



Simulación y Machine Learning Aplicados a la Supply Chain

Actualidad, experiencias y perspectivas prácticas

ITBA

Encuentro OLS / CLIO: 24-11-2020

Ing. Gastón Arakaki



Ing. Gastón Arakaki

Docente de grado y posgrado en materias de simulación y optimización.

Coordinador del CEOS (Centro de Estudios de Simulación y Optimización) del ITBA.

Fundador y Director de Eurystic, empresa de servicios y desarrollo de soluciones basadas en metodologías analíticas para el área de Supply Chain y Negocios.



Objetivos del Encuentro



¿Simulación, Heurísticas, Machine Learning? ¿Analítica, inteligencia aplicada?
¿De qué se tratan?



¿Son aplicables a la Supply Chain? ¿Qué experiencias hay?
¿Son realmente tan beneficiosas? ¿Pros y Cons?



¿Qué esperar a futuro desde una perspectiva práctica y real?
¿Cómo estamos hoy en la Argentina? ¿Qué acciones tomar?

¡Debatamos sobre las posibilidades que ven en sus negocios, a partir de entender las posibilidades y limitaciones (“la realidad”) de este mundo de la analítica compleja!



1. ¿De qué se trata?

Hablemos de Simulación, Heurísticas, Machine Learning, Applied Intelligence, Analytics...

La evolución:

Prescriptiva: rutas óptimas para distribución, aceptar o no un pedido de un cliente por cuestiones de riesgo crediticio, diseño de redes, sizing de recursos, WMS, etc.

**Analítica
Prescriptiva**

**Analítica
Predictiva**

Predictiva: proyección de ventas, horario de llegada a destino de entregas, frecuencia y distribución de probabilidad de fallas de equipos, etc.

**Analítica
Descriptiva**

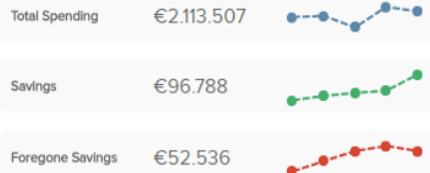
Descriptiva: cantidad de camiones despachados, horas de operación de un equipo, frecuencia y duración de interrupciones, volumen y estacionanalidad en ventas, saturación de posiciones de un almacén, etc.



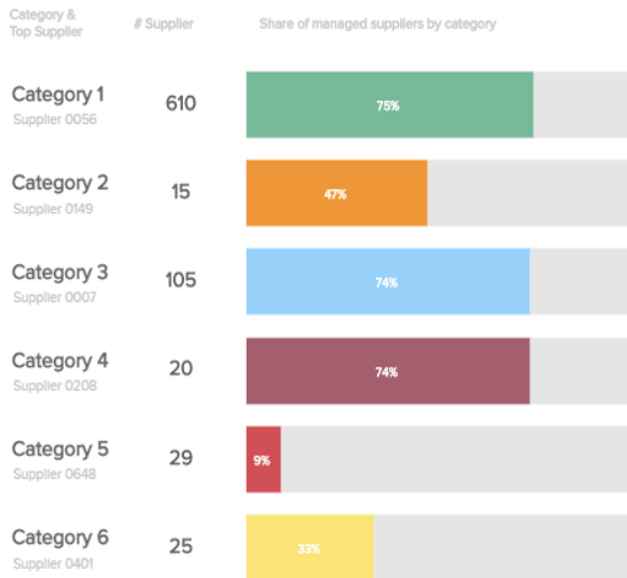
Top Suppliers by Partner Status



5-Year-Trend



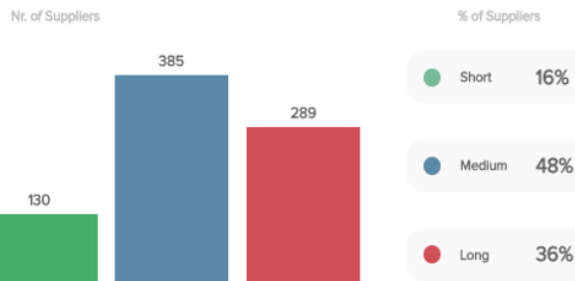
RATE OF CONTRACT COMPLIANCE BY SUPPLIER CATEGORY



AVG. PROCUREMENT CYCLE TIME (IN DAYS)



AVG. PROCUREMENT CYCLE (SUPPLIER CLASSIFICATION)

