Práctica Contenedores Docker
Por: prof. Oscar H. Mondragón

1. Objetivo

Comprender la instalación de y uso de la plataforma de contendores Docker.

2. Herramientas a Utilizar

- Vagrant
- VirtualBox
- Docker Community Edition
- Vagrant Box Ubuntu

3. Desarrollo de la Practica

PARTE 1. Configuración de Vagrant

Esta práctica la desarrollaremos usando un Box de Ubuntu 22.04 en Vagrant. El Vagrantfile que usaremos es el siguiente (con el que venimos trabajando):

```
# -*- mode: ruby -*-
# vi: set ft=ruby :

Vagrant.configure("2") do |config|

  if Vagrant.has_plugin? "vagrant-vbguest"
    config.vbguest.no_install  = true
    config.vbguest.auto_update = false
    config.vbguest.no_remote   = true
  end

  config.vm.define :clienteUbuntu do |clienteUbuntu|
    clienteUbuntu.vm.box = "bento/ubuntu-22.04"
    clienteUbuntu.vm.network :private_network, ip: "192.168.100.2"
    clienteUbuntu.vm.hostname = "clienteUbuntu"
  end

  config.vm.define :servidorUbuntu do |servidorUbuntu|
    servidorUbuntu.vm.box = "bento/ubuntu-22.04"
    servidorUbuntu.vm.network :private_network, ip: "192.168.100.3"
    servidorUbuntu.vm.hostname = "servidorUbuntu"
  end
end
```

PARTE 2. Instalación de Docker en Ubuntu 22.04

1. Desinstalar versiones anteriores de Docker

```
$ sudo apt-get remove docker docker-engine docker.io containerd runc
```

2. Configurar el repositorio

Actualizar el paquete apt e instale paquetes para permitir que apt use un repositorio a través de HTTPS

```
$ sudo apt-get update

$ sudo apt-get install \
    apt-transport-https \
    ca-certificates \
    curl \
    gnupg-agent \
    software-properties-common
```

3. Agregue la clave GPG* oficial de Docker

```
$ curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo apt-key add -
```

* GPG es usado para cifrar y firmar digitalmente. GPG utiliza criptografía de clave pública para que los usuarios puedan comunicarse de un modo seguro.

Verifique que tiene la clave con el fingerprint 9DC8 5822 9FC7 DD38 854A E2D8 8D81 803C 0EBF CD88, buscando los últimos 8 caracteres del fingerprint

```
$ sudo apt-key fingerprint 0EBFCD88

pub   rsa4096 2017-02-22 [SCEA]
      9DC8 5822 9FC7 DD38 854A  E2D8 8D81 803C 0EBF CD88
uid           [ unknown] Docker Release (CE deb) <docker@docker.com>
sub   rsa4096 2017-02-22 [S]
```

4. Agregar un repositorio stable

```
$ sudo add-apt-repository \
   "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu \
   $(lsb_release -cs) \
   stable"
```

5. Actualice el paquete apt e instale la última versión de Docker Engine.

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get install docker-ce docker-ce-cli containerd.io
```

6. Verifique que Docker Engine quedo instalado correctamente corriendo la imagen de hello-world

```
sudo docker run hello-world
```

Este comando descarga una imagen de prueba y la ejecuta en un contenedor. Cuando se ejecuta el contenedor, imprime un mensaje informativo y sale.

7. Verificar que Docker esté corriendo

```
$ sudo systemctl status docker
● docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/docker.service; enabled; vendor preset:
enabled)
   Active: active (running) since Wed 2020-04-15 16:13:34 UTC; 14min ago
```

8. Ver información de Docker

Todos los comandos de docker inician con la palabra docker. Para ver la información de docker se hace lo siguiente:

```
$ sudo docker info | more

Server:
 Containers: 3
  Running: 0
  Paused: 0
  Stopped: 3
 Images: 2
 Server Version: 19.03.8
```

Aquí se puede ver información relacionada con las imágenes que se han descargado y de los contenedores que se han creado.

PARTE 3. Descargar una imagen Docker existente y correr sus servicios

9. Verificar qué imágenes de contenedores existen en los repositorios de docker.

Por ejemplo si quisieramos saber que imágenes de contenedores centos + ssh + apache existen:

```
$ sudo docker search centos-ssh-apache
NAME                                DESCRIPTION                                     STARS
OFFICIAL            AUTOMATED
jdeathe/centos-ssh-apache-php       Apache PHP - CentOS.                            30
[OK]
jdeathe/centos-ssh-apache-php-fcgi  Apache PHP-CGI (FastCGI) - CentOS.              3
[OK]
zhangyuan82/centos-ssh-apache-php                                                   0
amirabbasi/centos-ssh-apache-php
```

10. Descargar imágenes

```
$ sudo docker pull jdeathe/centos-ssh-apache-php
```

11. Ver imágenes descargadas

```
$ sudo docker images
REPOSITORY                      TAG                 IMAGE ID            CREATED
SIZE
ubuntu                          latest              4e5021d210f6        3 weeks
ago         64.2MB
jdeathe/centos-ssh-apache-php   latest              c3dbfa3577c9        6
months ago        295MB
hello-world                     latest              fce289e99eb9        15
months ago       1.84kB
```

12. Ejecutar un contenedor basado en una de las imágenes descargadas

```
$ sudo docker run -d --name web1 -p 8800:80 jdeathe/centos-ssh-apache-php
420e480dd15b5defd1c8faf7f59b910d35c9462e9d63520b6492027b51731a34
```

La opción –d permite corren el contenedor en background. La opción –p permite hacer un reenvío desde el puerto 80 del contenedor al 8800 del host.

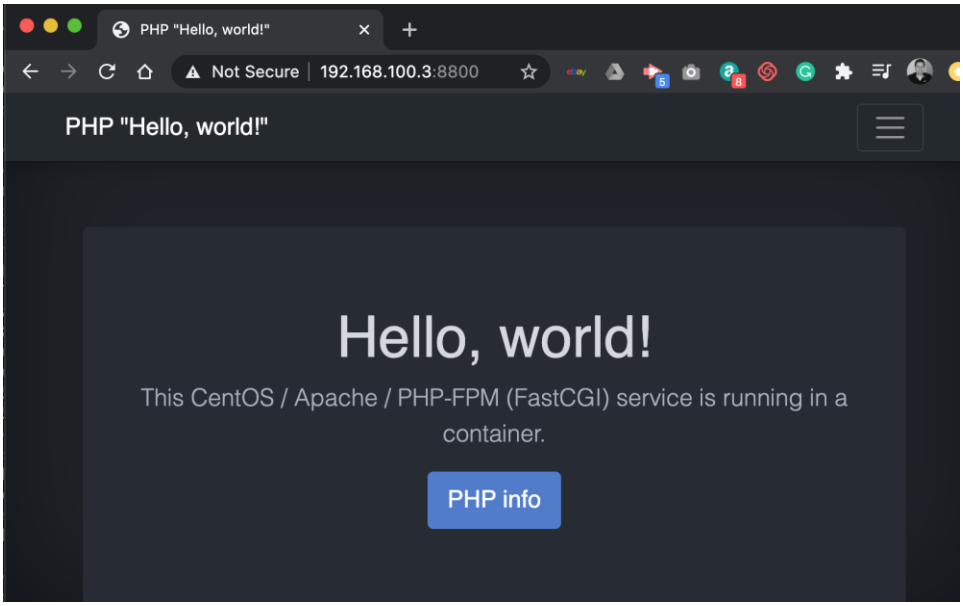
13. Verificar qué contenedores están corriendo actualmente

```
$ sudo docker ps
CONTAINER ID        IMAGE                          COMMAND
CREATED              STATUS                        PORTS
NAMES
```

