

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

**Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas**

**Escuela Profesional de Informática**



**Diseño de un agente inteligente para el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes.**

**Bch. Carlos Eduardo Plasencia Prado**

**Bch. Piere Andre Ruiz Alba**

**Trujillo - La Libertad**

**2018**

**DISEÑO DE UN AGENTE INTELIGENTE PARA EL  
RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES FACIALES EN  
SECUENCIAS DINÁMICAS DE IMÁGENES**

**CARLOS EDUARDO PLASENCIA PRADO**

**PIERE ANDRE ALBA RUIZ**

**DISEÑO DE UN AGENTE INTELIGENTE PARA EL  
RECONOCIMIENTO DE EXPRESIONES FACIALES EN  
SECUENCIAS DINÁMICAS DE IMÁGENES**

Tesis presentada a la Escuela Profesional de Informática en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, como requisito parcial para la obtención del Título profesional de Ing. Informático

**ASESOR: JUAN ORLANDO SALAZAR CAMPOS**

Trujillo - La Libertad

2018

# **HOJA DE APROBACIÓN**

## **Diseño de un agente inteligente para el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes.**

Carlos Eduardo Plasencia Prado

Piere Andre Ruiz Alba

Tesis defendida y aprobada por el jurado examinador:

---

Prof. Juan O. Salazar Campos - Asesor  
Departamento de Informática - UNT

---

Prof. Edwin R. Mendoza Torres.  
Departamento de Informática - UNT

---

Prof. Iris A. Cruz Florián  
Departamento de Informática - UNT

Trujillo, 23 de diciembre del 2018

## **Dedicamos esta tesis a :**

*Nuestros Padres que siempre nos apoyaron en todo el transcurso de nuestra formacion academica.*

*Nuestros Profesores que nos guiaron en esta etapa universiaria, especialmente a nuestro asesor.*

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios por habernos bendecido en toda mi vida ....

A nuestros profesores del Departamento de Informática, de los cuales recibimos una gran cantidad de conocimientos . . .

A nuestro asesor Prof. Juan Orlando Salazar Campos que siempre se mostro disponible e interesado en ayudarnos.

# Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño de un agente inteligente que permita el reconocimiento de expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes, el agente inteligente debe analizar las imágenes y mediante el uso de algoritmos permitirá la ubicación de rostros, luego de las imágenes se extraen los rasgos faciales del rostro de la persona, para identificar expresiones como pueden ser una sonrisa, un guiño, entre otros, todo esto es captado en una secuencia dinámicas de imágenes por una cámara, para luego compararlas con nuestros patrones determinados, los cuales están guardados en una base de datos, posteriormente mediante el uso de una red neuronal se realizará una comparación con las imágenes captadas de la secuencia, para que nuestro agente inteligente pueda reconocer a la persona.

**Palabras claves:** reconocimiento, expresiones faciales, agente inteligente.

# Abstract

The present work aims at the design of an intelligent agent that allows the recognition of facial expressions and dynamic sequences of images, the intelligent agent must analyze the images and by using algorithms allow the location of faces, after the images are extracted The facial features of the person, to identify expressions such as a smile, a wink, among others, all this is chained and a sequence of images by a camera, then In a database, after the use of a Red neuron we make a comparison with the images captured from the sequence, so that our intelligent agent can recognize the person.

**Keywords:** recognition, facial expressions, intelligent agent.



# Lista de símbolos

Constantes:

- (1)  $r, \bar{r}$       Índice que denota regiones.
- (2)  $n$       Índice de bienes finales deseados por los consumidores.
- (3) ...

Variables:

- (5)  $x^r$       Vector columna que denota la actividad de producción.
- (6)  $u^r$       ...