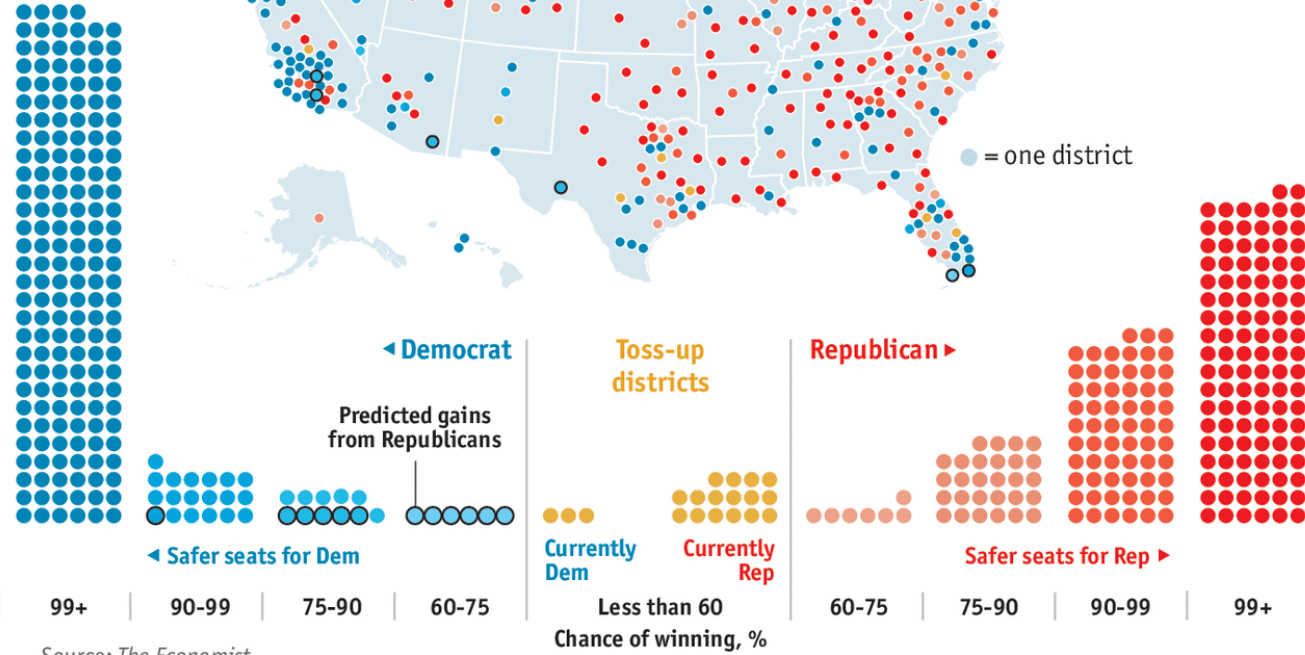
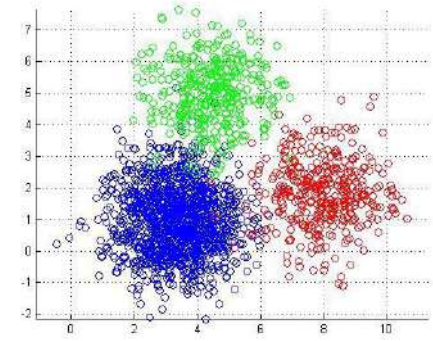
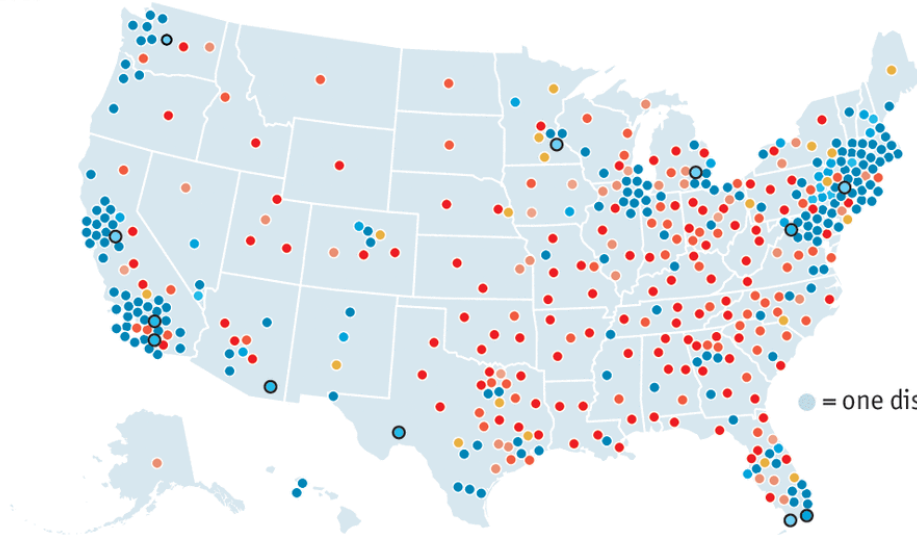


