



Orquestadores y sincronizadores

Aprendizaje de Máquina II - CEIA - FIUBA

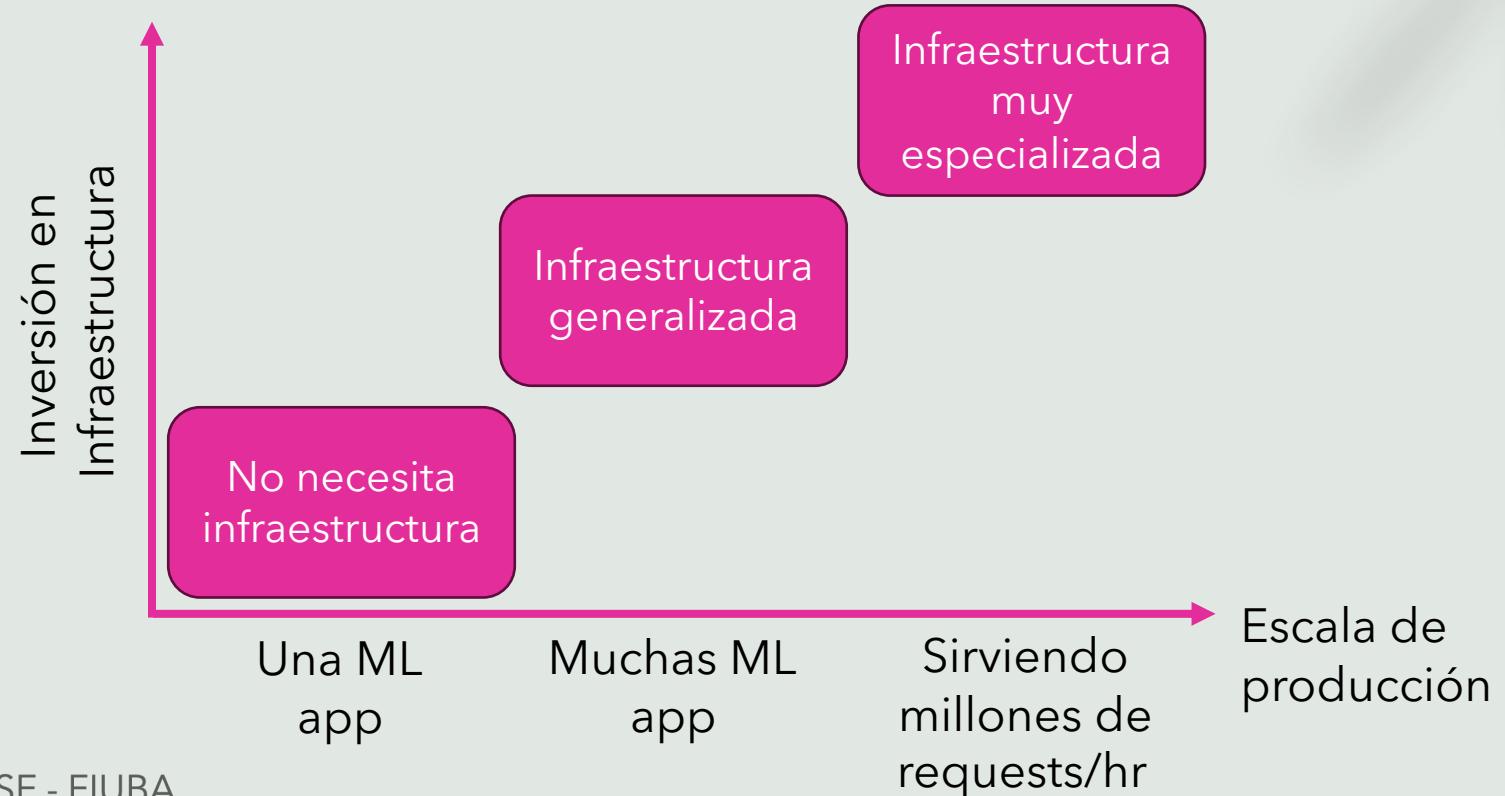
Dr. Ing. Facundo Adrián Lucianna

Dr. Ing. Álvaro Gabriel Pizá

Repaso de la clase anterior

Infraestructura

La infraestructura de cada empresa o negocio es diferente. Esta dependerá de la cantidad de aplicaciones que se desarrollen y cuanto especializadas son estas.

