



# INSTITUTO TECNOLOGICO DE IZTAPALAPA

## INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

### KLEE Symbolic Execution Engine

Presenta:

Hernandez Hernandez Diego

Rubio Gómez Israel

Villalobos Romero Katherin

Cofradía Rodríguez Rodrigo Benjamin

No.control

171080165

171080093

171080154

161080399

Ing. Abiel Tomas Parra

CIUDAD DE MÉXICO

ENERO / 2021



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Nuestro equipo (Candy's) tiene como fin realizar una operación básica como: suma en klee, al momento de realizar dichas operación se contendrá números enteros. Siempre y cuando sean aceptados por nuestra operación y lanzara el resultado exitosamente, nuestro proyecto tiene como objetivo la participación de cada uno de nuestros integrantes de nuestro equipo para poder programar dentro de este lenguaje nunca antes mencionado por alguno de nuestros profesores. Nuestra idea es aprender más acerca de este lenguaje para que no solamente aprendamos a realizar operaciones básicas si no mucho más. De igual forma es un reto para nosotros el hecho de realizar esto por que como lo dije anteriormente no conocíamos dicho lenguaje.



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

## ANALISIS DE RIESGO

Posibles riesgos	Posibles soluciones
Que algunos de los integrantes llegue a tener un accidente o enfermedad	Tendríamos que hacer una reasignación de actividades, para esto necesitaríamos que cada integrante conozca de manera correcta la información y el cronograma para que cualquiera pueda sustituir el lugar faltante
Que la documentación del proyecto se borre, por algún virus o descuido del equipo	Tener respaldo en una herramienta de nube, y otra física en una USB, que cada integrante debe poseer.
Que el día de entrega de proyecto el representante no tenga luz	Que haya un segundo a cargo, que pueda descargar la última actualización de la nube o de la USB, para entregar el proyecto en tiempo y forma.
Que nuestro proyecto tenga errores a la hora de compilar por algún signo o letra borrados	Haber hecho pruebas antes del día de entrega, teniendo el código en una block de notas aparte de nuestro compilador, para poder llegar a copiar y pegar en caso que haga falta.
Que nuestra investigación sufra cambios por las versiones de Word o falta de fuente (Montserrat Light) y no cumpla con los requerimientos establecidos.	Tener el archivo en vista protegida, aparte de tenerlo en pdf para que no sufra alguna modificación no deseada.



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

El presente documento pretende centrarse en el estudio de compiladores, en este caso basándonos en un tema particular siendo KLEE Symbolic Execution Engine. KLEE es una herramienta de código abierto, lanzada bajo una licencia UIUC liberal y alojada en GitHub, trabaja a nivel de código de bits LLVM, el lenguaje intermedio de la infraestructura del compilador LLVM ampliamente utilizada. Proporciona un intérprete que puede ejecutar código casi arbitrario representado en LLVM IR, tanto de forma concreta como simbólica.

Una de las principales fortalezas de KLEE es su arquitectura modular y extensible. Por ejemplo, si bien KLEE ya proporciona una variedad de heurísticas de búsqueda diferentes para explorar el espacio de estado del programa, se puede ampliar fácilmente con otras nuevas. Se adopta un enfoque similar para la resolución de restricciones, con actividades de resolución de restricciones (como optimizaciones y almacenamiento en caché) estructuradas como una serie de etapas.

- ✓ Usamos KLEE para verificar minuciosamente los 89 programas independientes en la suite de utilidades GNU COREUTILS, que forman el entorno central a nivel de usuario instalado en millones de sistemas Unix, y posiblemente son el conjunto de programas de código abierto más probado que existe.
- ✓ También usamos KLEE como herramienta de búsqueda de errores, aplicándolo a 452 aplicaciones (más de 430.000 líneas de código en total), donde encontró 56 errores graves, incluidos tres en COREUTILS que se habían pasado por alto durante más de 15 años.
- ✓ Finalmente, usamos KLEE para verificar de forma cruzada utilidades BUSY-BOX y COREUTILS supuestamente idénticas, encontrando errores de corrección funcional y una miríada de inconsistencias.



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

## JUSTIFICACION PROYECTO

En este proyecto es importante investigar exhaustivamente puesto que la mayoría de la información viene en inglés, se pretende utilizar KLEE SYMBOLIC EXECUTION ENGINE para una serie de operaciones (una calculadora), que esta se introduzcan 2 dígitos y esta automáticamente nos arroje suma.

Teniendo como finalidad el aprendizaje de estos compiladores, que es necesario que tengamos presentes, ya que como ingenieros en sistemas día con día debemos estar actualizados y ver el funcionamiento de esta.

Para ello es necesario contar con las herramientas, una de ellas es LLVM ya que nuestro Klee es un motor de ejecución simbólica dinámica construido sobre la infraestructura del compilador LLVM. Para su instalación nos dirigimos a la pagina oficial de LLVM y descargamos el de 64bits, una vez descargado se instala.

NOTA: En las opciones de instalación elegimos la opción Add llvm to the system PATH for current user, esta es para que se intale llvm en el usuario actual.

Por último, configuramos nuestro PATH junto con nuestras carpetas de programas y configuramos el msvc-cpp2.cmd con Notepad++.

Para utilizar KLEE necesitamos configurar nuestro Docker images desde LLVM

```
$ docker pull klee/klee:2.1
$ docker run --rm -ti --ulimit='stack=-1:-1' klee/klee:2.1
$ docker pull klee/klee
$ docker pull klee/klee:<TAG>
$ git clone https://github.com/klee/klee.git
$ cd klee>localiza el docker
$ docker build -t klee/klee .
```

Una vez hecho estos pasos nos aparece un test

```
KLEE: done: total instructions = 5047
KLEE: done: completed paths = 1
KLEE: done: generated tests = 1
```

Y nuestro KLEE está funcionando, ya con todos estos pasos realizados solo queda realizar nuestra practica (calculadora de dos dígitos).



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16	DIRECCION:																									
17	ALUMNO:	ISRAEL RG, RODRIGO CF, DIEGO HH, KATHERIN VR																								
18	CARRERA:	SISTEMAS COMPUTACIONALES																								
19	NOMBRE DEL PROYECTO:	KLEEN Symbolic Execution Engine																								
20	ASESOR INTERNO:	Ing Abiel Tomas Parra Hernandez																								
21	FECHA DE INICIO:	22-nov-20																								
22	OBJETIVO DEL PROYECTO:																									
23	ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16								
25	Investigación de llvm	P																								
26		R																								
27	Investigacion klee symbolic execution engine	P																								
28		R																								
29	Síntesis de la información obtenida (LLVM+ klee symb	P																								
30		R																								
31	Implementación de LLVM	P																								
32		R																								
33	Implementacion de klee symbolic execution engine	P																								
34		R																								
35	Pruebas	P																								
36		R																								
37	Modificación de klee symbolic execution engine	P																								
38		R																								
39	Pruebas de modificación	R																								
40		R																								

## Metodología a utilizar

La metodología tradicional es la que más se ajusta nuestra forma de trabajar, ya que este proyecto se nos hace complicado y hay que investigarlo de pies a cabeza, y uno de los problemas de este es que la información que se investiga está en inglés y eso se nos dificulta.