New Complaints

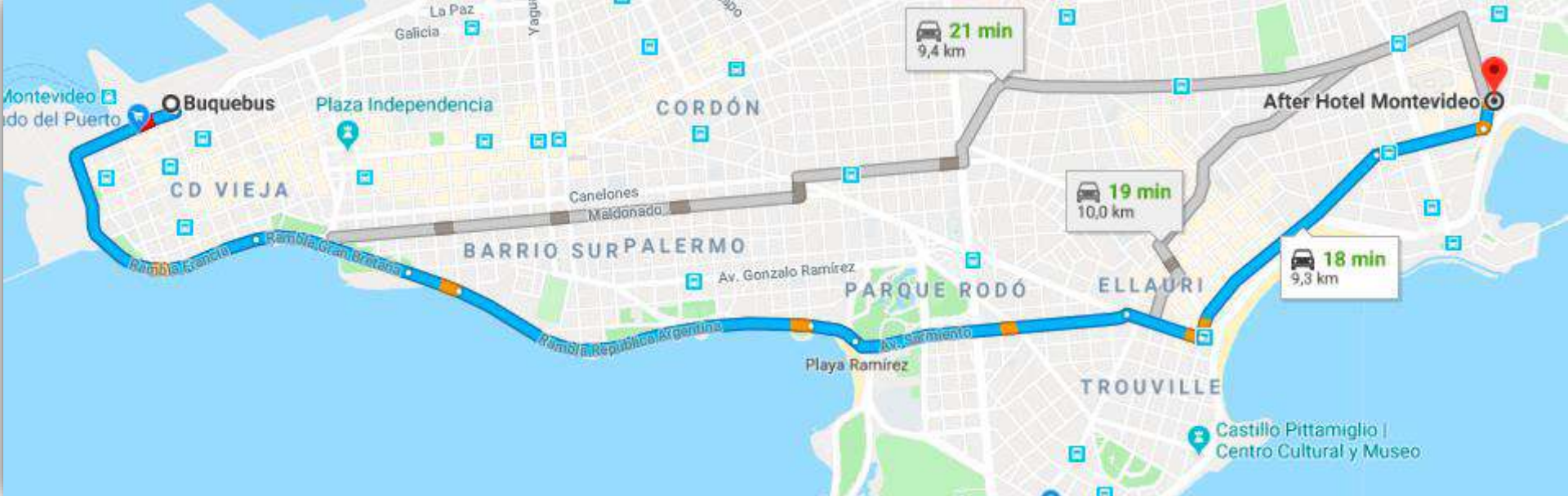
- It was delivered in the wrong order. Was hard to find the right parts afterwards.
 2019-10-22 19:18:40
- The package was damaged on one side. Content was ok.
 2019-10-22 12:23:43
- The delivery was needed already on Monday.
 2019-10-21 16:31:21
- Only 4 of 8 wine were delivered.
 2019-10-20 4:47:22
- Only half the order came in time.
 2019-10-19 18:59:20
- Please keep an eye on the little things. 2 out of 3 items were incomplete.
 2019-10-18 16:53:20
- Don't forget the wine please. We need it. :)
 2019-10-17 21:25:43
- Broken wine box and one broken bottle.
 2019-10-16 17:16:46
- Apples were not delivered.
 2019-10-15 3:49:15
- 2 out of 3 items were incomplete.
 2019-10-14 7:54:27

US mid-term elections

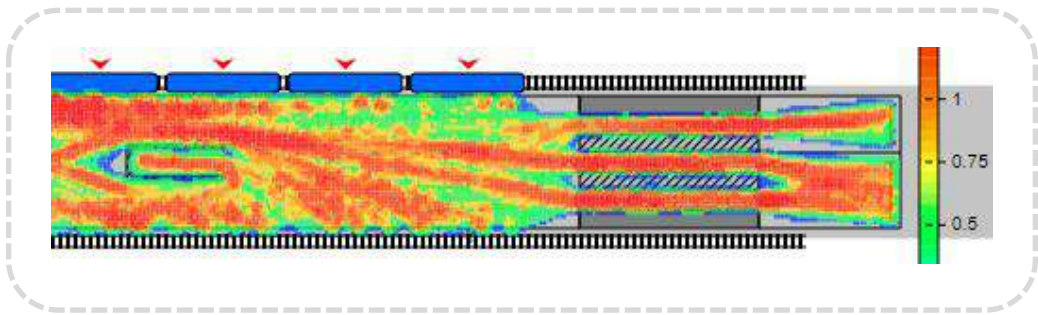
Predicted win probability, by district
At May 23rd 2018