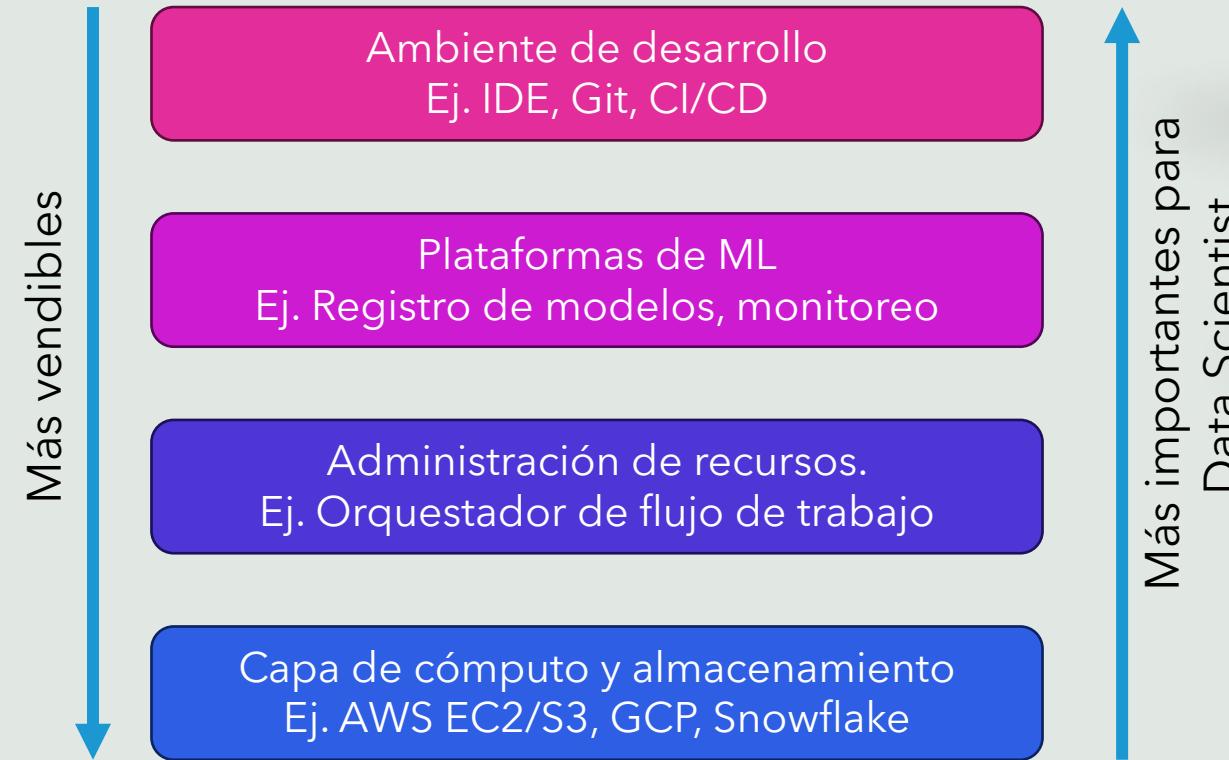


Infraestructura

Vengo diciendo Infraestructura esto, infraestructura lo otro... Pero ¿qué es infraestructura?

- **Almacenamiento y computo:** La capa de almacenamiento es donde los datos se colectan y guardan. La capa de cómputo es quien provee del poder de computación para tareas de ML.
- **Administración de recursos:** Son herramientas de orquestación, y de sincronismos para hacer que cargar el trabajo en la capa de cómputo para aprovechar al máximo los recursos informáticos. Ejemplo: Airflow, Kubeflow y Metaflow
- **Plataformas de ML:** Son herramientas que ayudan al desarrollo de aplicaciones de ML, tales como registro de modelos, de features y herramientas de monitoreo. Ejemplos: AWS SageMaker y Mlflow.
- **Ambiente de desarrollo:** Es donde el código es escrito y donde corren experimentos. El código necesita ser versionado y testeado. Es necesario realizar seguimiento de experimentos.

Infraestructura



Administración de recursos

Administración de recursos

En el mundo actual que nos manejamos gran parte en la nube, al administrar recursos el enfoque se encuentra en manera rentable.

Agregar más recursos a un sistema no significa disminuir los recursos para otras aplicaciones, lo que simplifica significativamente el desafío de la asignación.

Muchas empresas están de acuerdo con agregar más recursos a una aplicación siempre que el costo adicional esté justificado por el retorno.



Administración de recursos

El tiempo de ingenieros es más valioso que el tiempo de computación, por lo que se tiende a invertir para que sean productivos.

Esto significa que podría tener sentido que las empresas inviertan en automatizar sus cargas de trabajo, lo que podría hacer que el uso de recursos sea menos eficiente que la planificación manual de sus cargas de trabajo, pero libera a sus ingenieros para que se concentren en el trabajo con mayores retornos.

A menudo, si un problema se puede resolver utilizando más recursos no humanos o usando más recursos humanos, se tiende a preferir la primera solución.



Orquestadores y sincronizadores

Oquestadores y sincronizadores



Hay dos características clave de los flujos de trabajo de ML que influyen en su gestión de recursos: **repetitividad** y **dependencias**.

El proceso de ML son procesos repetitivos. Por ejemplo,

- Se puede entrenar un modelo cada semana
- Generar un nuevo lote de predicciones cada cuatro horas.

Estos procesos se pueden programar y orquestar para que se ejecuten de forma rentable utilizando los recursos disponibles.

Oquestadores y sincronizadores

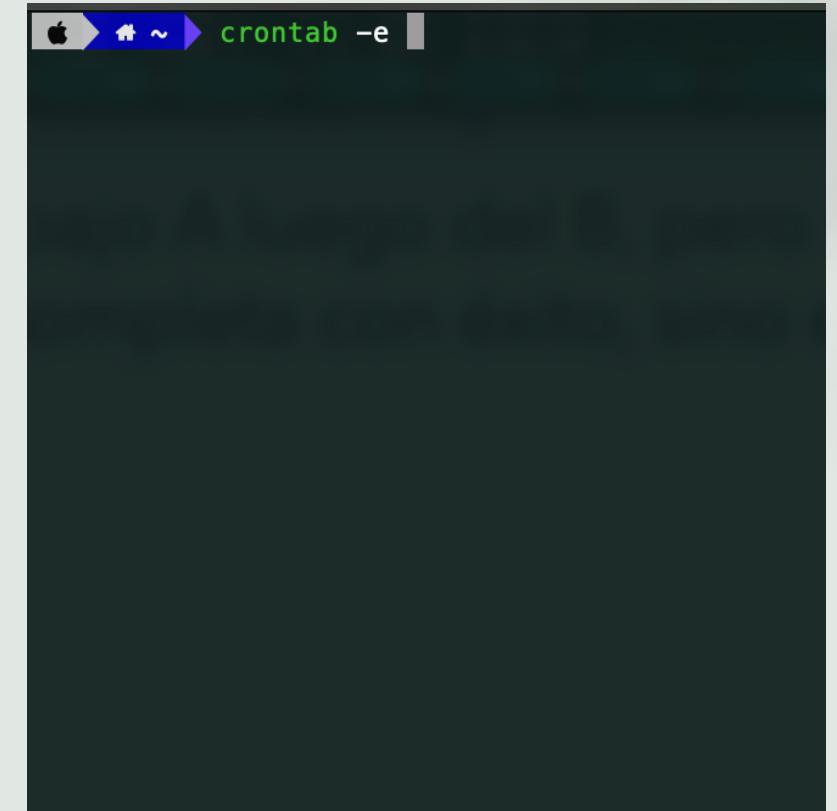
Repetitividad

Si queremos programar trabajos repetitivos para que se ejecuten en horarios fijos, lo podemos realizar usando **cron**.

Además, podemos ejecutar un script en un momento predeterminado y que nos informe si el trabajo tiene éxito o falla.

Ahora, cron no tiene en cuenta las **dependencias** entre trabajos.

Podemos ejecutar el trabajo A luego del B, pero no podemos sincronizar nada complicado, como ejecuta B si A se completa con éxito, sino ejecuta a C.