La metodología tradicional nos dice que se maneja una secuencia fija:

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Medición

Los beneficios de esta metodología tradicional:

- Objetivos definidos
- Procesos controlables
- Documentación clara y confiable
- Mayor responsabilidad

Por estas razones creemos que nuestro proyecto será un rotundo éxito utilizando la metodología tradicional.





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

## Requerimientos Funcionales

Nuestro proyecto va enfocado en hacer una suma en Klee, como requerimientos funcionales para que este proyecto se lleve a cabo es necesario que se cumplan los siguientes requerimientos:

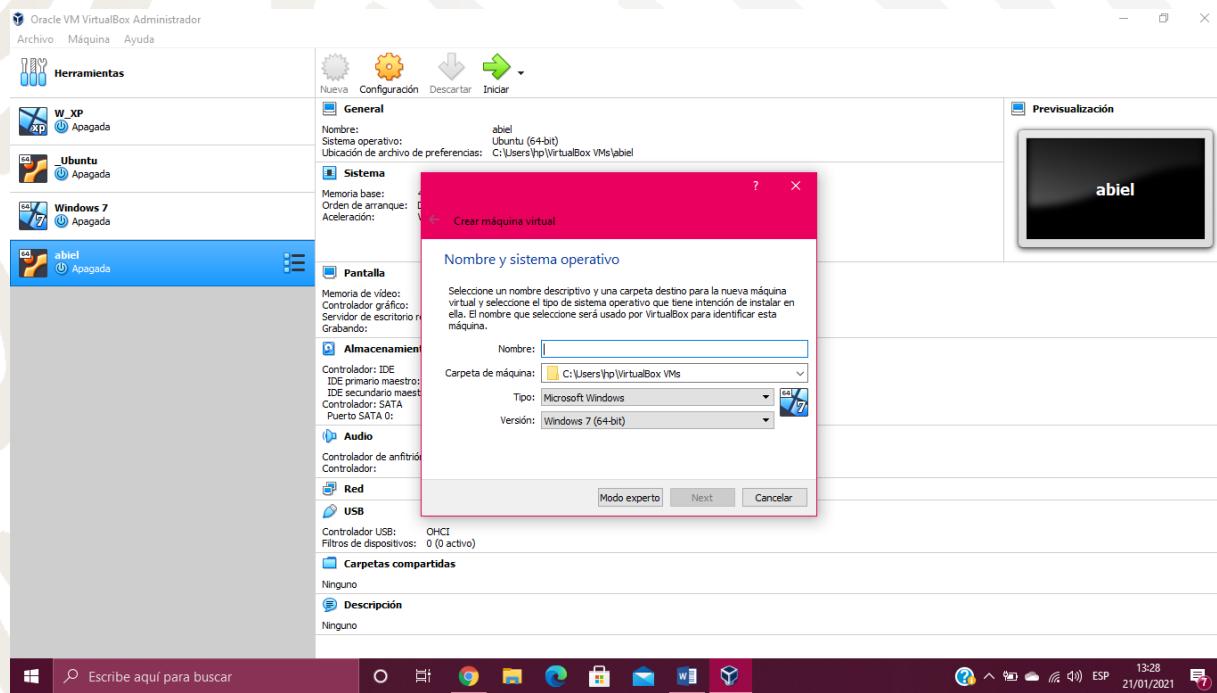
- Tener instalado nuestro Docker para que funcione nuestro Klee
- Tener instalado Klee
- Ingresar el código y que funcione
- Descripciones de las operaciones a ser realizadas
- Verificar que nuestros valores sean correctos

## Requerimientos No Funcionales

- El proyecto es fácil de comprender
- El proyecto puede ser escalable, ya que podría realizar más operaciones
- El proyecto no tiene una gran disponibilidad ya que este solo se pudo instalar en UBUNTU

## Desarrollo

Vamos a crear una nueva máquina virtual



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

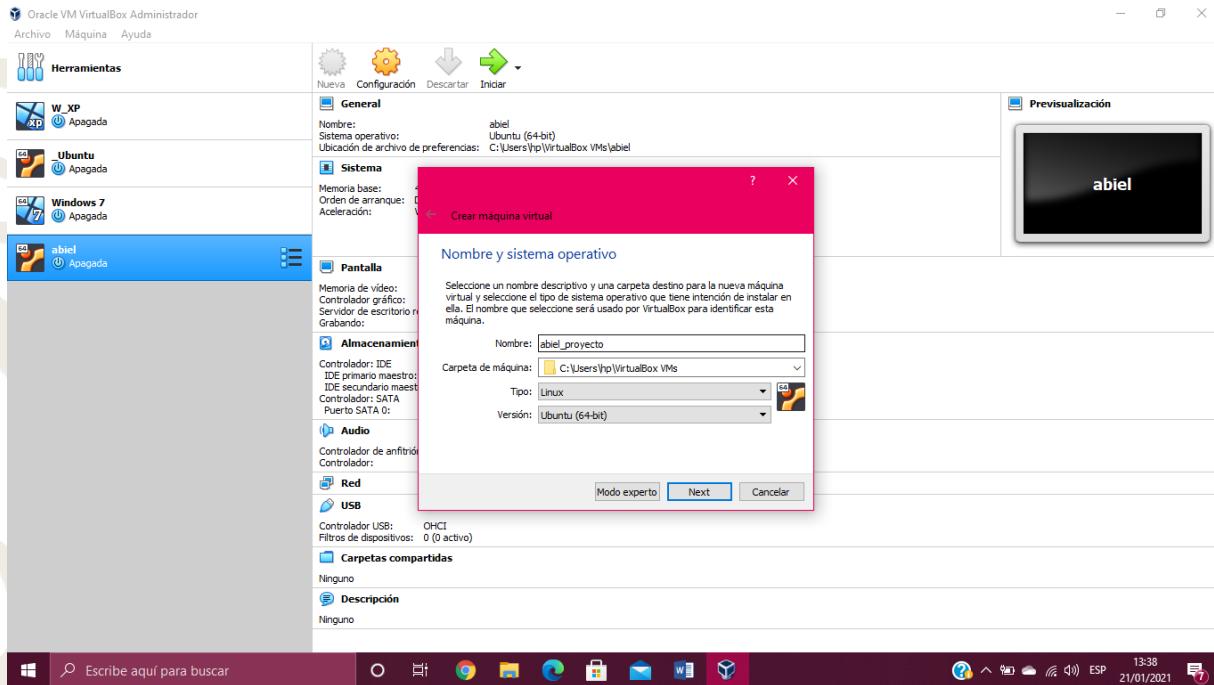
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)