# Índice de figuras

2.1. Los agentes interactúan con los entornos a través de sensores y actuadores. . . . .	11
2.2. Aspectos claves para el desarrollo sustentable. . . . .	12
2.3. Logística reversa incluida en el desarrollo sustentable. . . . .	13
3.1. Esquema del proceso de colecta y transporte de RSU. . . . .	17

# Índice de tablas

1.1. Estimativa en los programas de colecta selectiva formal (2008) . . . . .	3
2.1. Resultados computacionales obtenidos en el modelo de Sterle (2010) . . . . .	15

# Índice general

<b>Dedicatoria</b>	<b>IV</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>V</b>
<b>Resumen</b>	<b>VI</b>
<b>Abstract</b>	<b>VII</b>
<b>Lista de símbolos</b>	<b>VIII</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>X</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	2
1.2. Formulación del problema . . . . .	3

1.3.	Importancia de la investigación . . . . .	3
1.4.	Objetivos . . . . .	3
1.4.1.	General . . . . .	4
1.4.2.	Específicos . . . . .	4
1.5.	Contribución de la investigación . . . . .	4
1.6.	Método de la investigación . . . . .	5
1.7.	Estructura de la tesis . . . . .	8
<b>2.</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>10</b>
2.1.	Agentes Inteligentes . . . . .	10
2.1.1.	Definición . . . . .	10
2.1.2.	Heurísticas y metaheurísticas . . . . .	11
2.2.	Sustentabilidad . . . . .	11
2.3.	Logística directa y reversa . . . . .	12
2.3.1.	Logística directa . . . . .	12
2.3.2.	Logística reversa . . . . .	13
2.3.2.1.	Modelos . . . . .	13
2.4.	Modelamiento y ruteo . . . . .	13
2.4.1.	Modelos utilizados en los problemas de ruteo de vehículo . . . . .	14

<b>3. Nombre de la propuesta o tema central de la tesis</b>	<b>16</b>
3.1. Proceso de modelamiento . . . . .	17
3.1.1. Proceso de ruteo . . . . .	17
<b>4. Resultados de la tesis</b>	<b>18</b>
4.1. Teóricos . . . . .	18
4.2. Computacionales . . . . .	18
<b>5. Consideraciones finales</b>	<b>19</b>
5.1. Conclusiones . . . . .	19
5.2. Trabajos futuros . . . . .	20
<b>A. Primer apendice</b>	<b>23</b>
<b>B. Segundo apendice</b>	<b>24</b>
<b>C. Tercer apendice</b>	<b>25</b>

# Capítulo 1

## Introducción

El Reconocimiento de expresiones faciales es una técnica que ayuda a muchas áreas como la psicología, seguridad y la informática entre otras .

En la actualidad, la sociedad considera de mucha importancia contar con sistemas basados el reconocimiento de expresiones faciales en secuencia de imágenes en diferentes aspectos de nuestra vida diaria, por esto se ha convertido en un reto de la tecnología contemporánea debido a las inmensas aplicaciones que abarca el tema y a la sofisticada que es su técnica, ya que las aplicaciones desarrolladas no son muy eficientes y eficaces debido a la gran variedad de características del rostro y a las condiciones del medio. Una secuencia dinámica de imágenes como medio de almacenamiento nos brindaría más datos que ayudarían a un mejor reconocimiento.

En el capítulo I, Planteamiento de la investigación, se describe la problemática a la que nos enfrentamos, los antecedentes de este problema, formulándonos así una hipótesis que solucione dicha problemática, además se enuncian los objetivos y las justificaciones de la investigación.

En el Marco teórico (capítulo II) se describe los fundamentos bases, que nos otorgó una visión completa de los temas abarcados en la investigación. El capítulo III se habla acerca de los materiales y métodos, se detalla la población y muestra como también las técnicas, instrumentos y fuentes usados para llevar a cabo las pruebas experimentales, además se especifican el diseño de contrastación e indicadores, los cuales son útiles para la interpretación de resultados. En el capítulo IV veremos el desarrollo Metodológico, se seleccionaron las técnicas adecuadas para la implementación del Sistema de reconocimiento. Seguidamente en el capítulo de Resultados, se obtuvieron los valores de los indicadores propuestos en la investigación.