Source: *The Economist*

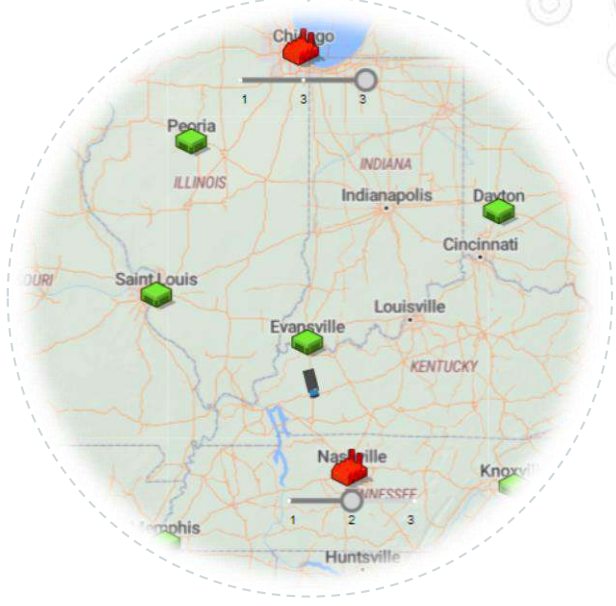
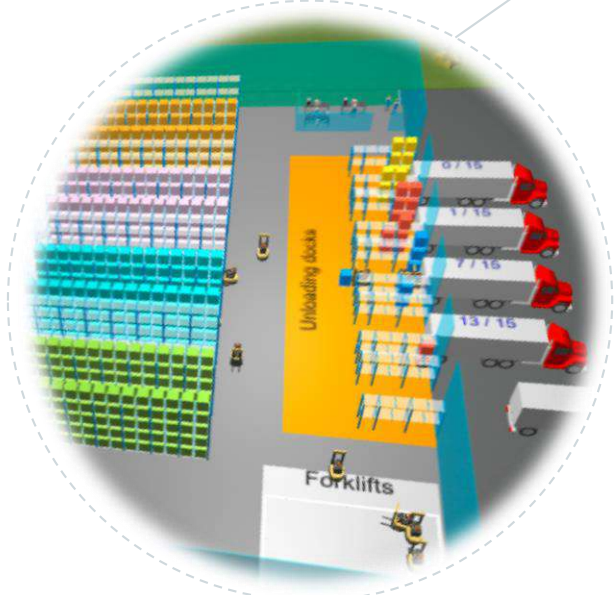


Metodologías: Modelos & Simulaciones

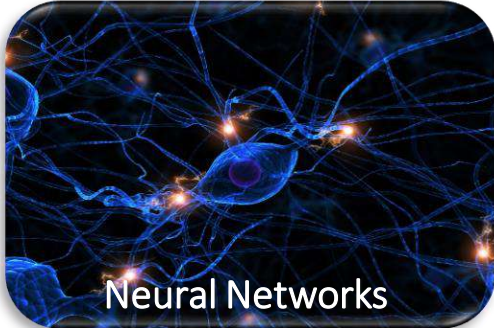
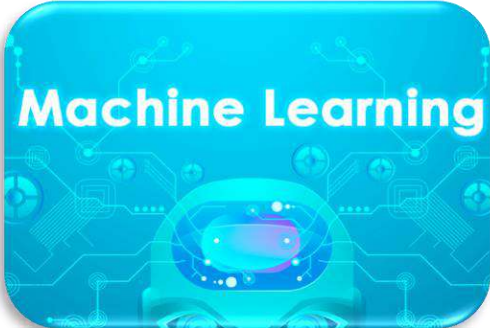
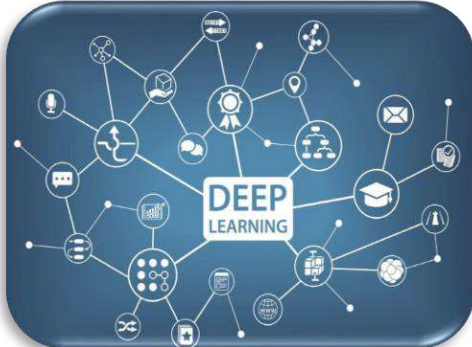
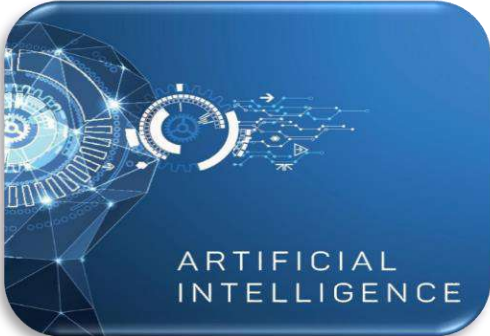


Los modelos de simulación son representaciones de los sistemas y permiten analizar la estructura fundamental que define los patrones y permite predecir resultados en un entorno “virtual”.

