



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TÍTULO DE LA TESIS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**Ingeniero en Computación**

PRESENTA:

**Julio César Guzmán Villanueva**

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Stalin Muñoz Gutierrez



México, D.F., 2014



*A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad, por la formación que me han dado.  
Es gracias a ustedes que es posible el presente trabajo.  
En verdad, gracias.  
Yo.*



# Reconocimientos

---

También quisiera reconocer a ... por ... UNAM Mobile por su formación blah blah blah, a Val, a Leo y a Jacob por sus aportaciones a esta tesis, a Jesus y a Marco por la plantilla en LaTeX, a Stalin por sus asesorías... etc. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



# Declaración de autenticidad

---

Por la presente declaro que, salvo cuando se haga referencia específica al trabajo de otras personas, el contenido de esta tesis es original y no se ha presentado total o parcialmente para su consideración para cualquier otro título o grado en esta o cualquier otra Universidad. Esta tesis es resultado de mi propio trabajo y no incluye nada que sea el resultado de algún trabajo realizado en colaboración, salvo que se indique específicamente en el texto.

Julio César Guzmán Villanueva. México, D.F., 2014





# Resumen

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



# Índice general

---

Índice de figuras	XIII
Índice de tablas	XV
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Presentación . . . . .	1
1.2. Objetivo . . . . .	1
1.3. Motivación . . . . .	1
1.4. Planteamiento del problema . . . . .	2
1.5. Metodología . . . . .	2
1.6. Contribuciones . . . . .	2
1.7. Estructura de la tesis . . . . .	3
<b>2. Marco teórico</b>	<b>5</b>
<b>3. Definiciones</b>	<b>7</b>
3.1. Black Scholes . . . . .	7
3.2. Bayes . . . . .	7
3.3. Meta-algoritmos . . . . .	7
3.3.1. Algoritmo evolutivo ( Meta algoritmo ) - Non Sorted Genetic Algorithm II . . . . .	7
3.3.1.1. Codificador . . . . .	7
3.3.1.2. Decodificador . . . . .	7
3.4. Algoritmos . . . . .	7
3.4.1. Red neuronal con retropropagación . . . . .	7
<b>4. El juego</b>	<b>9</b>
4.1. El juego (Reto actinver) . . . . .	9
4.2. Bolsa . . . . .	9
4.3. Broker . . . . .	9
4.4. Mercado . . . . .	9
4.5. Agente . . . . .	10
4.5.1. Propiedades y metodos del agente . . . . .	10

## ÍNDICE GENERAL

---

4.6.	Mundo real . . . . .	10
4.7.	Utilidad Horizonte Infinito . . . . .	10
4.8.	Instrumentos financieros: Acciones y otros... . . . .	10
<b>5.</b>	<b>Bolsa mexicana de valores</b>	<b>11</b>
5.1.	Bolsa mexicana de valores . . . . .	11
5.2.	Mercado . . . . .	11
5.2.1.	Etapas del mercado . . . . .	11
5.2.2.	Posturas en la bolsa mexicana de valores . . . . .	11
5.2.2.1.	Limitada . . . . .	12
5.2.2.2.	A mercado pura . . . . .	12
5.2.2.3.	Mercado con protección . . . . .	12
5.2.2.4.	Al cierre ( Etapa 1 y 2 ) . . . . .	12
5.2.2.5.	Mejor postura limitada . . . . .	12
5.2.2.6.	Precio medio . . . . .	12
5.2.2.7.	Precio Promedio del dia . . . . .	12
5.2.3.	Mercado . . . . .	12
5.2.3.1.	Segmentos del mercado . . . . .	12
5.2.4.	Opciones . . . . .	12
5.2.4.1.	Call option . . . . .	13
5.2.4.2.	Put option . . . . .	13
5.2.4.3.	Go short . . . . .	13
5.2.5.	Go long . . . . .	13
5.2.6.	Stop order . . . . .	13
<b>6.</b>	<b>Diseño del experimento</b>	<b>15</b>
6.1.	Sección . . . . .	15
6.1.1.	Subsección . . . . .	15
6.1.2.	Subsección . . . . .	15
<b>7.</b>	<b>Análisis de Resultados</b>	<b>17</b>
7.1.	Resultados . . . . .	17
7.2.	Comparación con otros algoritmos . . . . .	18
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>21</b>
<b>A.</b>	<b>Apendice ejemplos de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</b>	<b>23</b>
A.1.	Ejemplo de sección en color azul . . . . .	23
A.2.	Ejemplo de tablas . . . . .	23
A.3.	Ejemplo de MATLAB (según Jesús) . . . . .	24
A.4.	Ejemplo de citas . . . . .	24
A.5.	Ejemplo de pseudocódigo . . . . .	24
A.6.	Ejemplo de figuras . . . . .	24
A.7.	Matrices and other arrays in L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	25