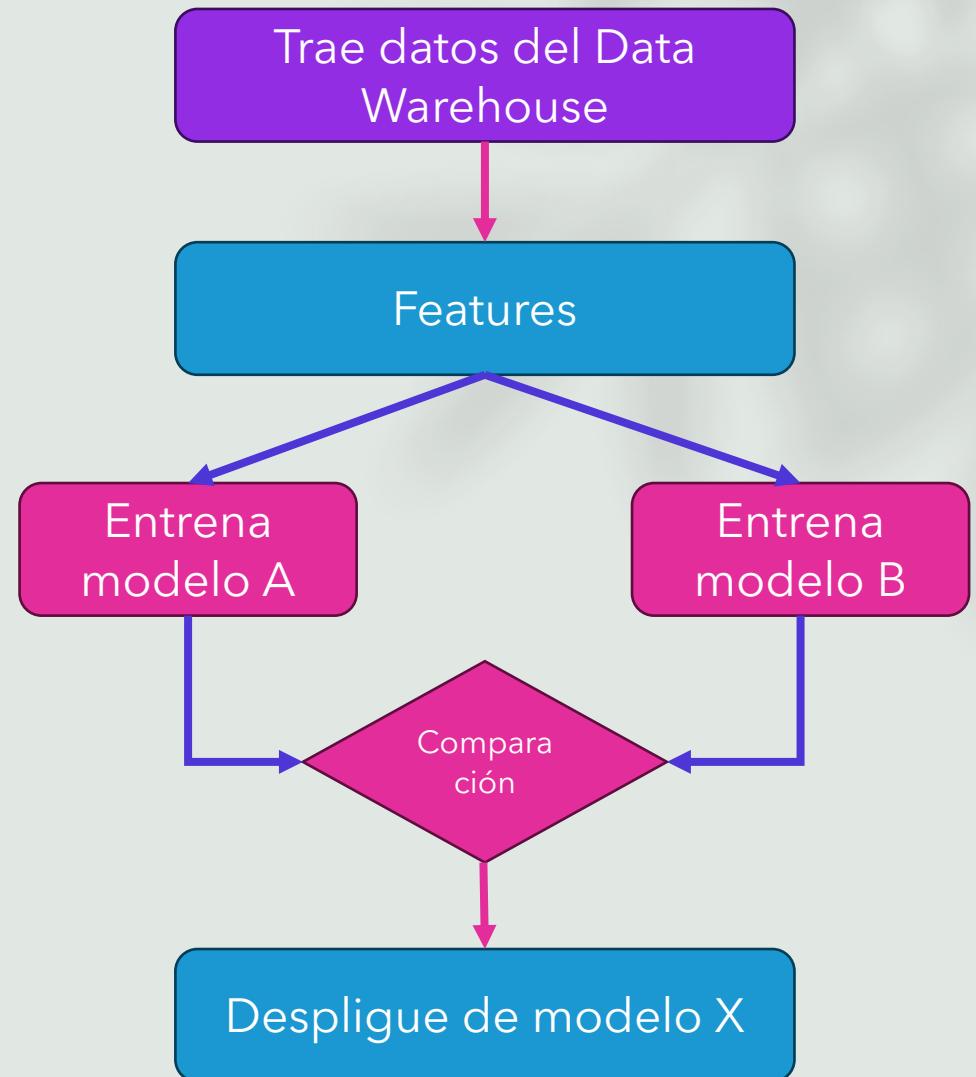
A screenshot of a terminal window on a Mac OS X system. The window title bar says "crontab -e". The main area of the terminal is dark, indicating it's a terminal window. The cursor is visible at the bottom of the screen.

Oquestadores y sincronizadores

Dependencias

El flujo de trabajo de Machine Learning tiene dependencias complejas entre tareas, por ejemplo,

1. Trae datos de la semana pasada del Data Warehouse
2. Extrae los features de los datos extraídos.
3. Entrena dos modelos A y B, con los features
4. Compara los dos modelos con un set de testeo
5. despliega A si A es mejor, sino despliega B



