

# Abordando el cambio climático con el aprendizaje automático - Industria

R.B. Ayala-Meza

Los efectos de un clima variante son visibles: sequías, reducción de cosechas, destrucción de infraestructura crítica, desplazamiento de comunidades, e incluso se especula que pandemias como el COVID-19 serán más frecuentes ya que la salud humana y la política climática no están separadas. El cambio climático altera nuestra forma de interactuar con otras especies en la tierra; y esto representa un riesgo porque se crea una oportunidad para que los patógenos entren en un nuevo huésped. Situaciones como esas están forzando a diferentes países a repensar en la sostenibilidad de sus modelos económicos (Acuerdo de París) y poner un valor sobre la naturaleza que va mucho más allá del dinero.

En este artículo se exponen ideas para que Perú impulse su economía y simultáneamente alcance sus metas ambientales. El objetivo es divulgar los potenciales usos del Aprendizaje Automático (AA) en diferentes sectores con la finalidad de combatir el cambio climático desde 2 frentes: 1) mitigación: cómo reducir las emisiones GEI y 2) adaptación: cómo controlar y resistir a los desastres. Para mayores detalles, consultar la página web Climate Change AI[1].

Esta publicación está dividida en secciones según el dominio de aplicación (ver Tabla 1). Adicionalmente, para los potenciales usos de AA se han agregado las siguientes marcas:

1. **(Alto Impacto)** Aplicaciones identificadas por expertos.
2. **(Largo Plazo)** Los resultados se verán después del 2040.
3. **(Impacto Incierto)** Pueden haber efectos secundarios negativos.

La sociedad depende en gran medida de procedimientos industriales como la cadena de suministro (transporte de carga de larga distancia) y de la fabricación de materiales de construcción (acero y cemento) para el desarrollo de su economía; y es por esto que estas industrias son causantes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) difíciles de eliminar. Afortunadamente, las empresas en este rubro recolectan grandes cantidades de datos a través de sensores; por lo tanto su disponibilidad combinada con el almacenamiento y cálculo en la nube hacen del sector industrial un excelente lugar para generar un impacto climático positivo usando el AA. Sin embargo, según la paradoja de Jevons, una mayor eficiencia en los procesos manufactureros podría aumentar la producción de bienes y en consecuencia las emanaciones GEI, a menos que las compañías reciban incentivos para reducirlas.

Con el uso de AA se podrían reducir las emisiones GEI si:

- Los datos de los procesos industriales son accesibles y de alta calidad.
- Las empresas tienen un incentivo para compartir datos y/o algoritmos propietarios con investigadores y otras compañías.
- Los detalles de la producción o aprovisionamiento de bienes pueden optimizarse fácilmente.
- Los incentivos para las compañías se alinean con la reducción de las emisiones GEI (ej. cumplimiento de normas).

## Optimización de la cadena de suministro

En nuestra sociedad globalizada, los procesos organizacionales y redes de transporte necesarios para llevar un bien del productor al consumidor final, son complejos. Por ejemplo, el 2006 por lo menos 2 empresas escocesas transportaron (ida y

vuelta) grandes toneladas de camarones solamente para ser pelados desde Escocia hasta China y Tailandia, simplemente porque les resultaba más económico.

El AA podría reducir emisiones en la cadena de suministro al predecir la oferta y la demanda, identificar productos bajos en contenido de carbón y optimizar las redes de transporte.

## Reducción de la sobreproducción **(Impacto Incierto)**

La producción, el transporte y el almacenamiento climatizado de mercadería es una fuente considerable de emisiones GEI. Con el AA se puede mitigar este problema optimizando el pronóstico de demanda y así distribuir eficientemente el inventario sin dejar que la mercancía no deseada viaje largas distancias solamente para ser almacenada. Sin embargo, pueden haber efectos secundarios negativos según el tipo de producto; por ejemplo, la manufactura justo a tiempo y las compras en línea suelen ser responsables de envíos rápidos de mercaderías pequeñas por carretera que carecen de la eficiencia energética de otros métodos de carga más lentos, como el ferrocarril.

## Sistemas de recomendación

El AA podría ayudar hipotéticamente a identificar los productos más ecológicos y así recomendarlos a los consumidores y empresas compradoras; sin embargo el desafío radica en obtener información relevante sobre las emisiones GEI a lo largo de todo el ciclo de vida de estos. Además, habría que convencer a las compañías de compartir sus mejores prácticas para ayudarse mutuamente.

## Reducción de desperdicio de alimentos **(Alto Impacto)**

Mundialmente, cada año se desperdician 1.3 billones de toneladas de comestibles. En los países en vías de desarrollo, el desperdicio ocurre entre cosecha y venta al por menor, mientras que en

las naciones industrializadas sucede al final de la cadena de suministro (restaurantes y hogares). Con el AA se podría optimizar las rutas de entrega y el pronóstico de demanda en los puntos de comercio, así como mejorar los sistemas de refrigeración. Además de potenciar el adelanto en sensores para identificar alimentos que estén a punto de perecer y poder tomar las medidas necesarias.