<b>B. Apendice Matemático</b>	<b>27</b>
B.1. Matrices . . . . .	27
B.2. Algebra Lineal . . . . .	27
B.3. Procesos estocasticos . . . . .	27
B.4. Cálculo Vectorial . . . . .	27
<b>C. Apendice de Inteligencia Artificial</b>	<b>29</b>
C.1. Redes Neuronales . . . . .	29
C.1.1. Perceptron . . . . .	29
C.1.2. Redes neuronales multicapa . . . . .	29
C.2. Agentes . . . . .	29
C.3. Algoritmos geneticos/evolutivos . . . . .	29
C.3.1. NSGA-II . . . . .	29
C.4. Cadenas de Markov . . . . .	29
C.5. Inteligencia de colmena . . . . .	29
C.6. Análisis de sentimiento . . . . .	29
C.7. Rationality . . . . .	29
<b>D. Apendice de Game Theory</b>	<b>31</b>
D.1. Game Theory . . . . .	32
D.2. Types of games . . . . .	32
D.2.1. Cooperative or non-cooperative . . . . .	32
D.2.2. Symmetric and asymmetric . . . . .	32
D.2.3. Zero-sum and non-zero-sum . . . . .	32
D.2.4. Simultaneous and sequential . . . . .	32
D.2.5. Perfect information and imperfect information . . . . .	32
D.2.6. Combinatorial games . . . . .	32
D.2.7. Infinite long games . . . . .	32
D.2.8. Discrete and continuous games . . . . .	32
D.2.9. Differential games . . . . .	32
D.2.10. Many-player and population games . . . . .	32
D.2.11. Stochastic outcomes (and relation to other fields) . . . . .	32
D.2.12. Metagames . . . . .	32
D.3. Collective intentionality . . . . .	32
<b>E. Apendice de métodos bayesianos en finanzas</b>	<b>33</b>
E.1. Conceptos.(Incluir indice) . . . . .	33
<b>Bibliografía</b>	<b>35</b>



# Índice de figuras

---

A.1. Descripción de la planta . . . . .	25
-----------------------------------------	----





# Índice de tablas

---

A.1. Parámetros dinámicos del carro-péndulo . . . . .	23
-------------------------------------------------------	----



# Introducción

---

## 1.1. Presentación

El mercado bursatil es todo un tema de estudio... blah blah blah Analisis cuantitativo surgió blah blah blah.... Computational Finance blah blah blah.... Oportunidades de investigación... Como esta dividido el mercado bursatil... high frequency trading, brokers, casas de bolsa, otros servicios, noticias. ¿dónde queda el inversionista comun y corriente como posible cliente?... minimizar el riesgo, maximizar la utilidad...

El mercardo bursatil . El analisis cuantitativo surgió como una herramienta para ...  
Algoritmos geneticos....  
Redes neuronales....

## 1.2. Objetivo

Este trabajo tiene por objetivo crear un algoritmo que maximize la probabilidad de ganar un juego finito con numero de jugadores finitos, estocastico con información ¿imperfecta?.

## 1.3. Motivación

Inspirado en el control evolutivo... blah blah blah.... Oportunidades de investigación..

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat.

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.4. Planteamiento del problema

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.5. Metodología

Se tiene un objetivo principal, y para llegar a él

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.6. Contribuciones

La principal contribución de este trabajo es...

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing

elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 1.7. Estructura de la tesis

Este trabajo está dividido en XX capítulos. Al principio se encuentra ... Finalmente se encuentra la parte de ...



## Marco teórico

---

En este capítulo, normalmete se ponen todas las ecuaciones que se van a usar en la tesis, así ya nomás se hace rferencia a la ecuación tal o çomo se vió en el capítulo 2”, y esas cosas.





## Definiciones

---

### 3.1. Black Scholes

¿Qué es Black Scholes?

¿Qué puedo valorar con Black Scholes?