Concepto de “Gemelos digitales” o “Digital Twins”.



Metodologías: Machine Learning



1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

1950

Test de Turing
3 leyes de la robótica (Asimov)

1955

Concepto de Inteligencia Artificial

1958

Perceptron: máquina pensante

1959

Laboratorio de IA del MIT

1961

Unimate en GM

1964

Programa de Lenguaje Natural

1965

ELIZA "chatbot"

1966

Robot Móvil Inteligente Shakey

1974

Standford: vehículo autónomo

1986

Back-propagation

1997

IBM Deep Blue vs. Kasparov

1999

MIT AI Emocional KISMET
Sony AIBO

2002

ROOMBA, aspiradora autónoma

2004

DARPA Competencia Veh. Autónomos

2006

Neural Networks a Deep Learning

2011

IBM en Jeopardy. NN en Atari.
Siri, Google Now, Cortana

2014

Eugene Chatbot

2015

Open IA

2016

Google AlphaGo

2019

OpenIA en Dota2



Período Invernal de la IA



2. Experiencias

Hablemos de casos reales, resultados, aspectos positivos y desafíos...

Proyección de Ventas



Gestión de Almacenes



Control de fraudes



Control de Recepciones



Marketing



Programación de Producción



Ruteo y Distribución



Transporte



Calidad de Producción



Customer Experience



Revenue Management



Control de Picking



Gestión de Compras



Mantenimiento de equipos



Gestión de proveedores



1 - Analítica prescriptiva para operación en almacén de producto terminado

Descripción del proyecto:

- Operación en el almacén de producto terminado con oportunidades de mejora en la dispersión del material, destapes y orden en general.
- Políticas de operación basadas en la experiencia del jefe de turno.
- Necesidad de cuantificar impactos e inversiones.

Metodología:

- Diseño de una heurística para la gestión que define el modo de ejecutar las tareas, la secuencia, el lugar de guardado o retiro del material, el recurso motor a utilizar, etc.
- Simulador multiparadigma que representa la operación, permitiendo modelizar y prever la capacidad de respuesta a proyecciones de carga de trabajo.

The screenshot displays a software interface for warehouse management. At the top, there are navigation tabs for different zones: A26-GA1, A26-H1, A45, A49, MID, C1, C2, C3, C4, and Camiones Ext. Below these are filters for 'Receptions', 'Dispatchs', 'Location Ch.', and 'Cleanup Task'. A search bar labeled 'Type to Search' is present. The main area contains a table with columns: Type, Automática, Permision, Request, Ven. B, UAC, Plate, Score, Destruccion, Queue, and Received Qty. Two rows of data are visible, each with a green checkmark in the 'Automática' column.

Type	Automática	Permision	Request	Ven. B	UAC	Plate	Score	Destruccion	Queue	Received Qty
...	✓				517928179127	TTF44			DESP. ML	
...	✓				5338615019	TTF44			RECEP-PLANTA	

The screenshot shows a 3D simulation of a warehouse layout with various zones labeled: Zona ALDE, Zona GALPONES, and Zona TREN. To the right, there are several data panels. The top panel, 'Estado de Ocupación de Estibas', shows occupancy for 'Área PRINCIPAL ALDE' with a 77% occupancy rate. Below it, 'Estado de Ocupación de Áreas Complementarias' shows occupancy for 'Área ITEM CHICO' (36%), 'Área TREN' (0%), and 'Área GALPONES' (0%). A bar chart at the bottom right displays 'Toneladas en VARD' for categories 0, 1, 2, and 3+.

Área PRINCIPAL ALDE			
Total	Reservadas	Libres	Ocupadas
5.793	0	880	2.893

Área ITEM CHICO			
Total	Ocupada	Libres	Tasa
1.480	553	882	1.833

Área TREN			
Total	Ocupada	Libres	Tasa
99.999	1	23	204.225

Área GALPONES			
Total	Ocupada	Libres	Tasa
105.000	0	2	1.072

Categoría	Toneladas
0	~100
1	~1000
2	~500
3+	~100

Antes



Expediente: 5661902

Toneladas: 976

Removidos del Expediente: 61 removidos (3:07 hs)

Ahora



Expediente: 5104205

Toneladas: 862

Removidos del Expediente 6 removidos (0:18 hs)



-90%

1 - Analítica prescriptiva para operación en almacén de producto terminado

56%

Reducción en movimientos ineficientes

33%

Reducción de dispersión del material

89%

De ejecución en modo automático



Resultados

Integración con RFID, sistema de monitoreo online, mensajería de desvíos (alarmas)



Simulación para el diseño de las heurísticas.