```
420e480dd15b        jdeathe/centos-ssh-apache-php   "/usr/bin/supervisor…"
About a minute ago   Up About a minute (healthy)   22/tcp, 443/tcp, 8443/tcp,
0.0.0.0:8800->80/tcp   web1
```

14. Acceder los servicios del container

La imagen descargada tiene activado el servicio web, desde el browser accedemos a la dirección IP de la máquina virtual de Ubuntu (en este caso 192.168.100.3) por el puerto 8800 que fue el que se definió.



15. Remover un contenedor

Para eliminar una o más imágenes de Docker, use el comando `docker container rm` seguido de la ID de los contenedores que desea eliminar.

Puede obtener una lista de todos los contenedores pasando el indicador -a al comando `docker container ls`:

```
$ sudo docker container ls -a
CONTAINER ID        IMAGE                          COMMAND
CREATED             STATUS                     PORTS
NAMES
420e480dd15b        jdeathe/centos-ssh-apache-php   "/usr/bin/supervisor…"   4
hours ago         Up 4 hours (healthy)     22/tcp, 443/tcp, 8443/tcp,
0.0.0.0:8800->80/tcp   web1
61b1ebd88717        ubuntu                         "bash"                   5
hours ago         Exited (0) 5 hours ago
xenodochial_volhard
c68e24de01fc        hello-world                    "/hello"                 5
hours ago         Exited (0) 5 hours ago
```

Una vez que conozca el ID DE CONTENEDOR de los contenedores que desea eliminar, páselo al comando docker container rm. Si el container esta corriendo, se debe detener primero. Por ejemplo,

```
$ sudo docker container stop 420e480dd15b
```

```
$ sudo docker container rm 420e480dd15b
```

Una vez eliminado puede verificar que el container ya no existe mediante el comando:

```
$ sudo docker container ls -a
```

PARTE 4. IMAGEN DOCKER PROPIA

En esta parte buscamos crear una imagen propia, con un servicio propio instalado. Para esto descargaremos la imagen oficial de Centos.

```
$ sudo docker search centos
NAME                              DESCRIPTION
STARS               OFFICIAL            AUTOMATED
centos                            The official build of CentOS.
5940                [OK]
ansible/centos7-ansible           Ansible on Centos7
128                                     [OK]
```

16. Descargar la imagen

```
$ sudo docker pull centos
Using default tag: latest
latest: Pulling from library/centos
8a29a15cefae: Pull complete
Digest: sha256:fe8d824220415eed5477b63addf40fb06c3b049404242b31982106ac204f6700
Status: Downloaded newer image for centos:latest
docker.io/library/centos:latest
```

17. Creamos un archivo Dockerfile dentro de un directorio test_docker

```
$ mkdir test_docker
$ cd test_docker
$ vim Dockerfile
```

Dockerfile

```
FROM centos
LABEL maintainer="Oscar Mondragon"
RUN sed -i 's/mirrorlist/#mirrorlist/g' /etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-* &&\
    sed -i 's|#baseurl=http://mirror.centos.org|baseurl=http://vault.centos.org|g'
/etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-*
RUN yum upgrade -y
RUN yum install httpd -y
RUN echo "<h1> Bienvenidos a esta pagina </h1>" > /var/www/html/index.html
EXPOSE 80
CMD ["/usr/sbin/httpd", "-D", "FOREGROUND"]
```

18. Se ejecuta el Dockerfile para generar la imagen.

```
$ sudo docker build -t omondragon/centosweb .

Sending build context to Docker daemon  24.06kB
Step 1/6 : FROM centos
 ---> 470671670cac
Step 2/6 : LABEL maintainer="Oscar Mondragon"
 ---> Running in d38b810b6f5e
Removing intermediate container d38b810b6f5e
 ---> 39739df38015
Step 3/6 : RUN yum install httpd -y
 ---> Running in 79d25b73ae3a
CentOS-8 - AppStream                            56 kB/s | 6.8 MB     02:05
CentOS-8 - Base                                 78 kB/s | 6.0 MB     01:18
CentOS-8 - Extras                              2.6 kB/s | 5.5 kB     00:02
Dependencies resolved.