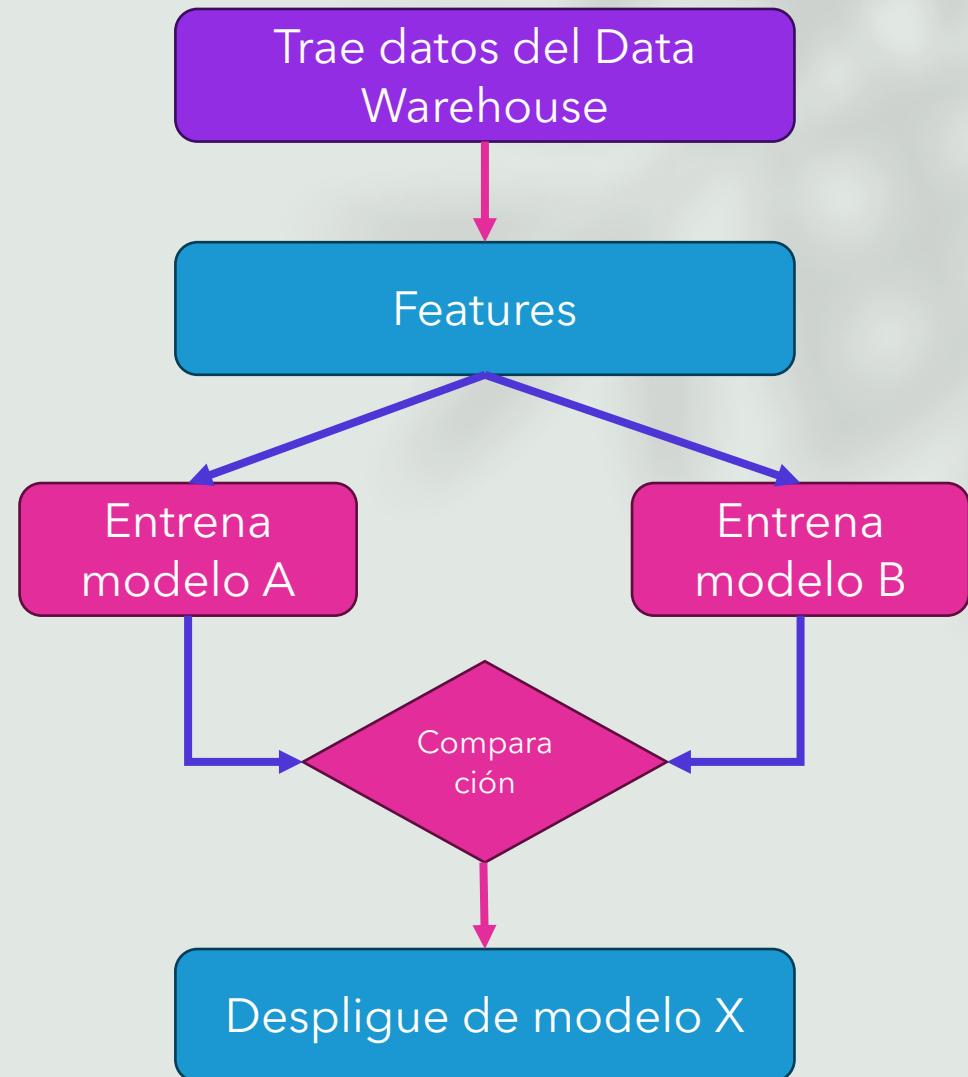
Oquestadores y sincronizadores

Dependencias

Esta forma de representar el flujo de trabajo es lo que llamamos un DAG (directed acyclic graph).

No puede contener ciclos, porque podría entrar en bucles infinitos.

Los DAG es una forma de representar flujos de trabajos, y la mayoría de las herramientas de gestión los utilizan.



Oquestadores y sincronizadores

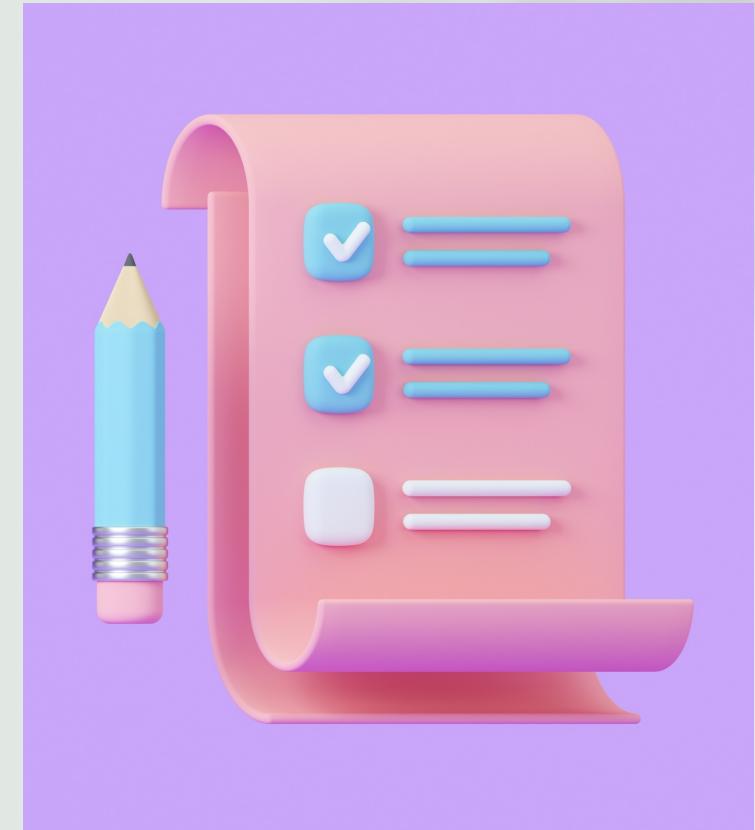
Sincronizadores

Estos son programas tipo cron pero que pueden manejar dependencias. Toman el DAG de un flujo de trabajo y programa cada paso. Inclusive puede programar el inicio de un trabajo en función de un activador basado en eventos, por ejemplo, iniciar un trabajo cada vez que ocurra un evento X.

También permiten especificar acciones si un trabajo falla o termina con éxito, teniendo ajustes finos como re-intentar varias N veces antes de dar por vencido.

La estructura que toman para funcionar es el de colas. Va poniendo los trabajos en colas, los cuales pueden tener prioridades. Esto significa que los sincronizadores deben conocer los recursos disponibles y los recursos necesarios para ejecutar cada trabajo.

Una tarea que también realizan es optimizar la utilización de recursos, ya que tienen información sobre los recursos disponibles, los trabajos a ejecutar y los recursos necesarios para ejecutar cada trabajo.



Oquestadores y sincronizadores

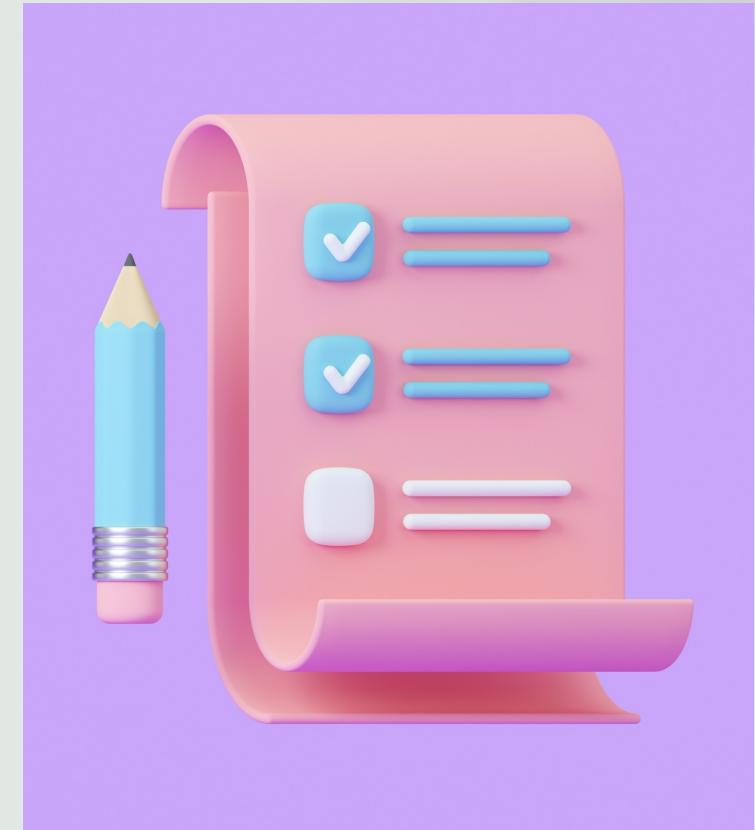
Sincronizadores

Estos son programas tipo cron pero que pueden manejar dependencias. Toman el DAG de un flujo de trabajo y programa cada paso. Inclusive puede programar el inicio de un trabajo en función de un activador basado en eventos, por ejemplo, iniciar un trabajo cada vez que ocurra un evento X.