### 3.2. Bayes

### 3.3. Meta-algoritmos

#### 3.3.1. Algoritmo evolutivo ( Meta algoritmo ) - Non Sorted Genetic Algorithm II

##### 3.3.1.1. Codificador

##### 3.3.1.2. Decodificador

### 3.4. Algoritmos

#### 3.4.1. Red neuronal con retropropagación



# El juego

---

Definicion del juego

## 4.1. El juego (Reto actinver)

Las reglas del reto actinver.

## 4.2. Bolsa

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 4.3. Broker

## 4.4. Mercado

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim

## 4. EL JUEGO

---

nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 4.5. Agente

#### 4.5.1. Propiedades y metodos del agente

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 4.6. Mundo real

### 4.7. Utilidad Horizonte Infinito

### 4.8. Instrumentos financieros: Acciones y otros...

# Bolsa mexicana de valores

---

En esta sección se definirá matemáticamente conceptos de la bolsa mexicana de valores, considerando las definiciones antes descritas. Tambien se dará una breve descripción para entender el sentido matematico.

## 5.1. Bolsa mexicana de valores

La bolsa mexicana de valores es... blah blah blah... que tiene una definición matemática dada por mi... un conjunto de reglas, un historial, estados...  $R$

## 5.2. Mercado

### 5.2.1. Etapas del mercado

¿Qué es un mercado?

¿Qué clases de sesiones existen?

En las sesiones de remate se consideran las siguientes etapas operativas:...

Horarios y etapas de la bolsa mexicana de valores.

### 5.2.2. Posturas en la bolsa mexicana de valores

Aqui se explica que es una postura y sus atributos.

1. Vigencia 2. Volumen oculto 3. Volumen minimo de ejecución 4. Venta en corto  
Datos para ingreso y cancelación de posturas...

### 5.2.2.1. Limitada

### 5.2.2.2. A mercado pura

### 5.2.2.3. Mercado con protección

### 5.2.2.4. Al cierre ( Etapa 1 y 2 )

### 5.2.2.5. Mejor postura limitada

### 5.2.2.6. Precio medio

### 5.2.2.7. Precio Promedio del día

### 5.2.3. Mercado

Medio que permite a compradores y vendedores de un bien o servicio.

### 5.2.3.1. Segmentos del mercado

### 5.2.4. Opciones

Definition of 'Option'

A financial derivative that represents a contract sold by one party (option writer) to another party (option holder). The contract offers the buyer the right, but not the obligation, to buy (call) or sell (put) a security or other financial asset at an agreed-upon price (the strike price) during a certain period of time or on a specific date (exercise date).

Call options give the option to buy at certain price, so the buyer would want the stock to go up.

Put options give the option to sell at a certain price, so the buyer would want the stock to go down.

Investopedia explains 'Option'

Options are extremely versatile securities that can be used in many different ways. Traders use options to speculate, which is a relatively risky practice, while hedgers use options to reduce the risk of holding an asset.

In terms of speculation, option buyers and writers have conflicting views regarding the outlook on the performance of an underlying security.

For example, because the option writer will need to provide the underlying shares in the event that the stock's market price will exceed the strike, an option writer that sells a call option believes that the underlying stock's price will drop relative to the option's strike price during the life of the option, as that is how he or she will reap maximum profit.

This is exactly the opposite outlook of the option buyer. The buyer believes that the underlying stock will rise, because if this happens, the buyer will be able to acquire the stock for a lower price and then sell it for a profit.

#### **5.2.4.1. Call option**

Opción de comprar a cierto precio

#### **5.2.4.2. Put option**

Opción de vender a cierto precio.

#### **5.2.4.3. Go short**

Acción de pedir prestado para comprar una acción con la intención de que suba de precio.

#### **5.2.5. Go long**

Acción de comprar una acción con la intención de que suba su precio.

#### **5.2.6. Stop order**

Es un threshold en el cual se vende la acción

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.





## Diseño del experimento

---

En este capítulo, se presenta la introducción al desarrollo de la tesis, ya sea el modelo matemático o las bases del proyecto, etc.

### 6.1. Sección

#### 6.1.1. Subsección

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### 6.1.2. Subsección

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a,

## 6. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

---

turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Análisis de Resultados

---

### 7.1. Resultados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 7.2. Comparación con otros algoritmos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat.

Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## Conclusiones

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.