Complete!
Removing intermediate container 79d25b73ae3a
 ---> 1f89aa6e565f
Step 4/6 : RUN echo "<h1> Bienvenidos a esta pagina </h1>" >
/var/www/html/index.html
 ---> Running in a3cb3ccccce4
Removing intermediate container a3cb3ccccce4
 ---> 326c6c36f505
Step 5/6 : EXPOSE 80
 ---> Running in 0ab9488aa822
Removing intermediate container 0ab9488aa822
 ---> a6fc9b53924d
Step 6/6 : CMD ["/usr/sbin/httpd", "-D", "FOREGROUND"]
 ---> Running in 4d4a07eda583
Removing intermediate container 4d4a07eda583
 ---> 633c655a62fb
Successfully built 633c655a62fb
Successfully tagged omondragon/centosweb:latest
```

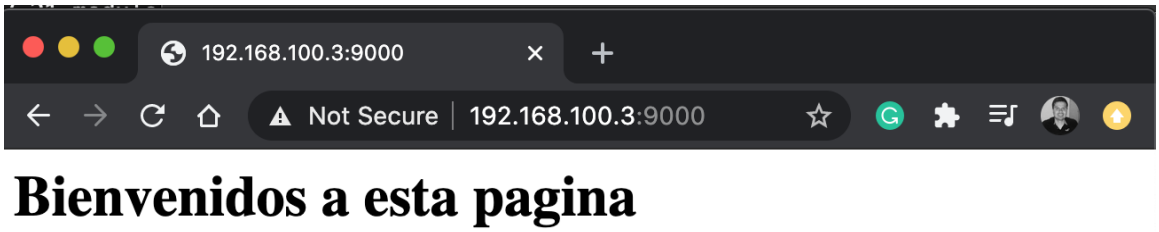
19. Se crea el contenedor

```
$ sudo docker run --name webprueba -d -p 9000:80 omondragon/centosweb

ebb43775ccb53452db74bb9128346feb7634f758bedd56427966944c4b84acd3
```

20. Se miran los contenedores creados y ejecutándose

```
$ sudo docker ps

CONTAINER ID        IMAGE                    COMMAND                  CREATED
STATUS              PORTS                    NAMES
ebb43775ccb5        omondragon/centosweb     "/usr/sbin/httpd -D …"   About a
minute ago    Up About a minute    0.0.0.0:9000->80/tcp    webprueba
```

21. Verificar el servicio funcionando



PARTE 5. SUBIR CONTENEDOR AL REGISTRY (DockerHub)

En esta parte subiremos nuestra imagen a un repositorio de Docker público. Específicamente a Docker Hub (https://hub.docker.com/).

Para esto, dirigirse a https://hub.docker.com y crear una cuenta.

Luego de crear la cuenta, loggearse a través del terminal

```
$ sudo docker login
Login with your Docker ID to push and pull images from Docker Hub. If you don't
have a Docker ID, head over to https://hub.docker.com to create one.
Username: youruser
Password:
WARNING! Your password will be stored unencrypted in /root/.docker/config.json.
Configure a credential helper to remove this warning. See
https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/login/#credentials-store

Login Succeeded
```

Debe crear una imagen que incluya el nombre de su repositorio en Docker hub y luego un tag para crear una versión nueva.

En mi caso voy a utilizar un tag para crear una nueva versión de omondragon/centosweb, a la cual llamaremos omondragon/centosweb:v1

```
$ sudo docker tag omondragon/centosweb omondragon/centosweb:v1
```

Verifico la nueva imagen creada con el tag suministrado