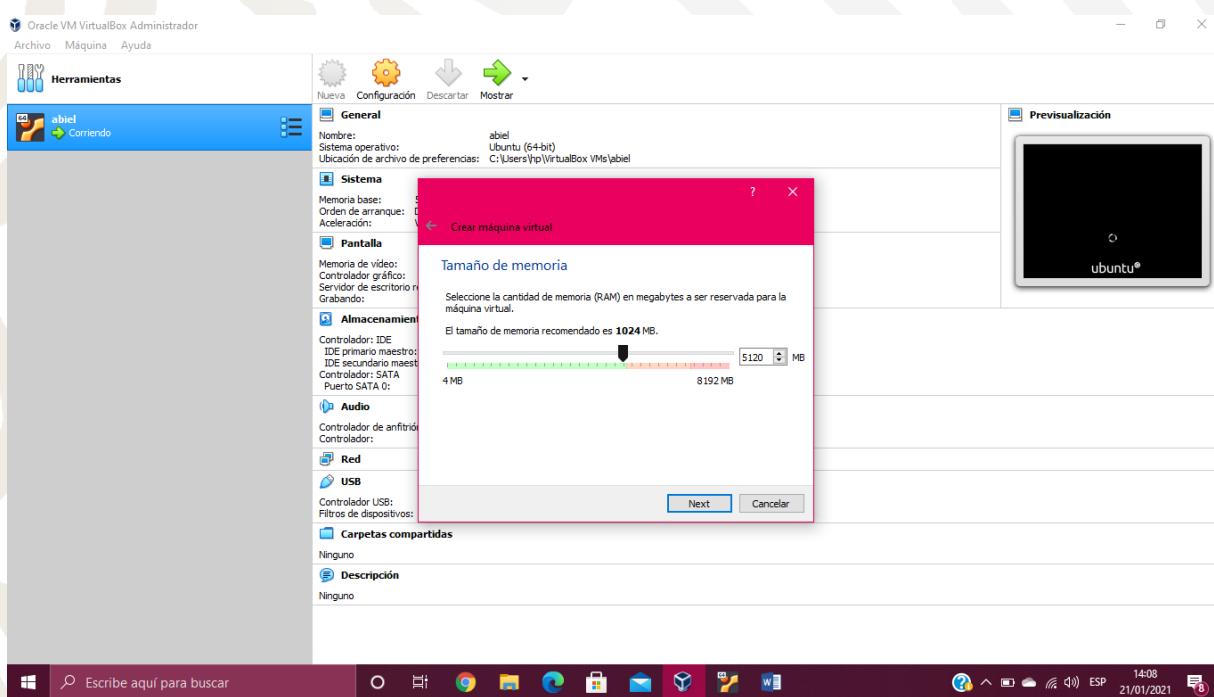




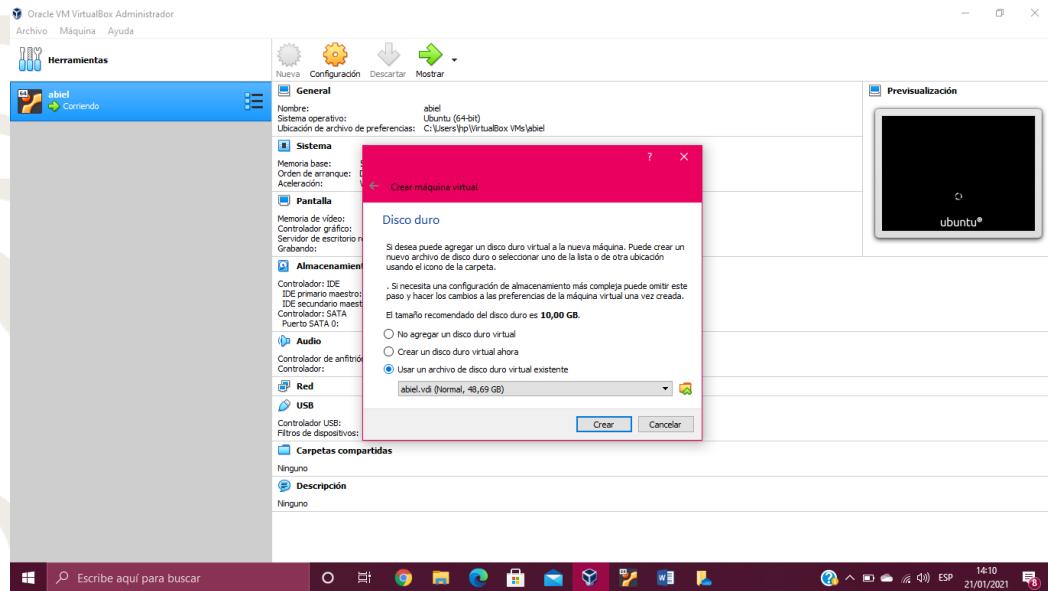
Aquí asignaremos espacio de memoria, sistema operativo, ram, estamos utilizando la versión de ubuntu version 20.4.4



Escogemos nombre, sistema operativo:



Otorgamos cuantos de RAM utilizaremos



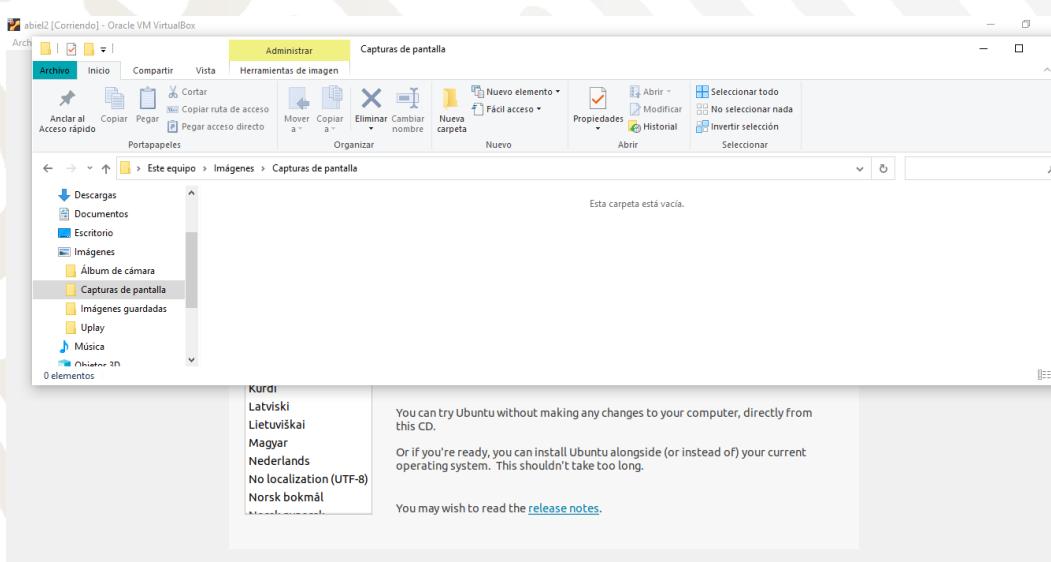
Seleccionamos disco duro Ubuntu y ya estamos realizando el proceso de instalación, ahora tenemos que darle tiempo para la instalación 20 min aproximadamente y eso instalando la paquetería más básica, en este proceso se lleva acabo los siguientes pasos:

## Escoger lenguaje

Seleccionamos la zona donde nos ubicamos

Luego copiamos los archivos de instalación

Luego lo instalamos





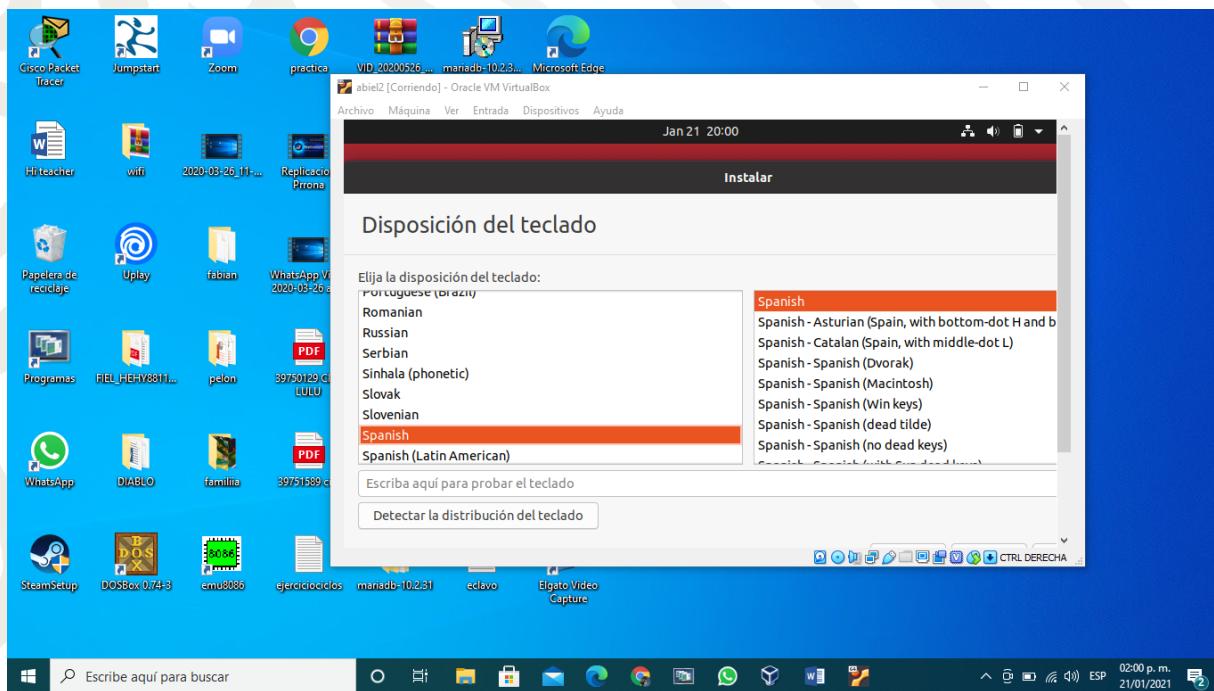
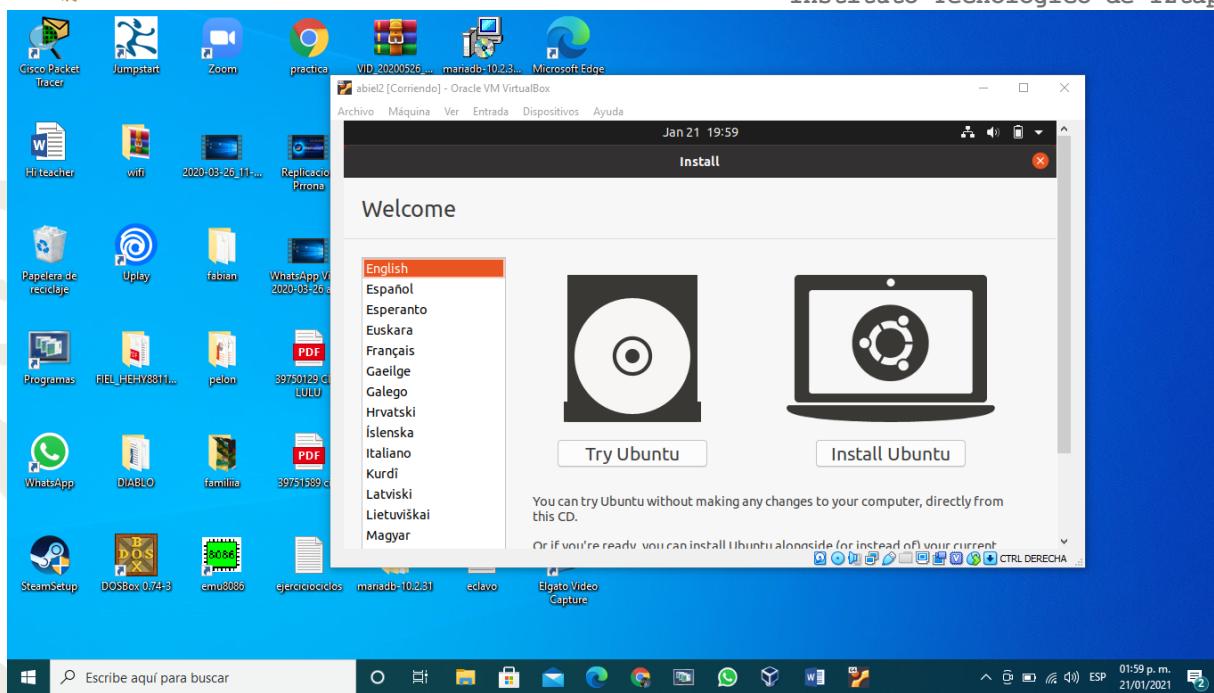
# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