Heurísticas para la digitalización y automatización de los procesos de recepción y despachos.



Simulación para la proyección de carga de trabajo y sizing de activación de recursos.

Diseño y Digitalización

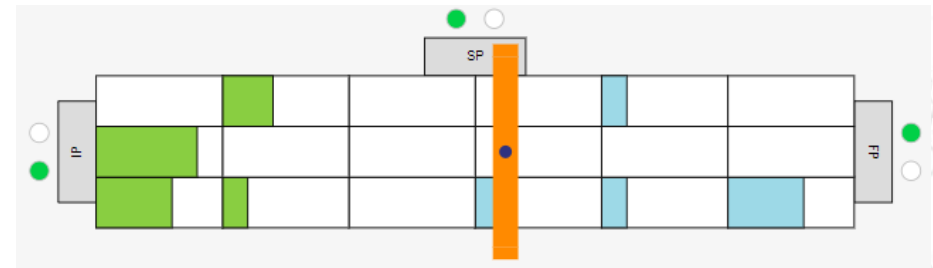
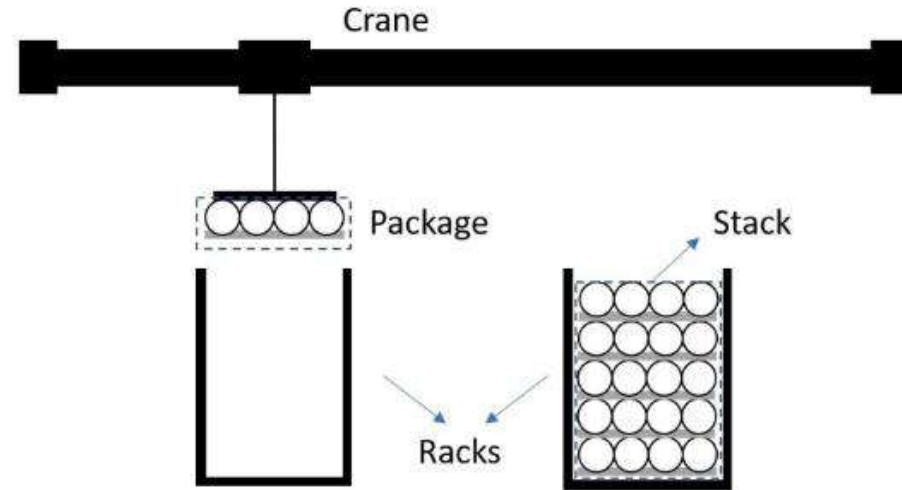
2 – Evolución de un WMS desde Heurísticas a Deep Reinforcement Learning

Descripción del proyecto:

- Operación de un almacén con tres puente grúas, que evolucionó de una operación manual a una operación guiada por un sistema prescriptivo de decisión.

Metodología:

- Simulación basada en agentes para la representación del almacén, como entorno de aprendizaje.
- Integración con algoritmos de Deep Reinforcement Learning para la creación de una inteligencia que permita gestionar decisiones como: asignación de tareas a las grúas, definición de lugar de guardado, material a retirar, prioridad de atención, reordenamiento de material, entre otras decisiones.



2 – Evolución de un WMS desde Heurísticas a Reinforcement Learning

300%

Mejora de performance comparada con una lógica **simple** de operación

- Replicación a nuevos contextos sin necesidad de reformular las lógicas.
- Riesgo de comportamientos no deseados



Resultados



Simulación como entorno de entrenamiento.