```
vagrant@servidorUbuntu:~/test_docker$ sudo docker images
REPOSITORY              TAG       IMAGE ID       CREATED          SIZE
omondragon/centosweb    latest    7e37e79f5672   13 minutes ago   583MB
omondragon/centosweb    v1        7e37e79f5672   13 minutes ago   583MB
omondragon/haproxy      latest    440f9872cbfc   4 weeks ago      99.4MB
omondragon/web          latest    058fdec1d5c0   4 weeks ago      227MB
hello-world             latest    feb5d9fea6a5   17 months ago    13.3kB
```

En su caso debe crear una imagen nueva con el usuario que usa para loggearse en Docker hub. Por ejemplo, si su usuario se llama **youruser**:

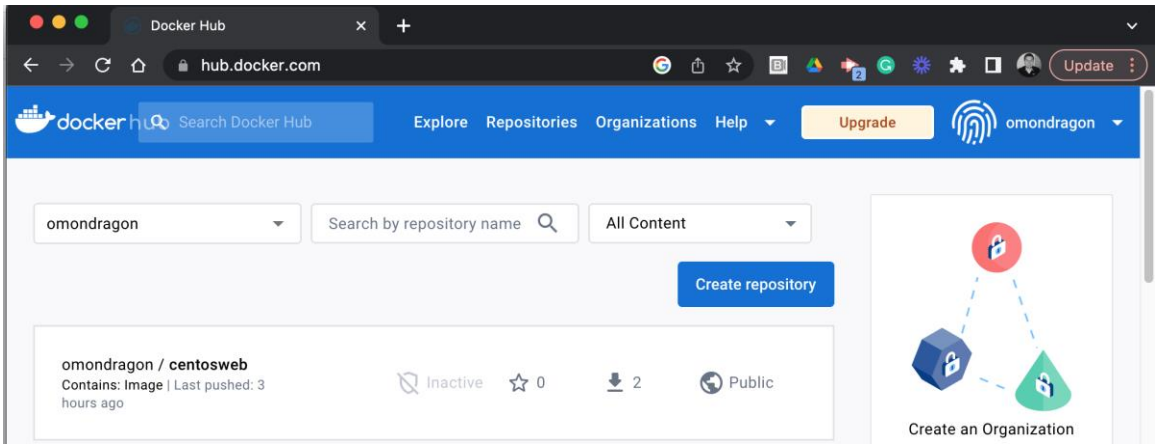
```
$ sudo docker build -t youruser/centosweb .
$ sudo docker tag youruser/centosweb youruser/centosweb:v1
```

En adelante cambie omondragon por su usuario de dockerHub

Ahora subiremos la imagen al repositorio mediante el comando docker push

```
$ sudo docker push omondragon/centosweb:v1
The push refers to repository [docker.io/omondragon/centosweb]
5683a22e1dfe: Pushed
84d435426403: Pushed
9b4d0428265a: Pushed
5652288c41fe: Pushed
74ddd0ec08fa: Mounted from library/centos
v1: digest:
sha256:1cecacafeb01ee5902833866dfbded06672534679cbbdfe9bacbff8d6aa93859 size:
1369
```

Ahora la imagen estará disponible en el repositorio de dockerhub:



Ahora que la imagen está disponible y pública, puede ser usada desde cualquier otro equipo.

Conectarse a clienteUbuntu, instalar docker y probar desde ahí, por ejemplo:

```
vagrant@clienteUbuntu:~$ sudo docker run --name webcliente -d -p 9900:80
omondragon/centosweb:v1
Unable to find image 'omondragon/centosweb:v1' locally
v1: Pulling from omondragon/centosweb
a1d0c7532777: Pull complete
a4e38749de96: Pull complete
b2f153aa63f3: Pull complete
2e051a87d5fc: Pull complete
3a044004153d: Pull complete
Digest: sha256:1cecacafeb01ee5902833866dfbded06672534679cbbdfe9bacbff8d6aa93859
Status: Downloaded newer image for omondragon/centosweb:v1
ab08658c08f67d79498b58bea3717e1b8c64433a83fad60c04c596a5904c9a02
```

En este caso accederemos a http://192.168.100.2:9900 para verificar

PARTE 6. COPIAR ARCHIVOS DESDE DIRECTORIO DEL HOST

En esta parte buscamos crear una imagen propia con la opción de copiar los archivos de una carpeta del host local a una carpeta del contenedor.

22. Cree el directorio en el host

Cree un directorio test_docker2. Dentro de test_docker2 se crea un directorio llamado voldocker en el host local en donde se van a almacenar los archivos a copiar.