También permiten especificar acciones si un trabajo falla o termina con éxito, teniendo ajustes finos como re-intentar varias N veces antes de dar por vencido.

La estructura que toman para funcionar es el de colas. Va poniendo los trabajos en colas, los cuales pueden tener prioridades. Esto significa que los sincronizadores deben conocer los recursos disponibles y los recursos necesarios para ejecutar cada trabajo.

Una tarea que también realizan es optimizar la utilización de recursos, ya que tienen información sobre los recursos disponibles, los trabajos a ejecutar y los recursos necesarios para ejecutar cada trabajo.



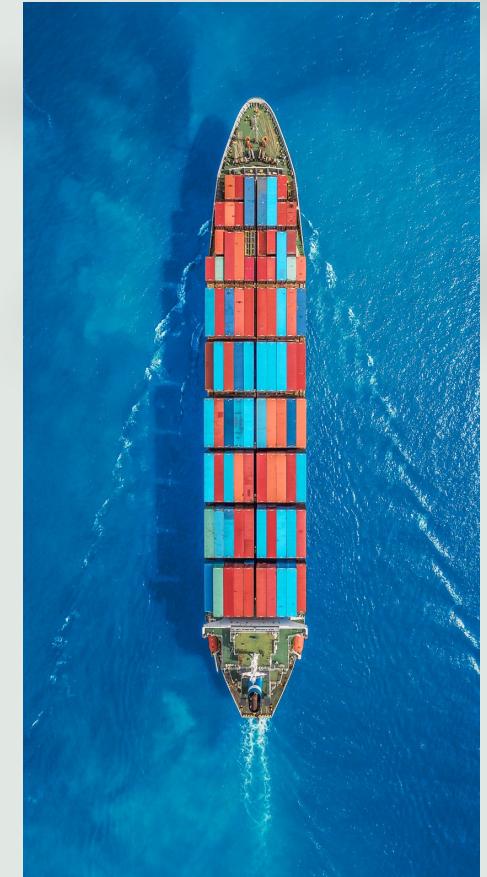
Oquestadores y sincronizadores

Oquestadores

Si los sincronizadores se encargan del cuándo, los orquestadores se encargan del dónde.

Los orquestadores se ocupan de abstracciones de infraestructura como máquinas, instancias, clústeres, agrupaciones de nivel de servicio, replicación, etc. Si el orquestador nota que hay más trabajos que la cantidad de instancias disponibles, puede aumentar la cantidad de instancias.

Sincronizadores se usan para trabajos periódicos, mientras que los orquestradores se usan para servicio que tienen un servidor corriendo durante largo tiempo y que responde a solicitudes.

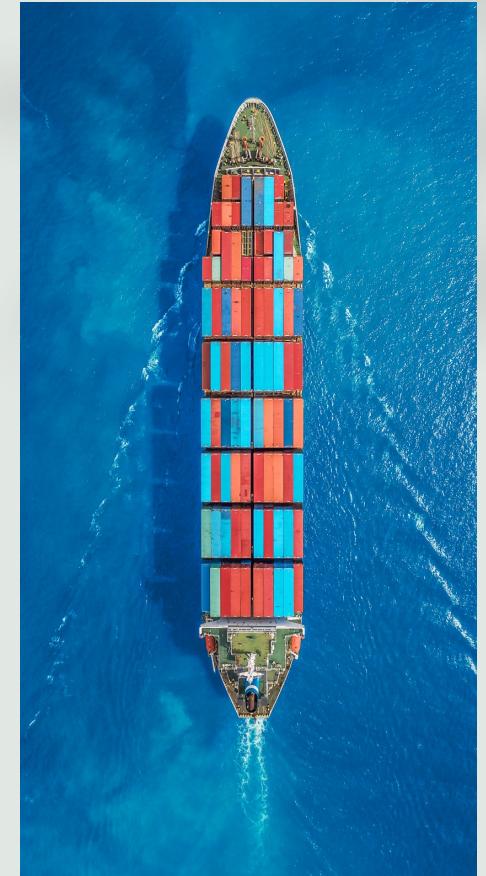


Oquestadores y sincronizadores

Oquestadores

Algunos oquestadores conocidos son:

- Kubernetes
- Openshift
- Docker Swarm
- Docker Compose
- Basados en la nube: GKE, ECS, EKS, AKS, Fargate



Oquestadores y sincronizadores

Oquestadores vs Sincronizadores

Muchas veces se usan términos intercambiablemente entre ambos. Esto se debe a que los sincronizadores tienden a correr encima de oquestadores.

Los orquestadores específicos de ciencia de datos tienen sus propios sincronizadores como

- Airflow
- Argo
- Prefect
- Dagster

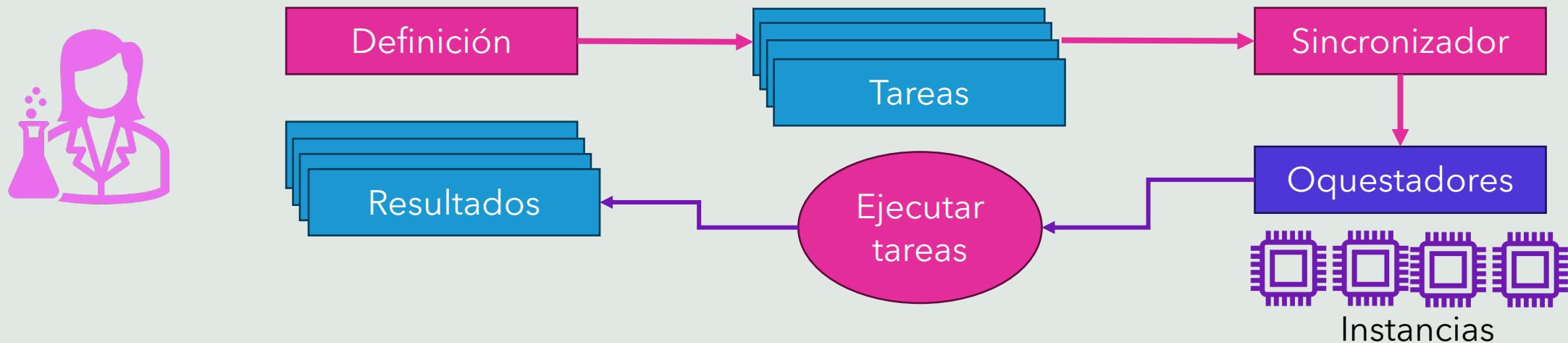
Gestión del flujo de trabajo de ciencia de datos