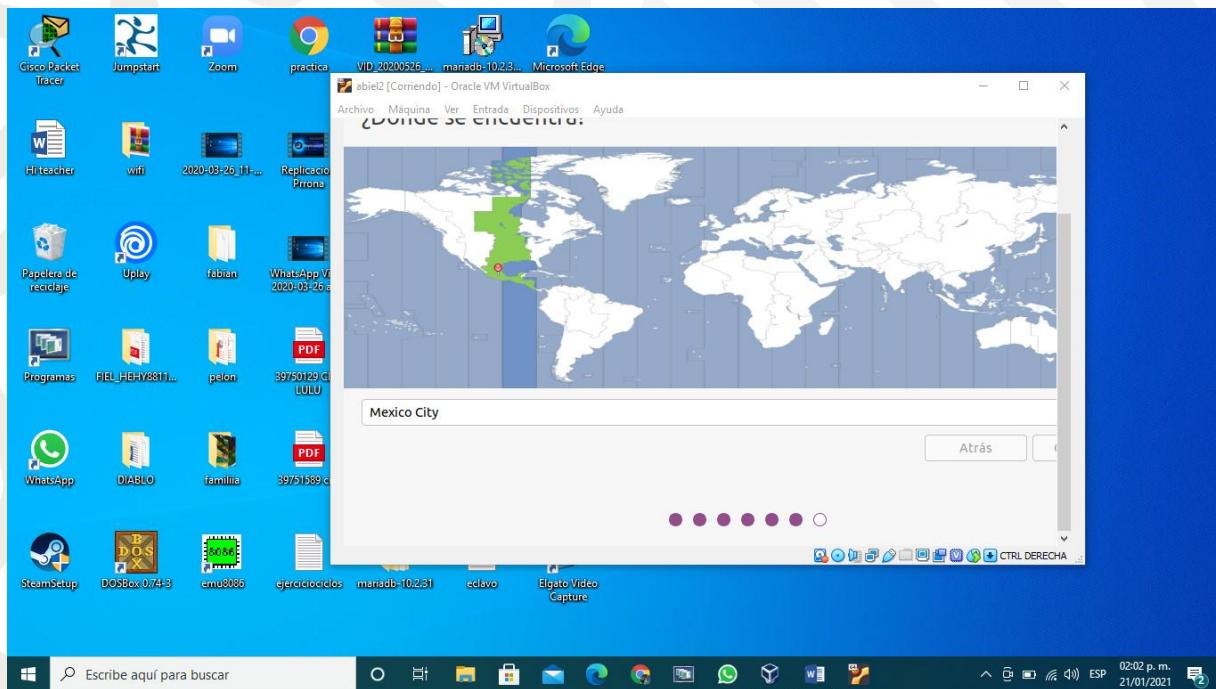
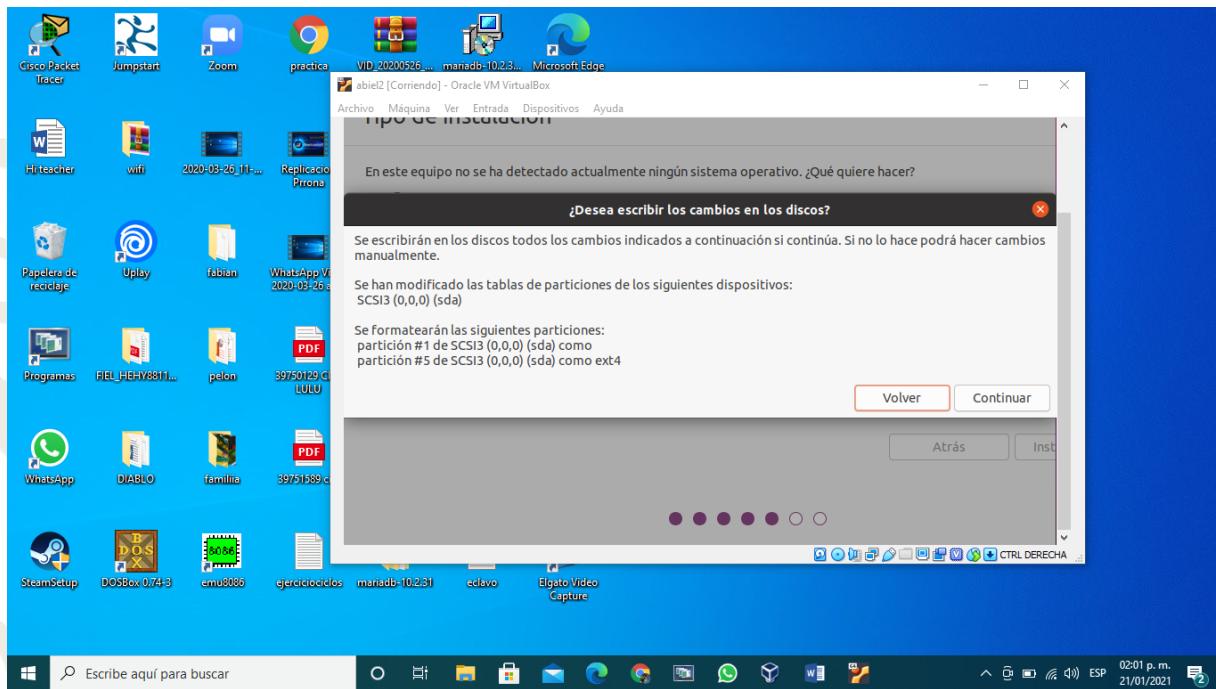
# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





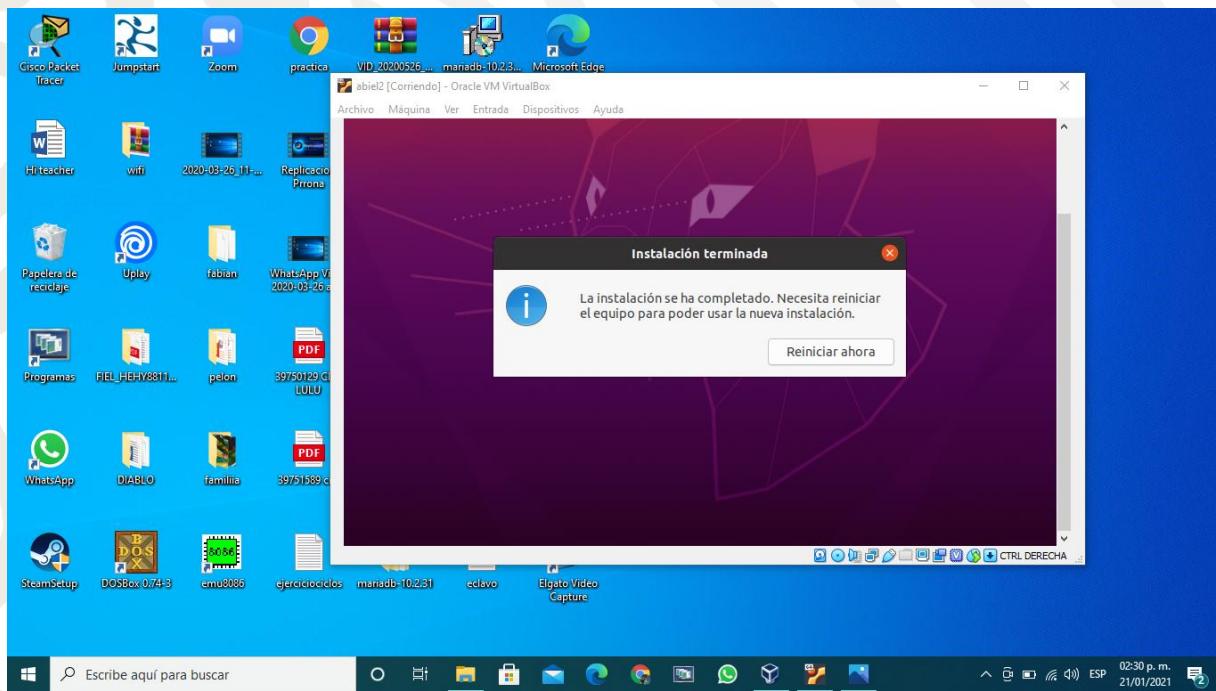
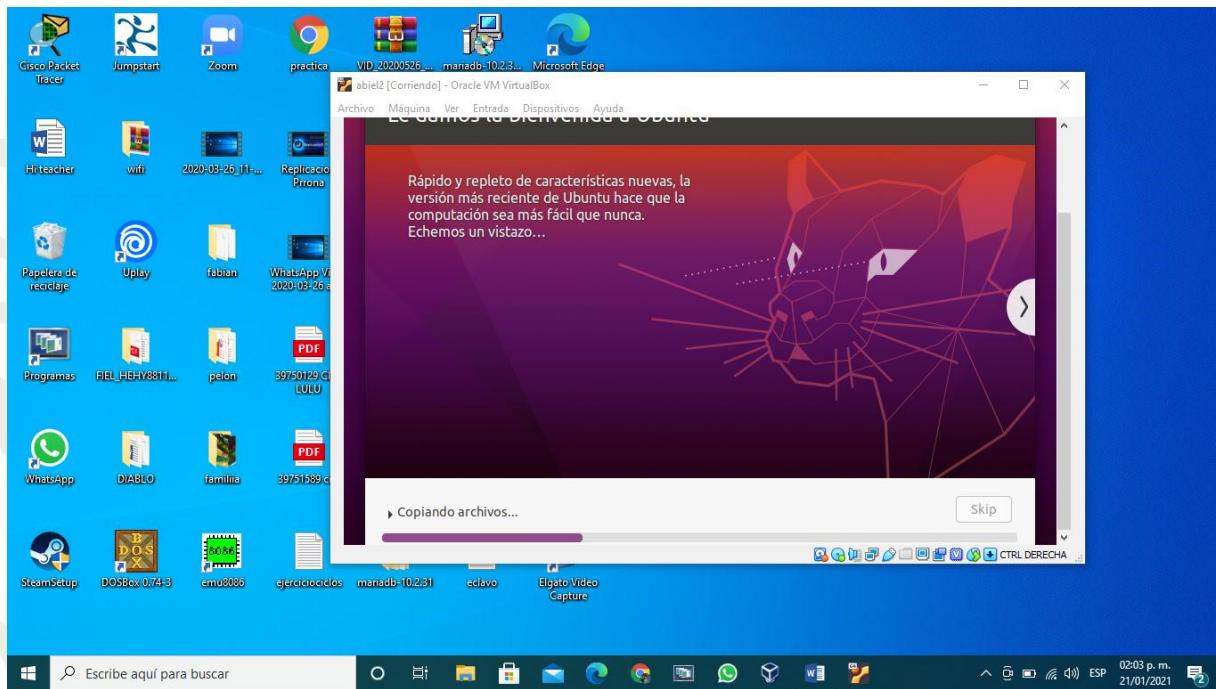
# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