## **1.1. Motivación**

### **Ejemplo:**

De esta forma, los sistemas integrados para el manejo, tratamiento y disposición final de los RSU que ya existen en diversas ciudades y capitales de los países desarrollados, se hacen referencias para la investigación y justifican posibles adaptaciones para la realidad brasileña con el objetivo de que las ciudades sean ambientes más sustentables y competitivos.

Por lo tanto, se puede concluir que realmente existe una necesidad para planificar y modelar una red logística reversa que atienda a las necesidades de una región urbana y que contribuya con la adecuada disposición de los residuos urbanos. A partir del modelamiento es posible estructurar el sistema organizacional, gerencial, operacional y de información de toda la red de



logística reversa, y todas las otras acciones que fueron descritas en los párrafos anteriores.

## 1.2. Formulación del problema

En este trabajo, se propone diseñar un agente inteligente para responder a la siguiente pregunta:

¿Cómo reconocer expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes?

## 1.3. Importancia de la investigación

**Ejemplo:**

Tabla 1.1: Estimativa en los programas de colecta selectiva formal (2008)

Residuos	Residuos colectados(t/día)	Residuos reciclados(t/año)
Metales	5 293	9 817
Papeles	23 997	3 827
Plástico	24 847	962
Vidrio	4 388	489

Fuente: MMA (2011).

## 1.4. Objetivos

A continuación presentamos los objetivos que aspiramos alcanzar con el desarrollo de esta tesis:

### **1.4.1. General**

- Reconocer expresiones faciales en secuencias dinámicas de imágenes mediante un agente inteligente.

### **1.4.2. Específicos**

- a) Obtener un tiempo de reconocimiento menor a 5s.
- b) Desarrollar un agente inteligente con un nivel de sensibilidad del 90
- c) Obtener una tasa de reconocimiento de expresiones faciales mayor al 95
- d) Determinar los resultados de aplicar el reconocimiento del agente a un conjunto de expresiones faciales seleccionadas.

## **1.5. Contribución de la investigación**

El trabajo a desarrollar aporta al área computación ya que pretende investigar nuevas técnicas en procesamiento de imágenes y en procesamiento de secuencia de imágenes que puedan ser aplicadas a distintas áreas o actividades como seguridad, control, etc.

El presente trabajo académicamente permite poner en practica los conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica y profesional permitiéndonos validar y aportar a la solución de problemas con lo aprendido en materias de la carrera.

## 1.6. Método de la investigación

De acuerdo con Lara Muñoz (2013), para el desarrollo del método debe presentarse un bosquejo de la manera en que se propone llevar a cabo la investigación, es decir, el camino a seguir o los pasos a seguir para realizar una cosa. Cuando mas complejo sea el bosquejo más fácil se desarrollará el proceso de investigación. Se utiliza el vocablo método en vez de metodología, ya este último se considera equivocado, en el sentido en que se le utiliza comúnmente en informes de investigación.

Los tipos de método a usar para TG en informática se considera:

- a) **Método deductivo:** Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etc., de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.
- b) **Método cuantitativo:** Se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva, es decir, estudia fenómenos susceptibles de cuantificación y utiliza pruebas estadísticas para el análisis de datos. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados.

Por lo tanto, plantear el objeto de estudio, el diseño de investigación a usar, las técnicas de recolección de la información a ser utilizadas, definir la población y tamaño de la muestra que debe ser representativa y necesaria para hacer generalizaciones, **etapas del estudio** y análisis estadístico. El método de estudio entre otras cosas se refiere a la secuencia de pasos que se sigue para alcanzar los objetivos trazados, considerando los métodos deductivo y cuantitativo.