Gestión de flujo de trabajo

En su forma más simple, las herramientas de gestión de flujos de trabajo gestionan los flujos de trabajo 😊

Casi todas las herramientas de gestión del flujo de trabajo vienen con **sincronizadores**, por lo que se consideran **sincronizadores** que, en lugar de centrarse en trabajos individuales, se centran en el flujo de trabajo en su conjunto.

Una vez que se define un flujo de trabajo, el **sincronizadores** subyacente generalmente trabaja con un **oquestadores** para asignar recursos para ejecutar el flujo de trabajo.



Gestión de flujo de trabajo

Como todo en stack de tecnología de Data Science, está lleno de soluciones, actualmente las más populares son,

- Airflow
- Argo
- Prefect
- Kubeflow
- Metaflow

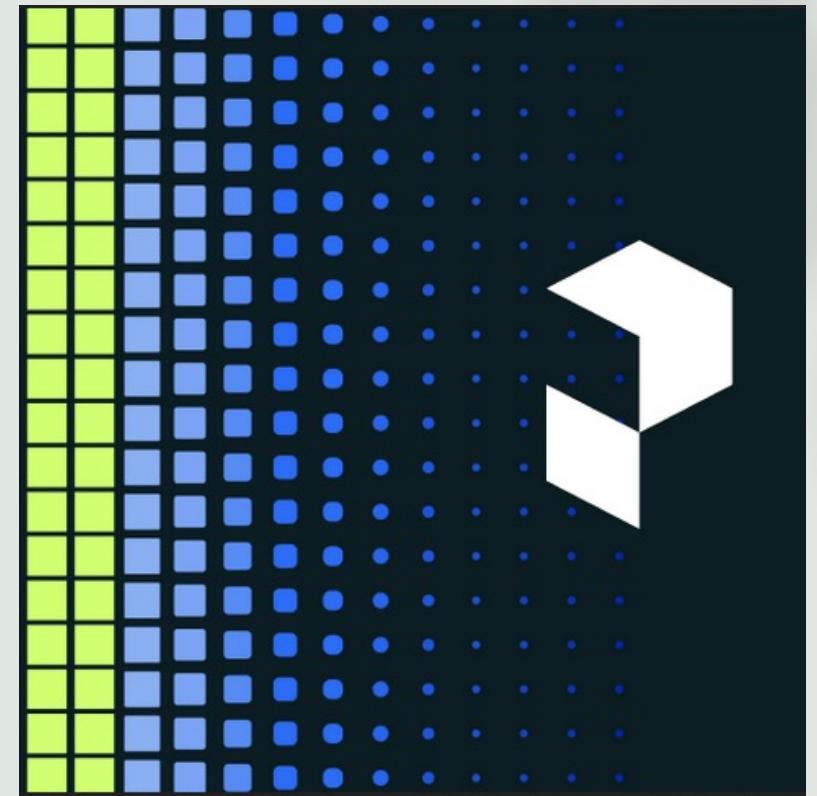
Gestión de flujo de trabajo

Prefect

Los flujos de trabajos de Prefect son parametrizados y dinámicos, es decir que puede crear nuevos pasos cuando se está ejecutando.

Sigue el principio de configuración como código y estos son definidos en Python.

Permite correr cada tarea en contenedores, pero no es su principal prioridad.



Gestión de flujo de trabajo

Argo

En Argo, cada paso corre en su propio contenedor.
Es parte esencial de su diseño.

Los flujos de trabajos se definen en YAML, lo cual permite definir no solo cada paso, sino además los requerimientos.

El principal punto débil es además de usar YAML (que tiende a ser verboso y desordenado), es que solo funciona en cluster K8s (Kubernetes). Hacer pruebas de local es mucho más difícil ya que tenemos que lidiar con levantar simular el cluster.



Gestión de flujo de trabajo

Kubeflow

Esta herramienta permite ejecutar flujos de trabajos tanto en desarrollo como en producción, abstrayendo el código básico y genérico que generalmente se necesita para ejecutar Ariflow o Argo.

Brinda a los científicos de datos acceso a toda la potencia informática del entorno de producción desde sus PCs, lo que efectivamente permite utilizar el mismo código tanto en entornos de desarrollo como de producción.

Para funcionar usa Kubeflow Pipelines que se construye encima de Argo.

Las tareas se totalmente parametrizadas y dinámicas.

Para especificar un flujo de trabajo se necesita:

- Un Dockerfile para configurar las imágenes
- Un archivo YAML para las especificaciones de cada paso
- Un script de Python que integre lo anterior para forma el flujo de trabajo.



Gestión de flujo de trabajo

Metaflow

Es similar a Kubeflow, nada más que su orquestador puede ser K8s o AWS Batch.

Una diferencia es que todo puede ser definido en un script de Python, haciendo uso de decoradores y automáticamente crea los archivos Dockerfile y YAML.

Es sumamente pasar indoloramente de desarrollo a producción desde un notebook con un simple cambio del decorador.



Apache Airflow

Apache Airflow

Airflow es una plataforma open-source que nos permite programar nuestros propios pipelines, definir un periodo de ejecución y monitorearlos.

