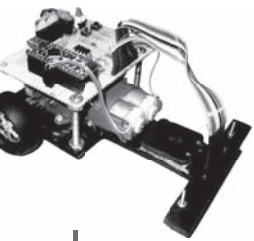
#### **Invención, Innovación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología**

---

Para esta sección se requiere considerar principalmente la orientación de la formación del talento humano hacia la invención, la innovación, el desarrollo

---

<sup>1</sup> COLCIENCIAS, <http://www.colciencias.gov.co>. Servicio Permanente de Indexación de Revistas CT+I Colombianas. Base Bibliográfica Nacional - BBN Publindex. Índice Bibliográfico Nacional Publindex – IBN Publindex. Agosto de 2006



---

técnico y tecnológico, la transferencia y generación de tecnología, involucrando las competencias profesionales y capacidades de gestión tecnológica y gestión del conocimiento para un desarrollo social, cultural y ambiental armónico, viable y sostenible. Su pertenencia y posicionamiento estarán dados por la inserción en el SNI especialmente en la relación con el sector productivo. Por el nivel de internacionalización y por la gestión académica y directiva orientada a alcanzar alta calidad.

### **Emprendimiento, Gestión y Desarrollo Empresarial**

---

Favorecer el desarrollo de la investigación aplicada industrialmente relevante en los campos tecnológicos y técnicos, para adelantar el análisis de las capacidades y las estrategias tecnológicas, para reconocer la importancia de la confianza (capital social) para consolidar un mayor desarrollo organizacional y obtener herramientas para el seguimiento de procesos de acción colectiva involucrados en la cadena productiva.

### **Tecnologías de Información y Comunicación – TIC**

---

Pretende determinar como la tecnología de la Información y comunicación (TIC) en la Institución y en las organizaciones pueden contribuir con la academia y también con el desarrollo del país partiendo del reconocer la sociedad del conocimiento – información, la influencia en las organizaciones y el gran desarrollo de las TIC y sus aplicaciones como herramienta de globalización económica y competitiva, sociedad del conocimiento y revolución científica y tecnológica, entre otras.

### **Gestión y Desarrollo Institucional**

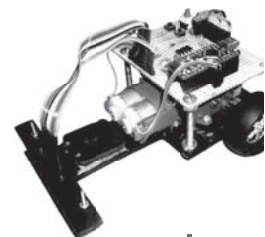
---

Consolidar la actualidad y prospectiva de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central para el desarrollo tecnológico, haciendo énfasis en la trayectoria investigativa de los cien años, formando profesionales industriales para el desarrollo del país.

## **2. DE LOS TIPOS DE DOCUMENTOS ACEPTADOS**

Siguiendo las políticas establecidas por COLCIENCIAS (1) para la indexación de las publicaciones técnicas en el índice Nacional de Publicaciones Científicas y Tecnológicas, podrán postularse los artículos inéditos de los siguientes tipos:





---

## **Artículo de investigación científica y tecnológica**

---

Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

---

## **Artículo de reflexión**

---

Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

---

## **Artículo de revisión**

---

Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo.

Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

---

## **Reporte de caso**

---

Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.

---

## **Revisión de tema**

---

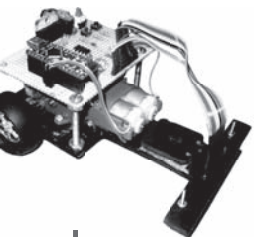
Documento resultado de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular.

---

## **Cartas al editor**

---

Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.



### **3. DEL LENGUAJE Y ESTILO APROPIADO PARA LA REDACCIÓN DE ARTÍCULOS**

El comité Editorial consideró establecer los siguientes aspectos en cuanto al lenguaje y estilo para la redacción de artículos:

Se hace necesario que los artículos sean escritos para una audiencia internacional, evitando la centralización excesiva en experiencias estrictamente locales o particulares.

Deben emplearse estructuras de oraciones simples, evitando las demasiado largas o complejas.

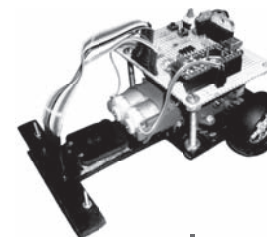
El vocabulario empleado debe ser básico y común. Los términos técnicos deben explicarse brevemente; así mismo el significado de las siglas debe presentarse la primera vez que aparecen en el texto.

Los autores son responsables de que su trabajo sea conducido de una manera profesional y ética.

### **4. DE LA EXTENSIÓN DE LOS DOCUMENTOS Y DEL FORMATO DE PRESENTACIÓN**

Los artículos postulados a la revista deben tener una extensión máxima de 20 páginas. El formato de presentación debe cumplir con los siguientes aspectos:

- La digitación debe realizarse en fuente de letra times New Roman de 12 puntos, a doble espacio una columna y todas las márgenes de 2 cms.
- El título del artículo deberá ser corto o dividido en título y subtítulo, atractivo para el lector potencial y escrito en mayúscula sostenida. Después de el deberá escribirse el nombre del autor (es), acompañado de los datos bibliográficos básicos a pie de página (profesión y universidad de la cual es egresado, títulos de postgrado, lugar de trabajo y dirección electrónica.
- Los documentos deben ser entregados en medio impreso y medio magnético, tamaño carta, elaborarse en Word 97, para Windows o superiores.
- Todas las figuras y tablas deben realizarse en tinta negra, ser incluidas en medio magnético, numerarse y titularse de manera clara.