**Ejemplo:**

Para llegar a los objetivos propuestos, el desarrollo de la investigación comprendió las siguientes etapas de trabajo a saber:

- a) Análisis del problema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Brasil, para comprender la situación actual y levantar los principales cuellos de botella. Además, definir las principales variables de decisión para el modelamiento;
- b) Levantamiento de los principales casos de éxito en la gestión de RSU en las ciudades brasileras y de otros países;
- c) Formulación del problema principal de la investigación, justificando su importancia;
- d) Levantamiento bibliográfico de los diferentes temas necesarios para la elaboración de la investigación, tales como Leyes de RSU, sustentabilidad, ruteo, logística urbana, logística reversa y gestión de residuos, entre otros;

- e) Estudio y análisis de los modelos de ruteo, logística urbana y logística reversa que contribuyan con el estado de arte del problema formulado;
- f) Estudio y análisis de los métodos de solución para resolver los modelos evaluados en la revisión bibliográfica, así como los modelos que serán propuestos en este estudio;
- g) Investigación y estudio de software libre que permita el teste de los modelos estudiados y la implementación de los modelos desarrollados en la investigación;
- h) Testes y validación de los modelos estudiados con la herramienta computacional escogida;
- i) Planificación del sistema de logística reversa para la sustentabilidad en el contexto de la logística urbana, por medio del desarrollo del modelamiento matemático del Sistema de Colecta Selectiva (ruteo) y de Transporte de los RSU hacia los centros especializado para que sean reciclados, reutilizados o rechazados;
- j) Elección de un área urbana para que sea utilizada como estudio de caso, tanto para los testes de los modelos estudiados como de los modelos desarrollados;
- k) Levantamiento de los datos necesarios para validar y testar los modelos junto a los organismos responsables y organizaciones que participan directa e indirectamente en este campo de trabajo;

- l) Levantamiento de premisas y simulación de datos para ejecutar los programas, es decir, muchas veces las bases de datos reales que se encuentran son incompletas y por un determinado dato no se puede ejecutar el programa, en este caso, esas informaciones son llenadas por medio de simulaciones de datos considerando la experiencia del analista de sistemas;
- m) Testes y validación de los modelos desarrollados en la ciudad escogida por medio de la generación de escenarios alternativos.

## **1.7. Estructura de la tesis**

### **Ejemplo:**

El presente trabajo está dividido en seis capítulos. El primer capítulo presenta los aspectos generales del tema tratado: la formulación del problema, importancia de la investigación, los objetivos, la contribución, además del método de la investigación y la estructura de la tesis.

En el capítulo dos se presenta el referencial teórico, soporte del tema, contemplando los conceptos de sustentabilidad urbana, logística directa y reversa, modelamiento y ruteo. Los modelos reportados por literatura especializada fueron programados con CPLEX.

El tercer capítulo trata del tema central de la tesis, diseñándose los modelos respectivos propuestos...

En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos en la investigación. En el capítulo

cinco se presentan las consideraciones finales obtenidas en esta tesis. Inicialmente se presentan las conclusiones, seguida de las recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas al tema en cuestión.

Finalmente las referencias bibliográficas usadas para la investigación en esta tesis y los anexos donde se presentan los programas elaborados y en apéndice un pequeño glosario de ciertos términos usados en esta investigación.

# Capítulo 2

## Marco teórico

### 2.1. Agentes Inteligentes

#### 2.1.1. Definición

Según Russell and Norvig (2010) un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medio ambiente mediante sensores y actuar en ese medio mediante actuadores, También dan el ejemplo de un agente de software que recibe pulsaciones de teclas, contenido de archivos y paquetes de red como entradas sensoriales y actúa sobre el entorno al mostrar información en la pantalla, escribir archivos o enviar paquetes de red. Para efectuar el reconocimiento de expresiones faciales los sensores está representado por la cámara que obtiene las secuencias dinámicas de imágenes y dependiendo del reconocimiento mostrará en pantalla un resultado.