Dentro de los beneficios de utilizar Airflow podemos mencionar:

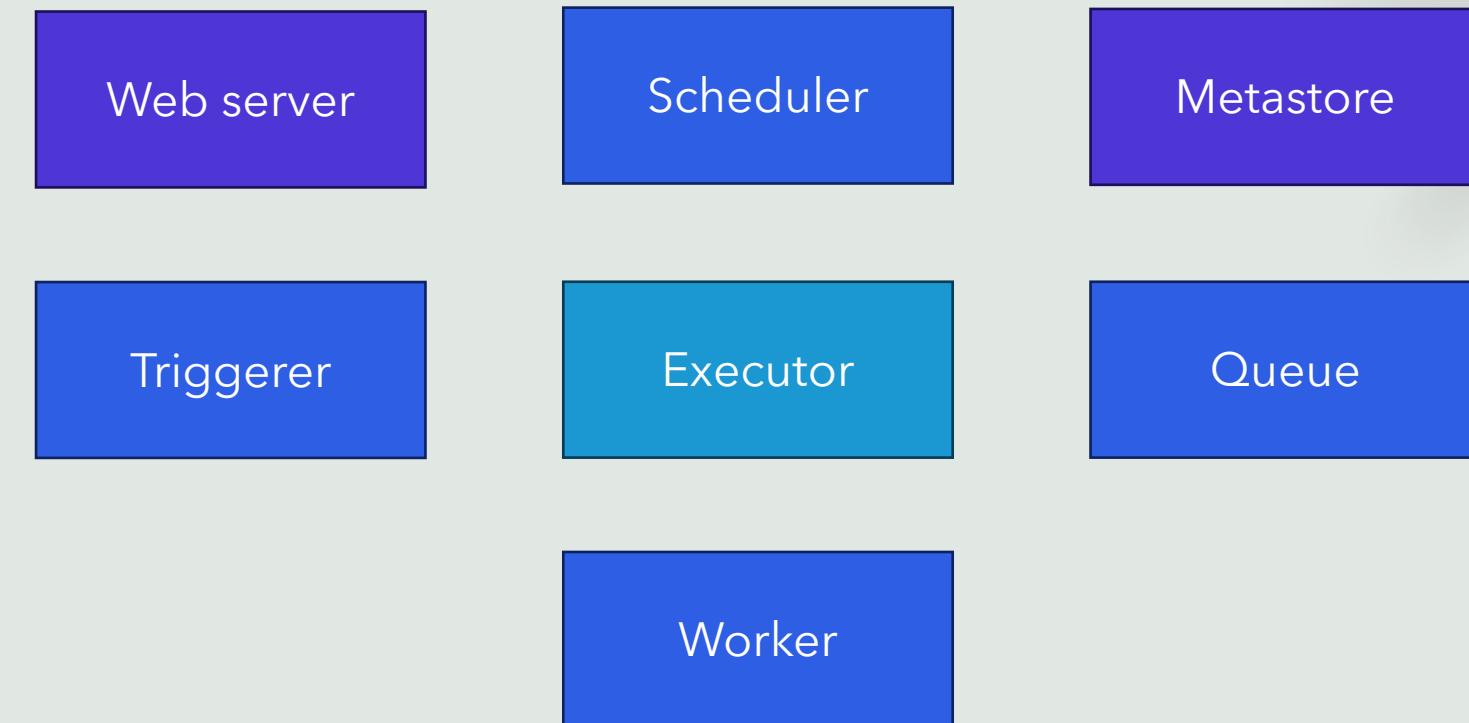
- Para programar los pipelines se utiliza Python.
- Es muy escalable, podemos ejecutar tantas tareas como queramos (lo que permita nuestro poder de cómputo).
- Brinda una interfaz de usuario muy amigable.
- Se pueden incorporar plug-ins creados por el usuario de manera muy sencilla.

Desventajas frente a las soluciones que vimos es:

- Los flujos de trabajo son estáticos, no puede crear nuevos pasos automáticamente mientras se ejecuta.
- Los flujos de trabajo son no parametrizables, es decir si entrenamos un modelo con diferentes parámetros, debemos definir un flujo independiente para cada uno.
- Es monolítica, donde un flujo de trabajo corre en un contenedor, salvo al usar a *DockerOperator*

Apache Airflow

Componentes principales



Apache Airflow

Operador

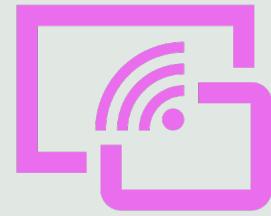
El *operator* es una tarea dentro de Airflow, una manera de encapsular código.

Existen tres tipos de operadores:

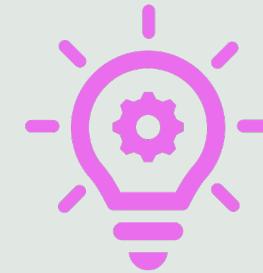
- **Action Operators:** Ejecutan alguna tarea, como por ejemplo existen Python operators, Bash operators, etc.
- **Transfer Operators:** Permiten transferir información de un punto a otro. Por ejemplo, de una base de datos MySQL a RedShift
- **Sensor Operators:** Este tipo de operadores nos permiten esperar a que suceda algún evento para avanzar a la siguiente tarea.