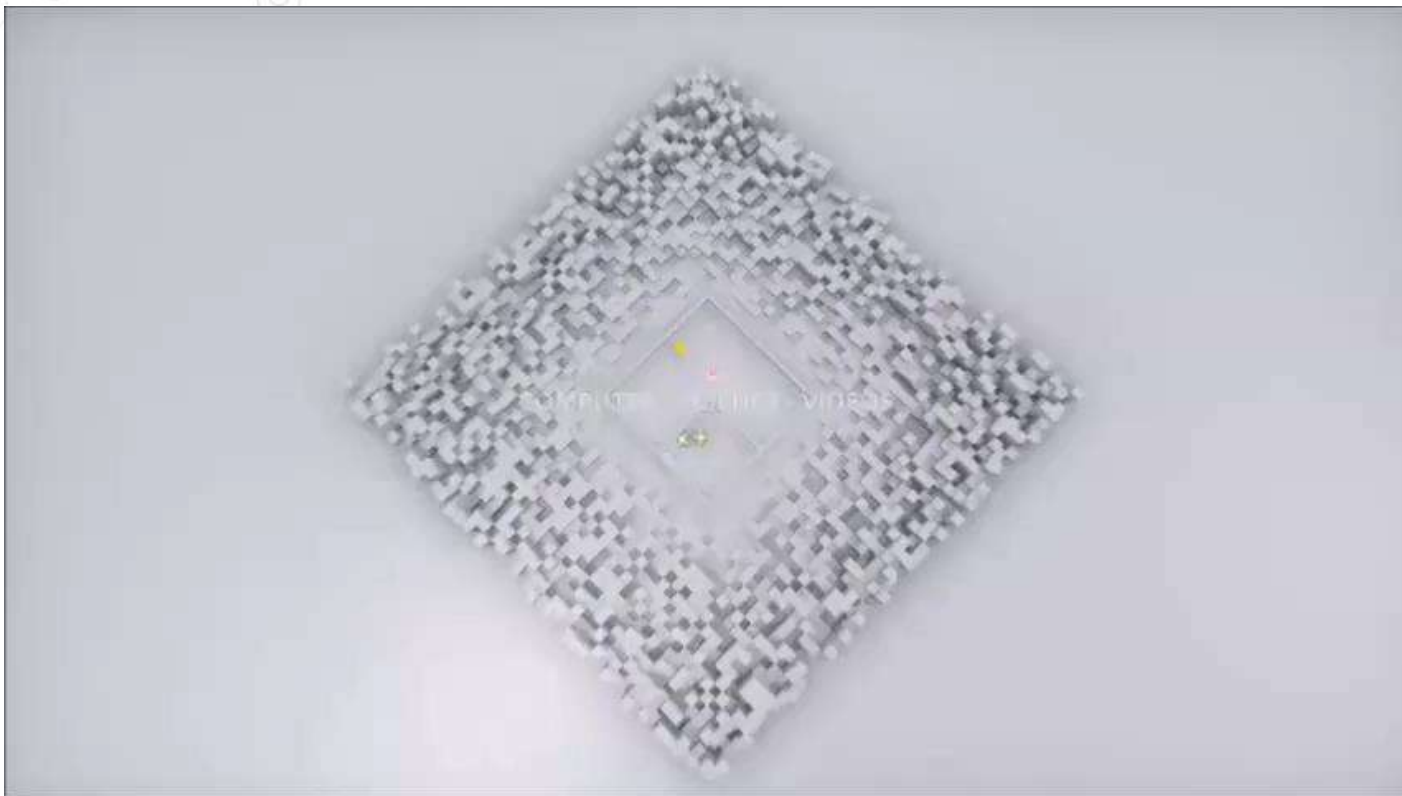
Algoritmo sin estructura predefinida capaz de reaccionar a diferentes contextos y condiciones de operación.



Flexibilidad y escalabilidad a nuevos almacenes.

Algoritmos con capacidad de aprender automáticamente: entorno virtual y real

2 – Evolución de un WMS desde Heurísticas a Deep Reinforcement Learning



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=5SkQuT3kZOc&t=55s>

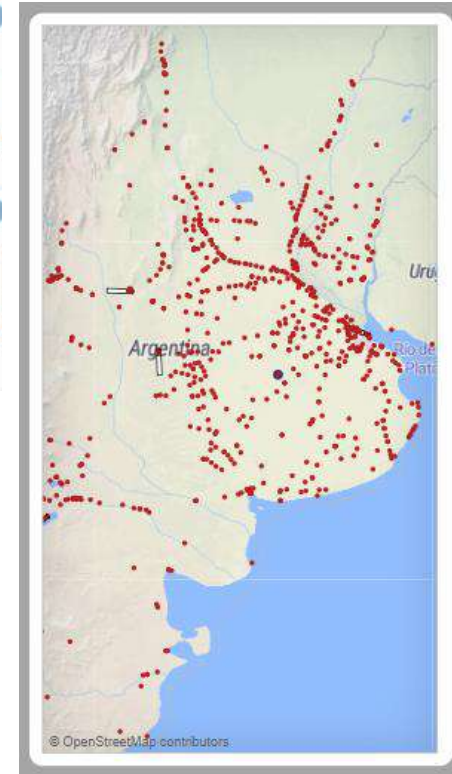
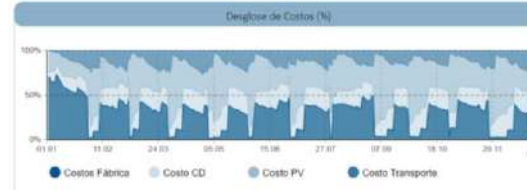
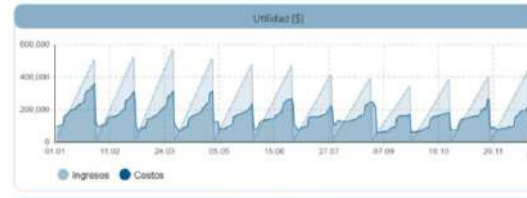
3 – Diseño de Redes Logísticas y Gestión de Operaciones de Distribución