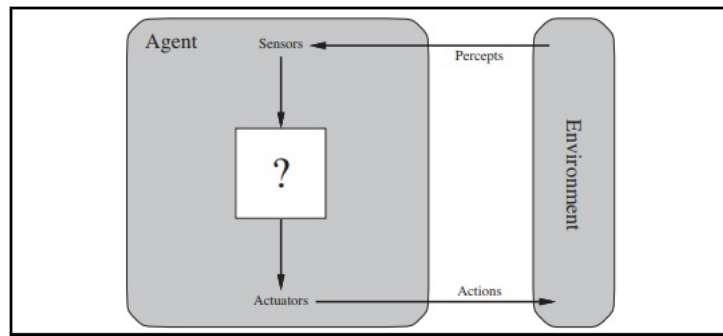


Figura 2.1: Los agentes interactúan con los entornos a través de sensores y actuadores.

Fuente: Russell and Norvig (2010)

### 2.1.2. Heurísticas y metaheurísticas

## 2.2. Sustentabilidad

### Ejemplo:

La configuración, característica, jurisdicción administrativa, relaciones económicas, sociales y ambientales de un espacio urbano se define por la población y por la función que ella desarrolla en un área geográfica o región (Bugliarello, 2006). De este modo las ciudades son sistemas dinámicos que interactúan continua y constantemente con su medio ambiente, acompañando las características, perfil, cultura y ritmo de desarrollo económico y social de su población. Los medios de transporte juegan un papel importante en tal ritmo de desarrollo de las ciudades, ya que ellos tienen como función relacional los factores poblacionales con los factores uso del suelo.

El desarrollo sustentable, (Figura 2.1), estará garantizado si se consideran tres aspectos fundamentales: económico, social y ambiental, donde la intersección de estos aspectos garantiza la calidad de vida en el espacio urbano y el equilibrio en las clases sociales en busca del bienestar (Tanguay et al., 2010).



Figura 2.2: Aspectos claves para el desarrollo sustentable.  
Fuente: Tanguay et al. (2010)

## 2.3. Logística directa y reversa

### 2.3.1. Logística directa

#### Ejemplo:

Ghiani et al. (2004) entienden que la logística trata de la planificación y control de los flujos de materiales e informaciones relacionadas en las organizaciones, tanto en los sectores público y privado. Además su misión es hacer la entrega de los productos correctos, en el local correcto y en la hora correcta, optimizando los costos operacionales totales del proceso. satisfaciendo un

determinado conjunto de restricciones o condiciones.

### 2.3.2. Logística reversa

#### Ejemplo:

En los años 90 se presentaron definiciones generales las cuales vienen siendo mejoradas. Dekker et al. (2003) presenta una mejora en la definición de logística reversa como "el proceso de planificación, implementación y control de los flujos de materias-primas, en procesos de inventarios y bienes acabados, desde el punto de fabricación, distribución o uso, hacia el punto de recuperación o de eliminación".

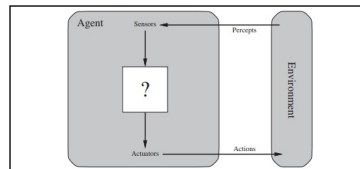


Figura 2.3: Logística reversa incluida en el desarrollo sustentable.

Fuente: Adaptación de Tanguay et al. (2010)

#### 2.3.2.1. Modelos

### 2.4. Modelamiento y ruteo

#### Ejemplo:

El modelamiento matemático es una alternativa para expresar formalmente hechos reales que pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones. El modelamiento permite la simula-

ción de procesos y de escenarios con la introducción de índices de desempeño que permitan cuantificar los costos y beneficios de la implementación del sistema, la mejoría de la sustentabilidad urbana y por supuesto los índices de contaminación en las grandes ciudades y su impacto en todo el medio ambiente.