# Apendice ejemplos de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

---

## A.1. Ejemplo de sección en color azul

## A.2. Ejemplo de tablas

Antes de comenzar, se definen en la tabla [A.1](#) los parámetros y variables utilizadas

Nombre Parámetro/Variable	Símbolo
Masa del péndulo	$m$
Masa del carro	$M$
Distancia del eje de giro al centro de masa	$l$
Aceleración gravitatoria	$g$
Momento de inercia péndulo respecto del eje de giro	$J$
Ángulo del péndulo respecto del eje vertical	$\theta$
Velocidad angular del péndulo	$\dot{\theta}, \omega$
Distancia del carro respecto al centro del riel	$x$
Velocidad del carro	$\dot{x}, v$

**Tabla A.1: Parámetros dinámicos del carro-péndulo** - Estos son los valores de parámetros utilizados en el diseño y las simulaciones, corresponden a los valores reales.

### A.3. Ejemplo de MATLAB (según Jesús)

```
% Declaracion de las variables simbolicas
syms u z1 z2 z3 z4 J m M g l
% Matrices involucradas
E = [J+m*l*l m*l*cos(z1);m*l*cos(z1) M+m]
F = [m*g*l*sin(z1);u+m*l*(z3*z3)*sin(z1)]
% Despeje
V = E\F
```

### A.4. Ejemplo de citas

Ejemplo de cita 1 (1)

Ejemplo de cita 2 (2)

Ejemplo de cita 3 (3)

### A.5. Ejemplo de pseudocódigo

**Data:** this text

**Result:** how to write algorithm with L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2e  
initialization;

```
while not at end of this document do
    read current;
    if understand then
        go to next section;
        current section becomes this one;
    else
        go back to the beginning of current section;
    end
end
```

**Algorithm 1:** How to write algorithms

### A.6. Ejemplo de figuras

La figura [A.1](#) ilustra los componentes de la planta.



**Figura A.1:** Descripción de la planta

## A.7. Matrices and other arrays in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Matrices and other arrays are produced in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X using the **array** environment. For example, suppose that we wish to typeset the following passage:  
The *characteristic polynomial*  $\chi(\lambda)$  of the  $3 \times 3$  matrix

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$$

is given by the formula

$$\chi(\lambda) = \begin{vmatrix} \lambda - a & -b & -c \\ -d & \lambda - e & -f \\ -g & -h & \lambda - i \end{vmatrix}.$$

We can therefore obtain the above formula by typing

$$|x| = \begin{cases} x & \text{if } x \geq 0; \\ -x & \text{if } x < 0. \end{cases}$$



## Apendice Matemático

---

**B.1. Matrices**

**B.2. Algebra Lineal**

**B.3. Procesos estocásticos**

**B.4. Cálculo Vectorial**



## Apendice de Inteligencia Artificial

---

### C.1. Redes Neuronales

#### C.1.1. Perceptron

#### C.1.2. Redes neuronales multicapa

### C.2. Agentes

### C.3. Algoritmos geneticos/evolutivos

#### C.3.1. NSGA-II

### C.4. Cadenas de Markov

### C.5. Inteligencia de colmena

### C.6. Análisis de sentimiento

### C.7. Rationality







## Apendice de Game Theory

---

### D.1. Game Theory

### D.2. Types of games

#### D.2.1. Cooperative or non-cooperative

#### D.2.2. Symmetric and asymmetric

#### D.2.3. Zero-sum and non-zero-sum

#### D.2.4. Simultaneous and sequential

#### D.2.5. Perfect information and imperfect information

#### D.2.6. Combinatorial games

#### D.2.7. Infinite long games

#### D.2.8. Discrete and continuous games

#### D.2.9. Differential games

#### D.2.10. Many-player and population games

#### D.2.11. Stochastic outcomes (and relation to other fields)

#### D.2.12. Metagames

### D.3. Collective intentionality

# Apéndice de métodos bayesianos en finanzas

---

## E.1. Conceptos.(Incluir índice)



## Bibliografía

---

- [1] LESLIE LAMPORT. *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison-Wesley, 1986. [24](#)
- [2] CHARLES LOUIS XAVIER JOSEPH DE LA VALLÉE POUSSIN. A strong form of the prime number theorem, 19th century. [24](#)
- [3] MULTIMEDIA LLC. **MS Windows NT Kernel Description**, 1999. [24](#)