Descripción del proyecto:

- Sistema logístico de distribución a 800 puntos de consumos a nivel nacional con dotación propia de camiones.
- Función operativa de optimización de rutas.
- Función estratégica para diseñar estrategias y dimensionar inversiones.

Metodología:

- Simulador multi-paradigma para la representación temporal de la operación en toda la red logística.
- Heurísticas de optimización para la optimización de carga de camiones, asignación de equipos y rutas distribución.
- Optimizaciones para determinar necesidades de entrega, minimizar quiebres.



21%

Reducción en inversión en capital

10%

Mejora en calidad de entregas y reducción de residuos generados



Resultados

Justificación cuantitativa de inversiones y de estrategias.



“What if analysis” para el diseño de inversiones.



Heurísticas para la gestión operativa: asignación de carga de camiones y rutas.



Simulación y machine learning para el diseño de la red logística y estrategias de operación.

Diseño y Automatización

IRL BY WALMART

AI and the Future of Retail



Amazon says fully automated shipping warehouses are at least a decade away

It's going to be a while before the robots take over

By Matt Stone | @mattstone | May 1, 2016, 7:25pm EDT



GOOD DEALS

Save \$24 on the new Nintendo Switch with improved battery life

Save on fast-charging USB-C wall adapters, Google Pixel 4 preorder, and more

Nvidia's GeForce RTX 2080 and RTX 2070 graphics cards are cheaper than ever at Best Buy

WEEK IN SHOP DEALS

Command Line

Command Line delivers daily updates

4 – Otros Casos (En el Mundo)

SMART LOGISTICS

Cainiao, Alibaba's logistics affiliate, uses cutting-edge technology to determine the fastest and most cost-effective delivery routes in a variety of complex road networks, including both rural villages and crowded urban areas.

70%

of parcel deliveries in China are processed by Cainiao technology, resulting in

42 million

deliveries a day

10%

less vehicle use and

30%

a reduction in travel distances thanks to AI technology



A decorative network diagram in the top-left corner, consisting of various sized grey circles connected by thin grey lines, forming a complex web-like structure.

3. Perspectivas a futuro

¿Qué esperar? ¿Dónde focalizar? ¿Qué acciones tomar?

Algunos números

USD 28 billones

Inversiones en aplicaciones de Machine Learning

USD 935 millones

Valor estimado del mercado del software de Deep Learning en USA para el 2025

x14

La tasa de crecimiento en el número de emprendimientos en AI desde el 2000

10% a 20%

La mejora proyectada en la gestión de la Supply Chain por el uso de AI.

Algunos conceptos y tendencias:

- ① Machine Learning (Inteligencia Artificial) como herramientas que permitan su uso “democrático”.
- ① Creciente interés a partir de los resultados obtenidos, pero con un gran camino por recorrer en problemas complejos (pero “simples” para nuestro entendimiento).
- ① Amplios medios de aprendizaje, difundir la enseñanza, pero requiere distinguir al usuario del desarrollador.
- ① El uso de metodologías analíticas cuantitativas es un proceso que puede o no ser gradual. Pero de base sí existen muchas opciones a la hora de definir cuál es la mejor opción en cada caso.

*Camino a generalmente
recorren las organizaciones*

DATA

La cantidad de datos adquiridos por las organizaciones es cada vez más grande, apalancada por la tecnología.

INFO

Una vez obtenidos los datos, algunos los transforman en información usando cruces y estadística básica.

KNOW

Conocimiento implica capacidad de hacer análisis predictivos y optimizados de las variables del negocio.



“

"Artificial Intelligence is becoming much more than just a computer science problem. Everybody needs to understand how A.I. behaves"

Barack Obama

¡Gracias!

Ing. Gastón Arakaki

garakaki@itba.edu.ar

garakaki@eurystic.com.ar



[linkedin.com/in/arakakigaston](https://www.linkedin.com/in/arakakigaston)

ITBA


eurystic