#### **2.4.1. Modelos utilizados en los problemas de ruteo de vehículo**

##### **Ejemplo:**

El problema de ruteo de vehículos (Ombuki et al., 2006; Yeun et al., 2008) y sus variantes han ganado mucho interés en la comunidad académica. La intención de estar más cerca a la realidad mediante el modelamiento matemático, hace que se hayan desarrollado nuevos modelos de optimización.

Según Sterle (2010) el primer nivel de la red comprende la distribución de la carga desde las plataformas hasta las unidades satélites, utilizando vehículos de carga de mayor tamaño (g). El segundo nivel, consiste en montar rutas desde las unidades satélites hasta los clientes, usando para este caso vehículos de menor tamaño (v). El modelo de localización y ruteo de vehículos para la distribución de carga propuesto por el autor, además de hacer la conexión de los dos niveles y estudiar su inter relación y dependencia, el modelo busca determinar la cantidad necesaria de plataforma y de unidades satélites considerando el tamaño y dimensionamiento de la flota para el ruteo en dos niveles.

Tabla 2.1: Resultados computacionales obtenidos en el modelo de Sterle (2010)

Escenarios	Demanda cliente (ton.)	Tiempo (min.)	Costo (\$)
1	P1:1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1	0.12	667.42
2	P1:1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1; P:4; P7:3	56.54	1744.35
3	P1: 1; P2:2; P3:2; P4:2; P5:1; P6: 4; P7:3; P8:2; P9:2	287.70	1750.72
4	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46
5	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46
6	P1:1; P2:2; P3: 2; P4:2; P5:1; P6:4; P7:3; P8:2; P9:2; P10:1	1848.57	1773.46

Fuente: Resultados obtenidos con CPLEX.

## Capítulo 3

# Nombre de la propuesta o tema central de la tesis

### **Ejemplo:**

Basado en los conceptos discutidos en los capítulos 1 y 2, así como de la experiencia obtenida del análisis de resultados de los modelos matemáticos estudiados y programados con CPLEX, se caracterizan los principales elementos que componen el modelo propuesto en este trabajo para la colecta y transporte de RSU en un área urbana. Así, se estructura una red logística reversa para los RSU considerando diferentes centros especializados o unidades productivas para atender las diferentes fases del proceso en la red. En este proceso de modelamiento se tuvo cuidado en mantener la propuesta lo mas cerca a la realidad de las ciudades, donde el modelo fue testado y validado.

### 3.1. Proceso de modelamiento

#### Ejemplo:

La planificación y modelamiento del sistema de logística reversa de una área urbana es una fase importante y estratégica, para obtener en el futuro óptimos resultados en el proceso de gerenciamiento y operación del sistema reverso de RSU. El modelamiento permite determinar la localización de las estaciones de colecta y de unidades especiales necesarias, así como el flujo que será movido a lo largo de la red permitiendo dimensionar todo el sistema y sus componentes (Figura 3.1).

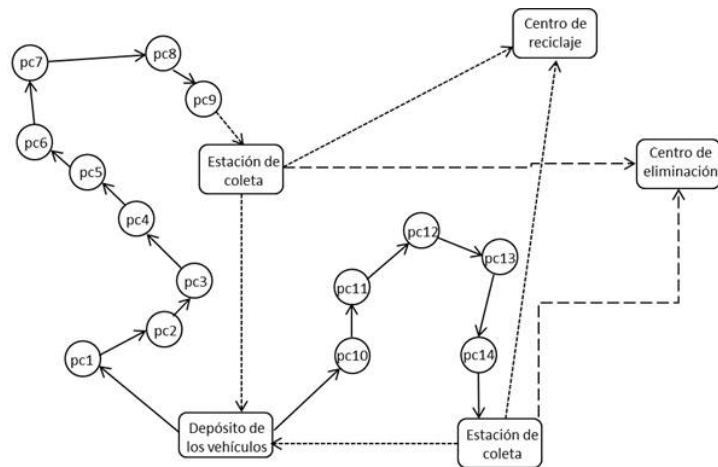


Figura 3.1: Esquema del proceso de colecta y transporte de RSU.