Apache Airflow

Qué no es Airflow



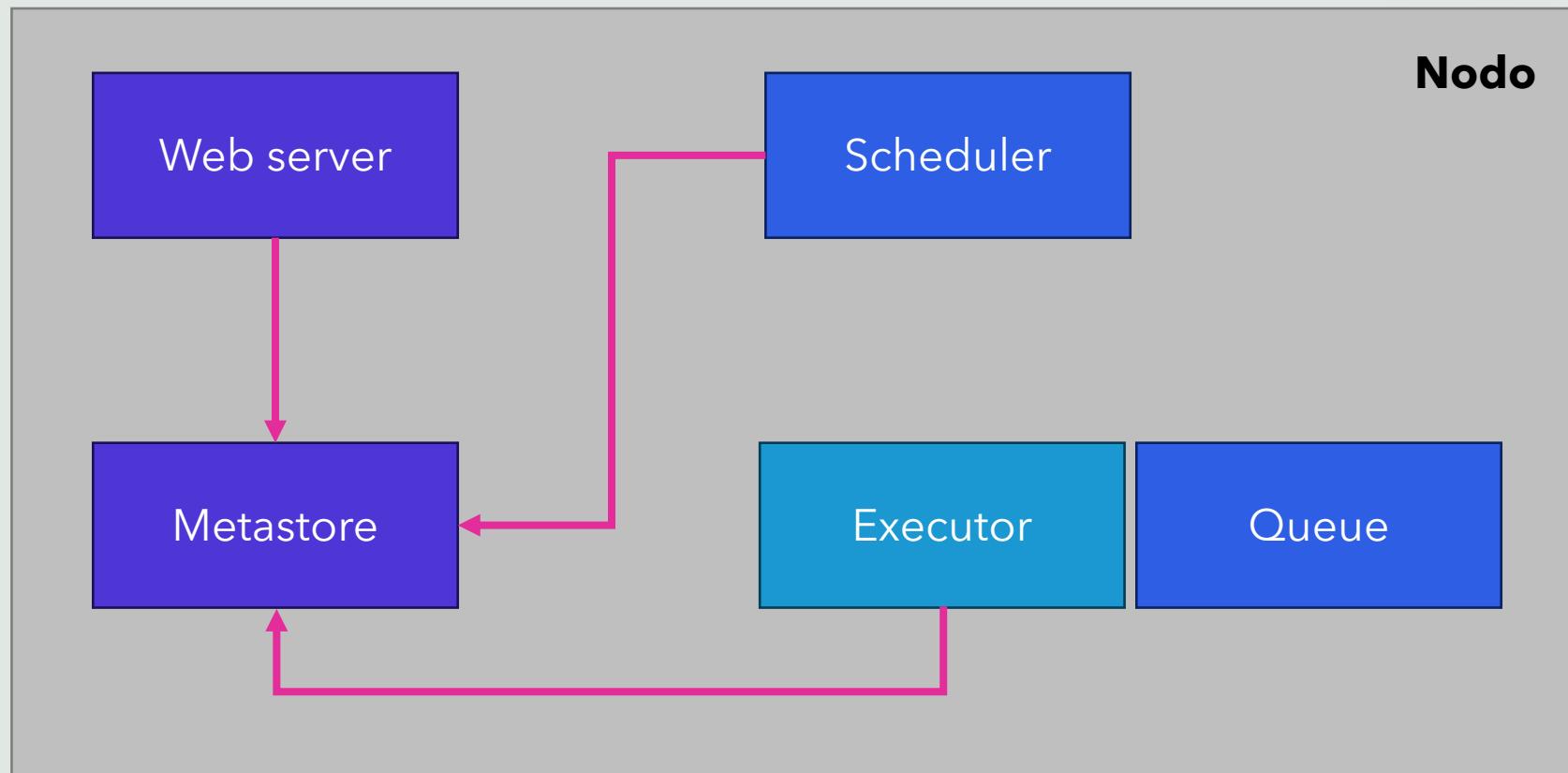
Streaming



Procesamiento
de datos

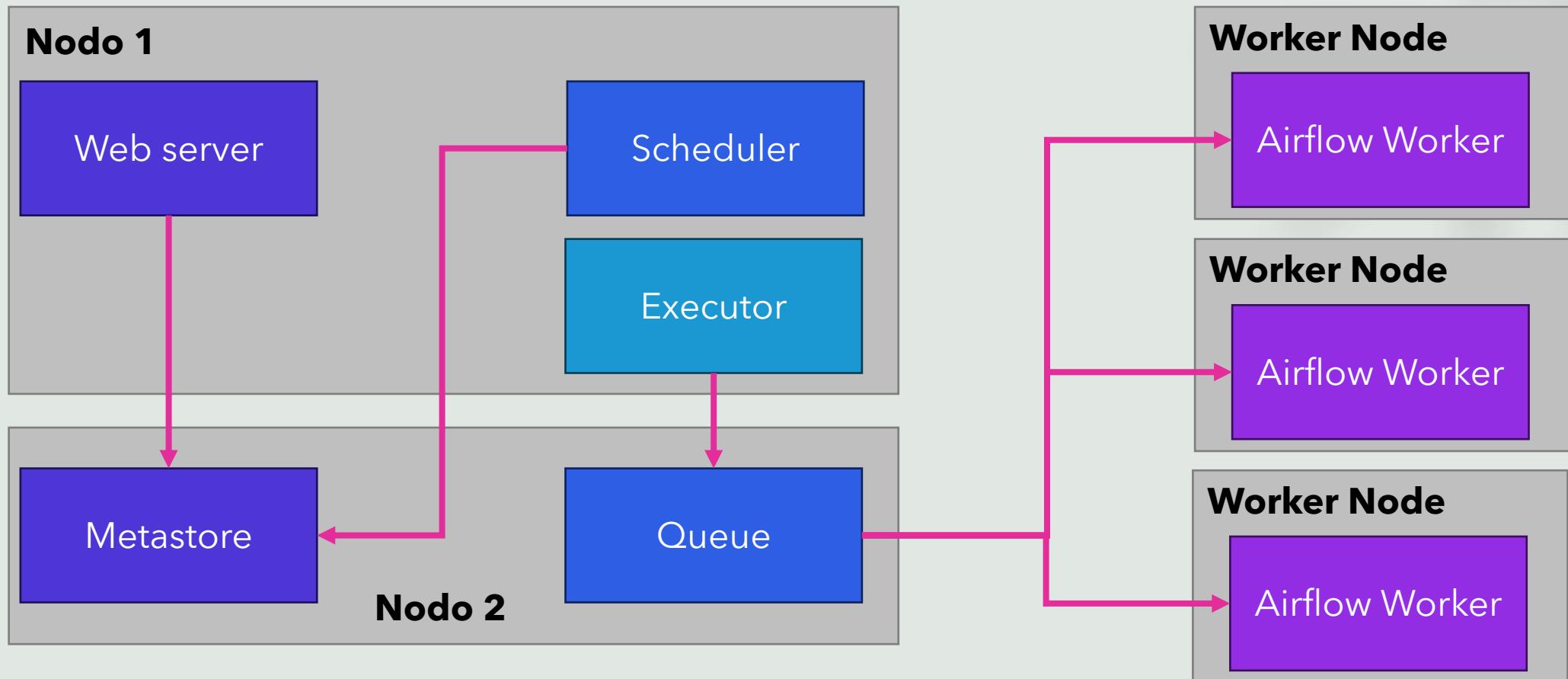
Apache Airflow

Arquitectura



Apache Airflow

Arquitectura



Apache Airflow

Funcionamiento de Airflow