Además, deben localizarse en el lugar más cercano a donde son citadas. Cuando se trate de figuras, deberá garantizarse su buena resolución en cualquier tipo de papel; para el caso de realización de tablas, se recomienda que éstas no sean insertadas como imágenes, considerando que en este formato no pueden ser modificadas.

- Cuando los artículos incluyen ecuaciones, éstas deben ser elaboradas en un editor de ecuaciones apropiado y compatible con el paquete de software “Indesing”.

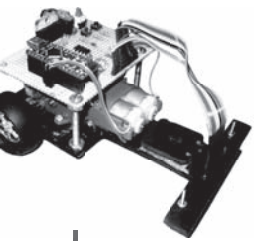
## **5. DE LA ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

El documento debe estar estructurado según los siguientes lineamientos:

- Para la presentación del contenido se recomienda la utilización de varios subtítulos, iniciando con uno de introducción y finalizando con otro de conclusiones.
- El texto del artículo debe acompañarse de un resumen de máximo 150 palabras traducido a inglés, cuatro palabras claves en español y cuatro palabras claves en inglés.
- Las notas de pie de página deben ser solamente de carácter aclaratorio.
- De acuerdo con la normatividad de la APA, la utilización de referentes bibliográficos en el texto del artículo deberá realizarse citando entre paréntesis el apellido del autor, el año de publicación del libro y la página.
- Las referencias bibliográficas completas solo deberán ser incluidas al final del artículo y deben comprender únicamente la literatura específica sobre el tema.
- Todas las referencias bibliográficas deben ordenarse alfabéticamente por el apellido del primer autor.

## **6. DE LA PERIODICIDAD DE LA PUBLICACIÓN Y DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN**

Se define por parte del comité editorial que la revista tendrá una periodicidad de publicación semestral, para lo cual se realizarán dos convocatorias anuales para la recepción de artículos. Los artículos serán recepcionados según las fechas establecidas por el comité editorial, siempre y cuando cumplan con todos los elementos citados en este documento.



---

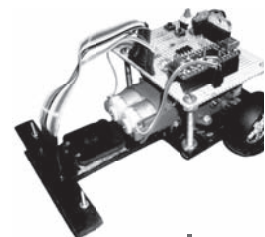
El profesional del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología o quien haga sus veces asistirá a los interesados en la estructuración, consolidación y presentación de artículos para publicación en la revista de acuerdo a las temáticas establecidas; para lo anterior utilizará y aprobará la lista de verificación que se presenta en el formato “*Formato de presentación de artículos*” INV-FO-01 y el formato de autorización de reproducción de textos INV-FO-03. Luego de su recepción, los textos recibidos serán sometidos a la evaluación del comité editorial en el formato INV-FO-02.

El Comité editorial toma las decisiones acerca de la prioridad de publicación de los artículos, considerando la alimentación adecuada de las diferentes secciones de la revista, el espacio total disponible y la extensión de cada artículo aceptado. En algunos casos, el comité podrá aceptar el artículo con algunas modificaciones, o puede sugerir una forma diferente de presentación u organización. En todos los casos las decisiones son notificadas en forma escrita, a manera de retroalimentación para los autores de los escritos.


## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

LAZCANO, Pablo (1994). Normas de publicación Internacional APA (American Psychological Association), Extraído de la World Wide Web: [http://www.academia.cl/ext/psicologia/archivos/normas\\_de\\_publicación\\_de\\_la\\_apo.htm](http://www.academia.cl/ext/psicologia/archivos/normas_de_publicación_de_la_apo.htm).

COLCIENCIAS, <http://www.colciencias.gov.co>. Servicio Permanente de Indexación de Revistas CT+I Colombianas. Base Bibliográfica Nacional - BBN Publindex. Índice Bibliográfico Nacional Publindex – IBN Publindex. Agosto de 2006.



## 7. CONTROL DE CAMBIOS:

 <b>ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL</b>		<b>FORMATO DE PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS - LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA REVISTA LETRAS CON*CIENCIA TECNO*LÓGICA</b>		CODIGO: INV- FO-01 VERSION: 2 PAGINA 1 DE 1 DOCUMENTO CONTROLADO	
<b>Nombre del Artículo</b>					
<b>Autor (es)</b>					
<b>Documento identificación</b>					
<b>Línea de investigación</b>					
<b>Sección de la revista</b>					
<b>Teléfono Contacto</b>		<b>Fecha de Entrega</b>			
				<b>SI</b>	<b>NO</b>
El documento se presenta a doble espacio y una Columna					
El documento tiene de 10 a 20 páginas completos, incluye mail y datos					
Se entrega copia Impresa					
Se entrega copia en medio magnético					
El texto se encuentra dividido adecuadamente					
(En caso de existir) Las figuras se encuentran realizadas en tinta negra					
(En caso de existir) Las ecuaciones fueron realizadas en un editor adecuado					
Se emplean referencias bibliográficas en el texto de acuerdo con las especificaciones					
Se emplea fuente de letra Times New Roman 12					
Los Nombres de los autores se encuentran citados junto con los datos bibliográficos básicos					
Se citan como mínimo cuatro (4) palabras claves en español, también traducidas en inglés					
Se presenta el resumen en español de máximo 150 palabras					
Se presenta Abstract en inglés					
Las figuras y tablas tienen títulos y se encuentran numeradas					
Se incluye un subtítulo de conclusiones					
Se incluyen referencias bibliográficas completas al final del documento, de acuerdo a especificaciones					
Adjunto fotografías relacionadas en el artículo ( Número de fotografías _____ )					
<b>Firma CITT</b>		<b>Firma Autores</b>			