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1. Proceso de ruteo

# **Capítulo 4**

## **Resultados de la tesis**

Al culminar con la investigación se llegaron a resultados interesantes del punto de vista tanto teórico como computacional. Estos resultados muestran que se contrasta la hipótesis planteada durante el proceso de elaboración del plan de investigación, es decir, que se logró demostrar la relación entre las variables de estudio formuladas en la investigación.

### **4.1. Teóricos**

### **4.2. Computacionales**



# Capítulo 5

## Consideraciones finales

### 5.1. Conclusiones

#### **Ejemplo**

La investigación bibliográfica revela que realmente existe una preocupación de los gobiernos federales con el destino final de los residuos sólidos, con el objetivo de preservar la salud de la población y el medio ambiente urbano y rural. Por ejemplo, se observa la creación, en el caso del Brasil, de la Ley 12.305/10. Sin embargo existe una laguna entre las metas propuestas en la ley con las metas reales de los gobiernos locales. Eso se debe a la falta de una buena estructura organizacional, gerencial y operacional de los gobiernos locales capaz de atender las demandas locales y las necesidades de la población.

La falta de cuadros especializados, tanto en los gobiernos centrales como locales, para realizar la planificación y modelamiento de una red logística reversa puede ser compensada con la contribución de los investigadores que actúan en ese campo del conocimiento. Es muy difícil

la formación de un equipo que tenga todo el conocimiento en las áreas de ciencia de la computación, de geo procesamiento, de modelamiento matemático y de logística reversa, entre otras. Esa es una de las principales justificativas que los gobiernos, federales y locales, argumentan a la falta de planificación de una red logística reversa que funciones eficaz y eficientemente.

Por lo tanto, como quedó demostrado a lo largo de este trabajo, es posible realizar el modelamiento matemático para este tipo de problema con baja inversión, así como aplicarlo en varias regiones sin necesidad de grandes cambios en el modelamiento propuesto. El modelo propuesto calcula los flujos en la red logística reversa, permitiendo dimensionar la cantidad y capacidad de las unidades productivas y de los vehículos.

...

## **5.2. Trabajos futuros**

# Bibliografía

- Bugliarello, G. (2006). Urban sustainability: Dilemmas, challenges and paradigms. *Technology in society, Elsevier*, 28(22):19–26.
- Dekker, R., Inderfurth, K., van Wassenhove, L., and Fleischmann, M. (2003). Quantitative approaches for reverse logistics. *Springer-Verlag, Berlin. Forthcoming*, 24(22):40–60.
- Ghiani, G., Laporte, G., and Musmanno, R. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. Jhon Wiley & Sons.
- Lara Muñoz, E. M. (2013). *Fundamentos de investigación: Un enfoque por competencias, 2da. edición*. Alfaomega, México.
- MMA (2011). *Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*. Ministério do Meio Ambiente.
- Ombuki, B., Ross, B. J., and Hanshar, F. (2006). Multi-objective genetic algorithms for vehicle routing problem with time windows. *Applied Intelligence, Springer Science*, 322(12):91–99.

- Russell, S. J. and Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd ed.* Pearson Education, United States.
- Sterle, C. (2010). *Location-Routing models and methods for freight distribution and infomobility in city logistics*. Thèse de doctorat. Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport., CIRRELT.
- Tanguay, G., Rajaonson, J., Lefevre, J., and Lanoie, P. (2010). Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators, Elsevier*, 26(22):100–115.
- Yeun, L., Ismail, W., Omar, K., and Zirour, M. (2008). Vehicle routing problem: Models and solutions. *Journal of Quality measurement and analysis*, 22(13):111–120.

# **Apéndice A**

## **Primer apendice**

hola como estas

# **Apéndice B**

## **Segundo apendice**

si te escucho

# **Apéndice C**

## **Tercer apendice**

sdsdsd