**Mejoramiento de materiales**  
*Construcción ecológica*  
(Alto Impacto) (Largo Plazo)

La producción de cemento y acero en conjunto representa más del 10% de todas las emanaciones globales de GEI. Combinando el AA con el diseño generativo<sup>1</sup> pueden crearse nuevos productos estructurales que requieran menor cantidad de estas materias primas y de este modo reducir las emisiones GEI. También, sería interesante combinar el AA con el Método de los Elementos Finitos (MEF)<sup>2</sup> para simular los procesos físicos de técnicas de manufactura como la impresión 3D y así poder crear formas inusuales en acero y cemento que usen poca materia prima pero de alta calidad. Finalmente, el AA podría usarse para re-diseñar la estructura química de materiales y hacerlos ecológicos. Se podrían aprovechar bases de datos abiertas[2] y modelos generadores semi-supervisados<sup>3</sup> para proponer nuevas fórmulas.

*Químicos ecológicos*  
(Alto Impacto) (Largo Plazo)

La elaboración de amoníaco, como base para fertilizantes agrícolas, es una reacción que se lleva a cabo lentamente ya que necesita de muchísima energía. Con el fin de hacerla más rápida, se usa un catalizador para aumentar su

temperatura. Este proceso reporta 2% de consumo energético mundial. Con el AA, se podrían predecir reacciones químicas y así poder

ejemplo, usando un gemelo digital<sup>8</sup> se podrían identificar y prevenir escenarios no deseados en la producción, tales como productos

	Inferencia causal	Visión por ordenador	Modelos interpretables	PLN <sup>1</sup>	Aprendizaje Reforzado & Control	Serie temporal	Aprendizaje por transferencia	Cuantificación de incertidumbre	Aprendizaje no supervisado
Industria									
Optimización de la cadena de suministro		x			x	x			
Mejoramiento de materiales									x
Producción & energía		x	x		x				

<sup>1</sup>Procesamiento de Lenguaje Natural

Tabla 1. Soluciones en la industria emparejados con áreas relevantes de AA

crear un amoníaco que requiera de bajas temperaturas para su producción.

**Producción y energía**  
*Control adaptativo*  
(Alto Impacto)

El AA podría mejorar la eficiencia de los sistemas de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) y otros procesos industriales si es combinada con algoritmos de control. Por ejemplo, DeepMind ha usado el aprendizaje reforzado<sup>4</sup> para optimizar los centros de refrigeración de los servidores internos de Google prediciendo y optimizando la métrica PUE<sup>5</sup> (siglas en inglés para Power Usage Effectiveness), que tuvo como efecto la reducción de emisiones HFC<sup>6</sup> y costos de refrigeración.

**Mantenimiento predictivo**

Con el AA se podría modelar con precisión el desgaste de las máquinas y si se combina con AA interpretable<sup>7</sup> ayudaría a desarrollar una mejor comprensión sobre cómo minimizar las emisiones GEI de los equipos y sistemas industriales. Por

dañados y fugas de material peligroso debido a maquinarias y tuberías a punto de fallar.

**Conclusión**

Se ha visto que hay una serie de aplicaciones en las que el AA podría ayudar a reducir las emisiones GEI en la industria, con varias salvedades. Primero, los estímulos para una producción y distribución ecológica no siempre están alineados con un bajo costo. Pero las políticas de cada país pueden desempeñar un rol para alinearlos. En segundo lugar, a pesar de la proliferación de datos industriales, gran parte de éstos es propietaria, de baja calidad o específica de máquinas o procesos individuales. Entonces, antes de invertir en un proyecto de AA, los investigadores deben asegurarse de poder acceder y limpiar la información necesaria. Por último, los algoritmos de AA deberán ser lo suficientemente robustos para garantizar el rendimiento y la seguridad, además de proporcionar resultados interpretables y reproducibles con el fin de no generar una aversión al riesgo por ser una tecnología relativamente nueva en el sector industrial.

1 Método para generar formas automáticamente.  
2 Método numérico usado en el diseño y mejora de productos y aplicaciones industriales complejas.  
3 Técnica para aprender la distribución de cualquier tipo de datos y generar nuevas muestras. Se usa una pequeña porción de datos etiquetada junto a una grande sin etiquetar.

4 Área del AA en la que se buscan las acciones adecuadas para maximizar la recompensa en una situación particular.  
5 Variable para medir la eficiencia en energía de los centros de datos.  
6 Hidrofluorocarburos.  
7 Técnicas para comprender cómo el modelo llegó a una decisión específica.

[1] <https://www.climatechange.ai/>  
[2] <https://www.materialsproject.org>

8 Representación virtual de un objeto o sistema físico a lo largo de su ciclo de vida, que utiliza datos en tiempo real.