```
vagrant@machine1:~/test_docker2$ ls
voldocker
```

Dentro del directorio voldocker cree una pagina llamada index.html con un vinculo a otra llamada pagina1.html

```
vagrant@machine1:~/test_docker2/voldocker$ ls
index.html  pagina1.html
```

index.html

```
<h1>Prueba directorios</h1>
<a href="pagina1.html">Ir a pagina1</a>
```

23. Se crea el archivo Dockerfile en el directorio test_docker2 con base en el cuál se creará la imagen.

```
vagrant@machine1:~/test_docker2$ ls
Dockerfile  voldocker
```

Dockerfile

```
FROM centos
LABEL maintainer="Oscar Mondragon"
RUN sed -i 's/mirrorlist/#mirrorlist/g' /etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-* &&\
    sed -i
's|#baseurl=http://mirror.centos.org|baseurl=http://vault.centos.org|g'
/etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-*
RUN yum upgrade -y
RUN yum install httpd -y
COPY voldocker/ /var/www/html/
RUN chmod -R 777 /var/www/html
EXPOSE 80
CMD ["/usr/sbin/httpd", "-D", "FOREGROUND"]
```

24. Se crea la imagen con el nombre que quieran darle. En este caso se le dio el nombre omondragon/testdir

```
vagrant@machine1:~/test_docker2$ sudo docker build -t omondragon/testdir .

Sending build context to Docker daemon  4.608kB
Step 1/7 : FROM centos
 ---> 470671670cac
Step 2/7 : LABEL maintainer="Oscar Mondragon"
 ---> Using cache
 ---> 39739df38015
Step 3/7 : RUN yum install httpd -y
```

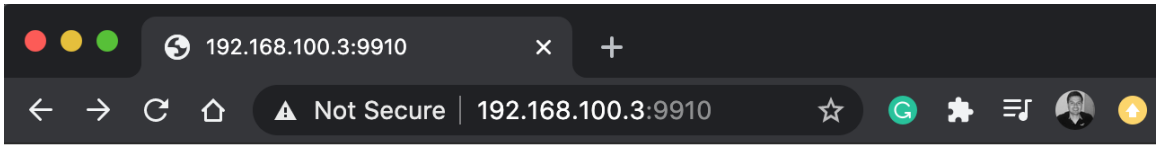
```
 ---> Using cache
 ---> 1f89aa6e565f
Step 4/7 : COPY voldocker/ /var/www/html/
 ---> Using cache
 ---> a36e1ef4cfd3
Step 5/7 : RUN chmod -R 777 /var/www/html
 ---> Running in f5f699a827d3
Removing intermediate container f5f699a827d3
 ---> 11011e1685e5
Step 6/7 : EXPOSE 80
 ---> Running in 6696abe1c8a3
Removing intermediate container 6696abe1c8a3
 ---> 5ebf8b100c09
Step 7/7 : CMD ["/usr/sbin/httpd", "-D", "FOREGROUND"]
 ---> Running in 912b1208090e
Removing intermediate container 912b1208090e
 ---> a505236510b0
Successfully built a505236510b0
Successfully tagged omondragon/testdir:latest
```

25. Probar el nuevo contenedor

Se crea el contenedor basado en la imagen creada. Se le un nombre (esto es opcional), en este caso se le dio el nombre webcontainer, y se le asigna un puerto, en este caso 9910, el puerto 80 que aparece se refiere al puerto en el cual se esta ofreciendo el servicio dentro del container, el puerto 9910 es el puerto a través del cual se accederá al servicio de manera externa.

```
vagrant@machine1:~/test_docker2$ sudo docker run -d --name webcontainer -p
9910:80 omondragon/testdir
b05c9ac9adc2d70b32063409b199080ac28d99b852a8b546d3baed675a1e7dc8
```

La prueba se hace desde afuera, accediendo a la dirección IP de la máquina Ubuntu (192.168.100.3) y el puerto especificado para reenvío (9910).



Prueba directorios

Ir a pagina1

26. Para ver los logs de un contenedor particular puede ejecutar

```
docker logs ContainerName
```

o

```
docker logs ContainerID
```

Ejemplo:

Para obtener el id o el nombre:

```
$ sudo docker container ls -a
CONTAINER ID   IMAGE                  COMMAND                  CREATED
STATUS                     PORTS                                     NAMES
ba59538b9f7b   omondragon/testdir     "/usr/sbin/httpd -D …"   2 minutes ago
Up 2 minutes               0.0.0.0:9910->80/tcp, :::9910->80/tcp
webcontainer
```

Verficar logs:

```
$ sudo docker logs ba59538b9f7b
$ sudo docker logs webcontainer
```

27. Entrar al terminal del contenedor (no es necesario en muchas ocasiones)

```
sudo docker exec -it webcontainer /bin/bash
```

4. Ejercicios

1. **Imagen propia + DockerHub.** Construya una imagen propia de Docker en la cual despliegue un sitio web personalizado y súbalo a su repositorio de docker hub.

1. **Contenedor para Data Science e IA.** Genere y pruebe un contenedor Docker con Jupiter notebooks y librerías que usualmente se usan en Data Science e IA (tensorflow, preprocess).

   Ver: https://towardsdatascience.com/make-your-data-science-life-easy-with-docker-c3e1fc0dee59

2. **Volúmenes docker.** Investigue cómo funcionan los volúmenes en Docker para compartir directorios entre el anfitrión y un contenedor.

   Implemente un ejemplo usando volúmenes.

   Puede consultar fuentes como:

   https://ricardogeek.com/usando-volumenes-en-docker/

1. **Contenedor para IA (TensorFlow + Scikit-learn).**

   Clone el siguiente repositório y experimente con el contenedor docker que contiene TensorFlow y scikit-learn with Python3.7

   https://github.com/asashiho/ml-jupyter-python3

   NOTA:
   Si aparece el siguiente error:

   Package 'libav-tools' has no installation candidate

   Comente la línea **libav-tools ** en el Dockerfile (línea ~16)

4.Desafíos [Hasta 0.5 Puntos en una nota de practicas]

Desarrolle uno de los siguientes puntos:

2. **(Vale por 1.0 puntos) CUDA + Python + Docker.** Demuestre en funcionamiento de un contenedor Docker con aceleración por GPUs (necesita maquina con GPU disponible).

   Sugerencia: https://developer.nvidia.com/how-to-cuda-python

3. **Docker en LXD.** LXD se enfoca en contenedores de sistema. Es decir, podemos correr una distibucion complete de Linux en nuestro contenedor. Los contenedores de aplicación (o de software) como Docker y RKT se diferencian de los contenedores de LXD, en que son usados para distribuir aplicaciones y típicamente corren un único proceso dentro de ellos

   En este punto, deberá investigar como configurar un contenedor Docker dentro de LXD que corra una aplicación básica, por ejemplo un servidor web.

   Ver instrucciones en: https://stgraber.org/2016/04/13/lxd-2-0-docker-in-lxd-712/

4. **Docker + Flask.** En el siguiente repositorio encontrara los archivos requeridos para crear un container con una aplicación web Flask en Docker

   https://github.com/omondragon/docker-flask-example

   Clone el repositorio y pruebelo creando y corriendo un container. Tenga en cuenta que Flask esta siendo ejecutado en modo de prueba y expone el puerto 5000.

   Si desea profundizar en Flask puede consultar:

https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/

2. Bibliografía

- Sitio oficial Docker. https://www.docker.com/
- Instalar Docker en Ubuntu. Ingles. https://docs.docker.com/engine/install/ubuntu/
- Instalar Docker en Ubuntu. Espanol. https://www.digitalocean.com/community/tutorials/como-instalar-y-usar-docker-en-ubuntu-18-04-1-es
- Core OS rkt containers. https://coreos.com/rkt/
- Docker en LXD. https://stgraber.org/2016/04/13/lxd-2-0-docker-in-lxd-712/
- Publicar tu imagen en Docker Hub. https://www.returngis.net/2019/02/publicar-tu-imagen-en-docker-hub/