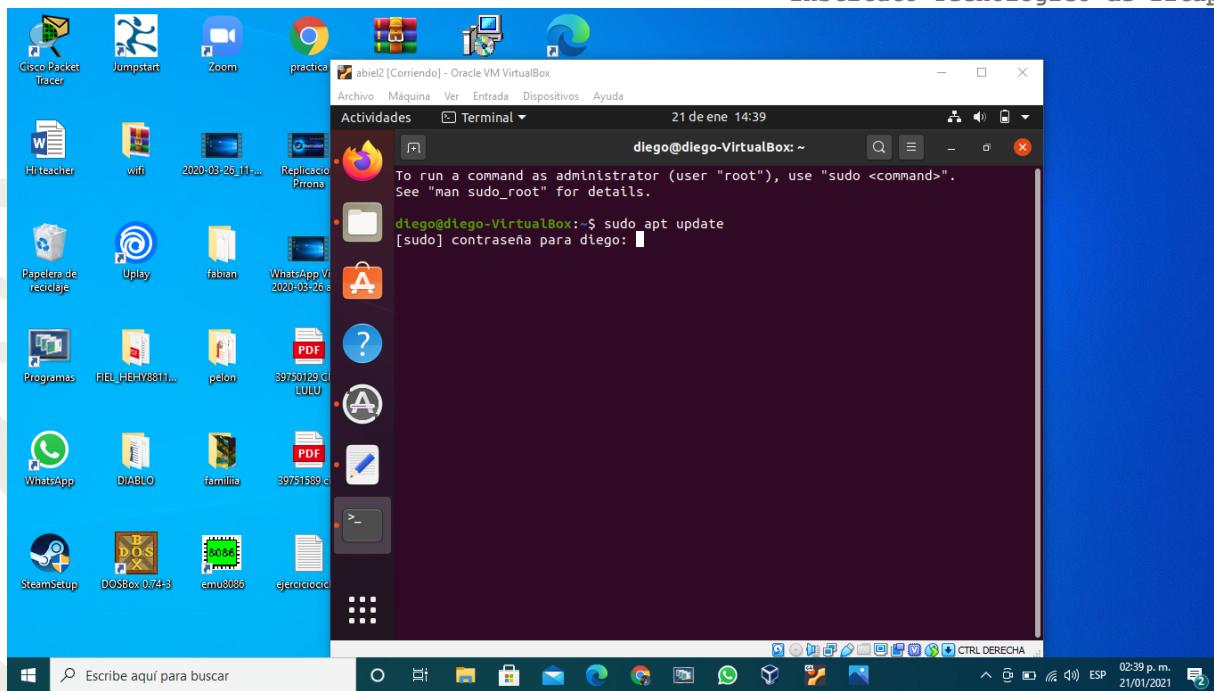
# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

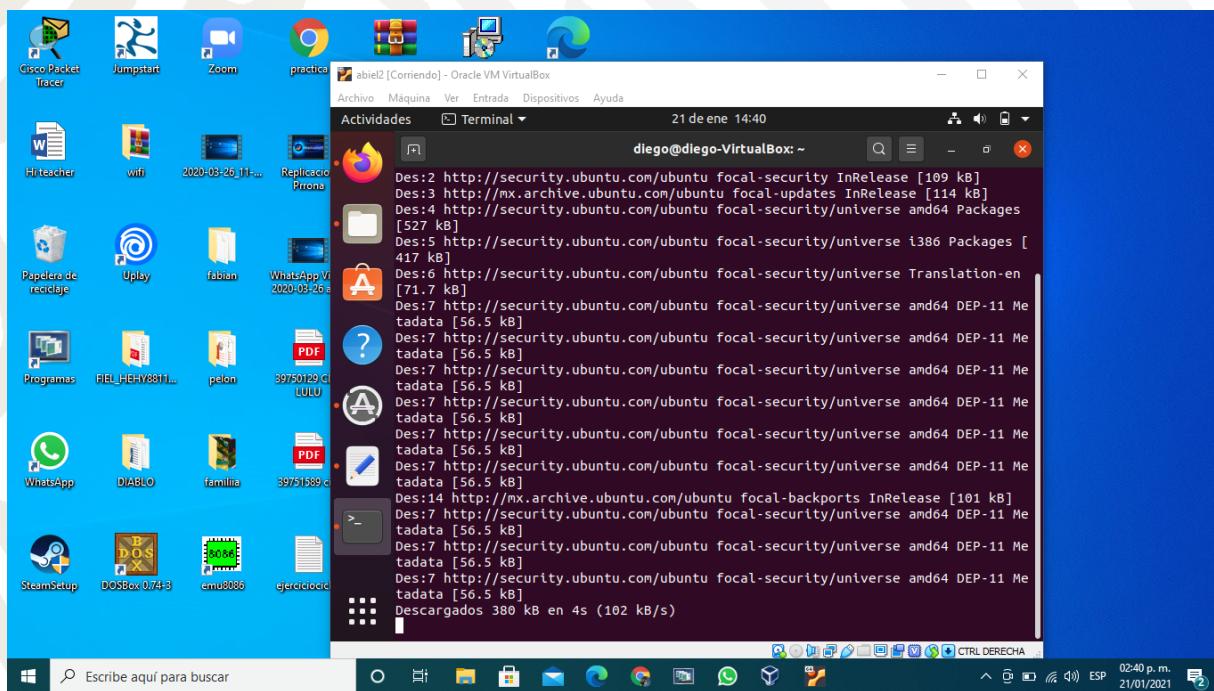


TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Iztapalapa



Después de la instalación nos preparamos para instalar docker, desde CMDOS , primeramente actualizamos ficheros, se actualiza Ubuntu para realizar las descargas necesarias



Telecommunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

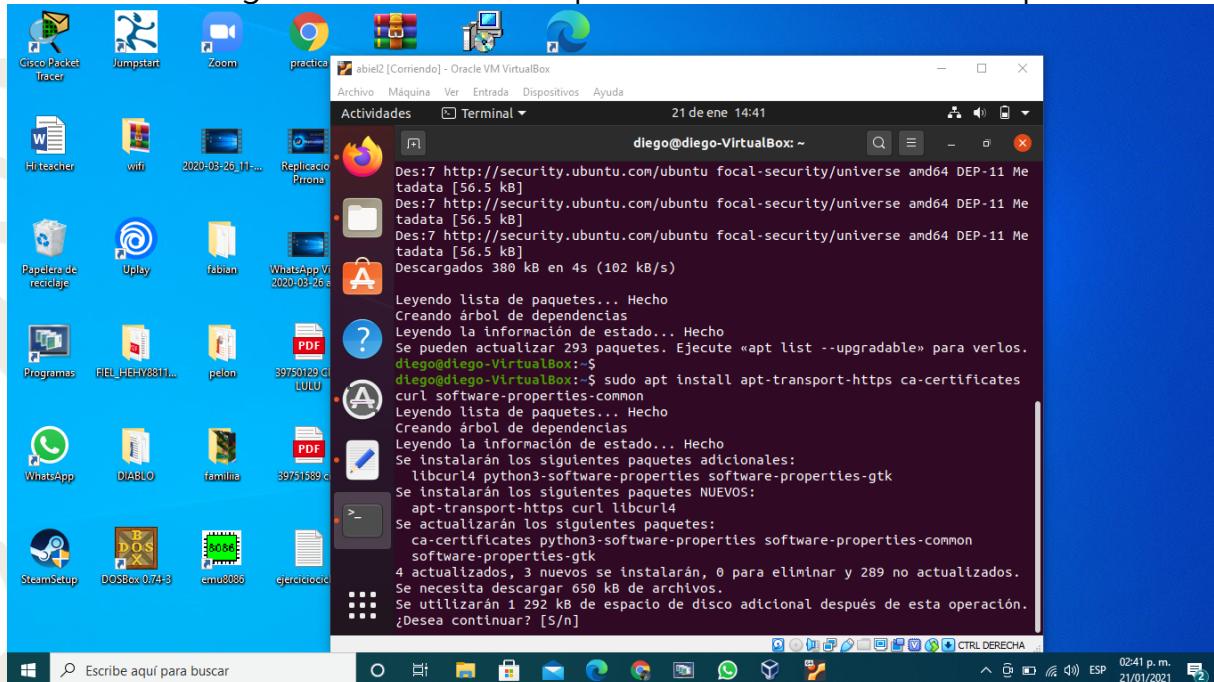
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



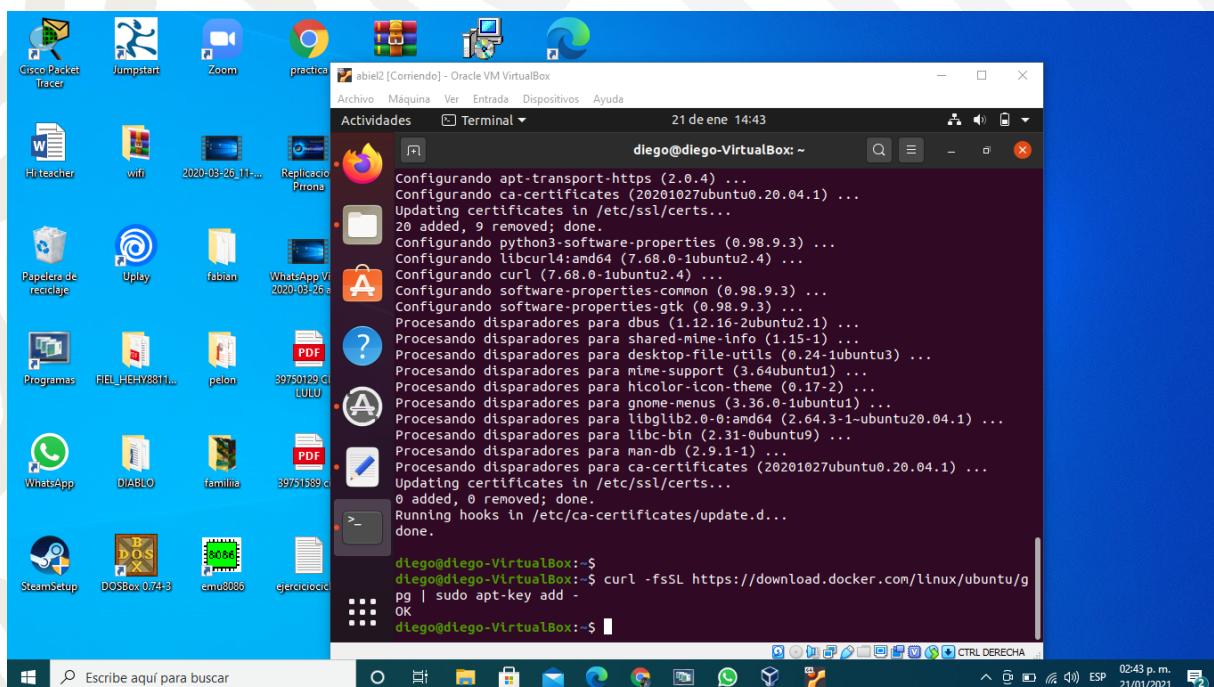
TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

El siguiente comando es para la instalación desde Http:



Aquí asignaremos el link de descarga de docker



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

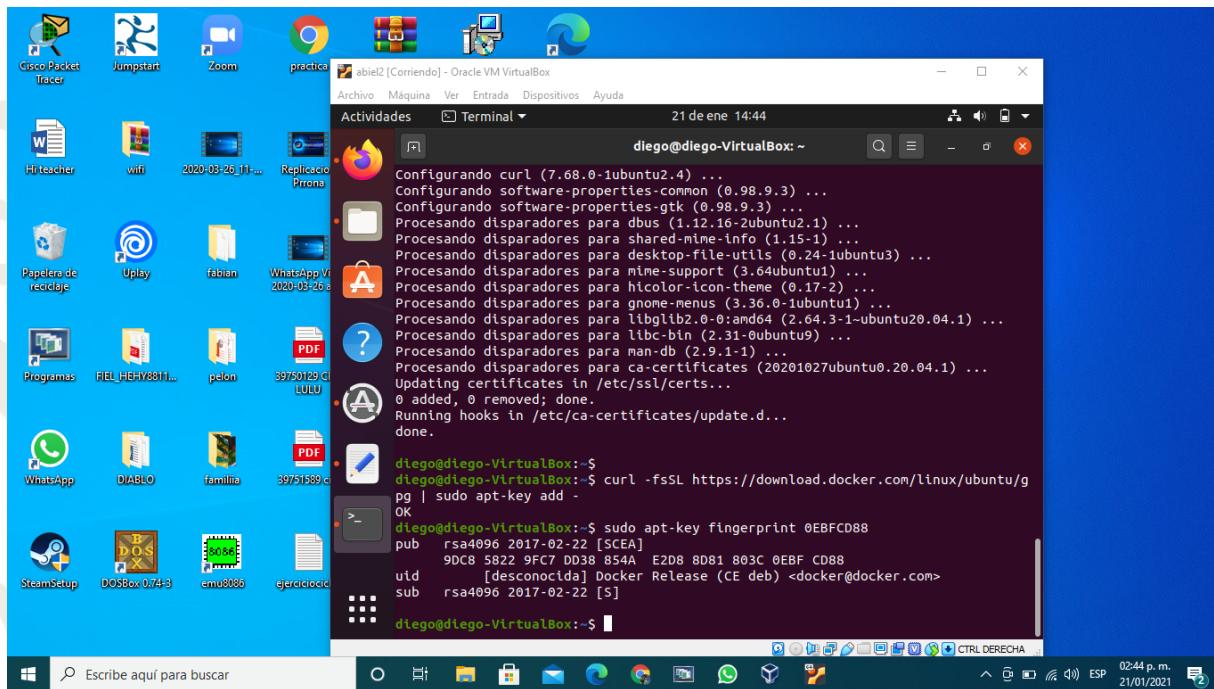
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



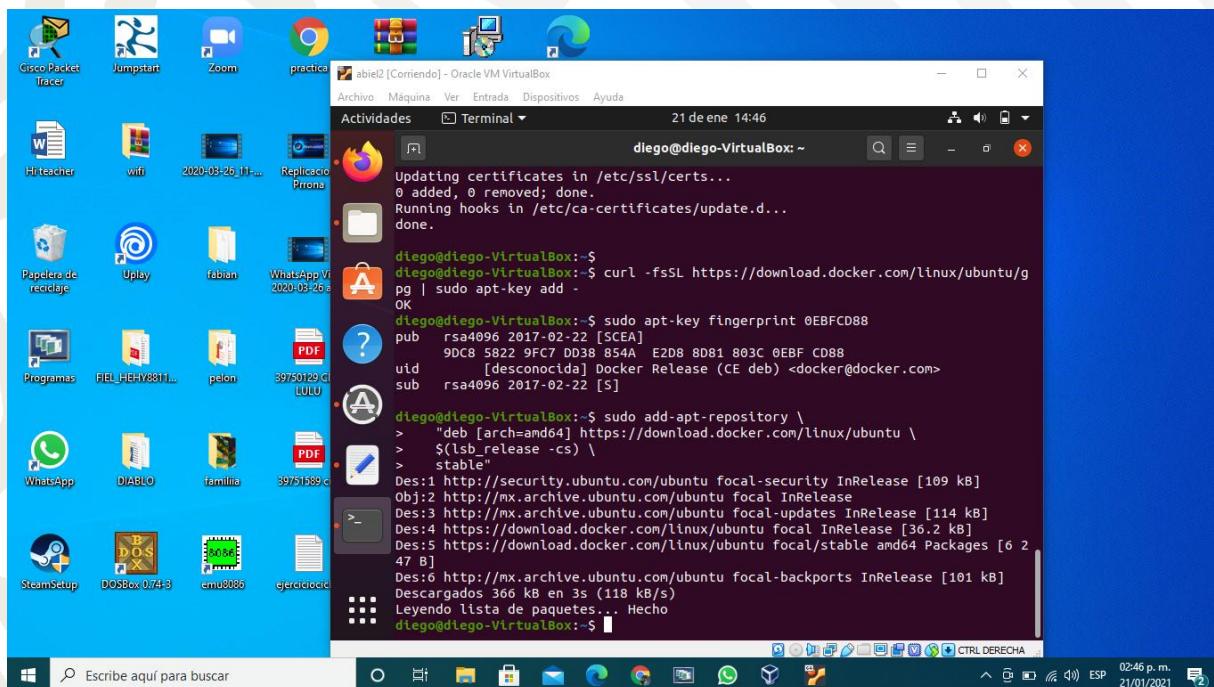
TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Aquí utilizaremos la llave de root



Aquí vamos agregar la última versión de docker con los repositorios necesarios



Telecommunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

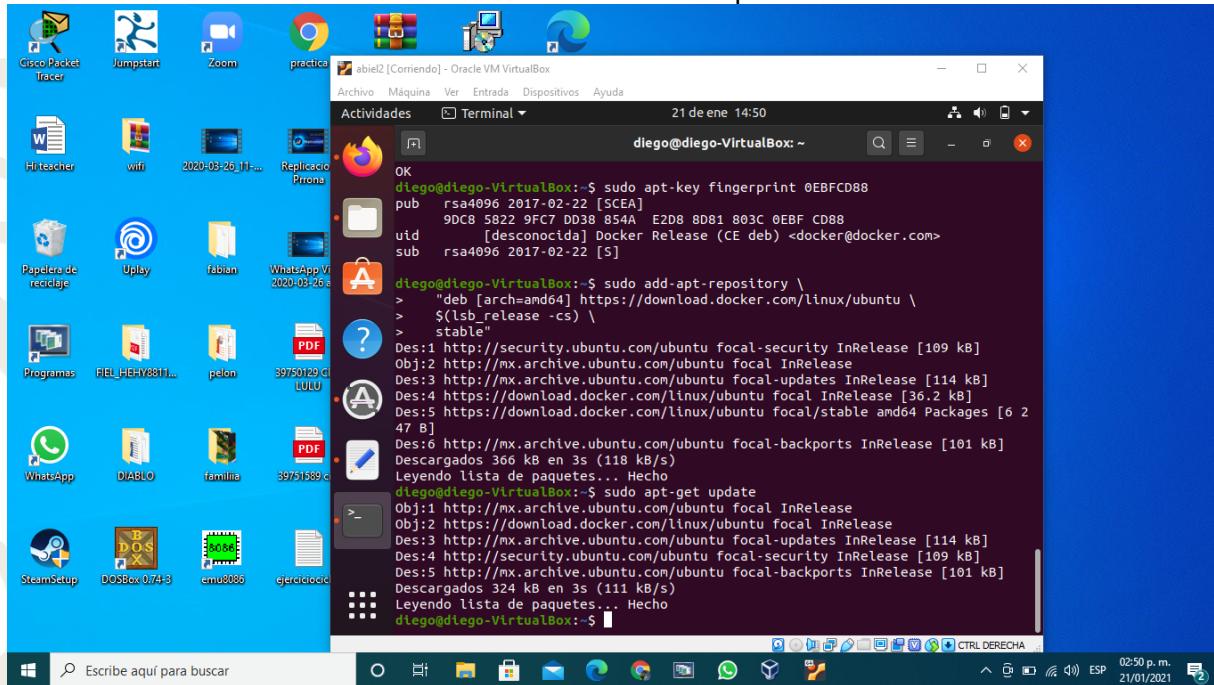
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)

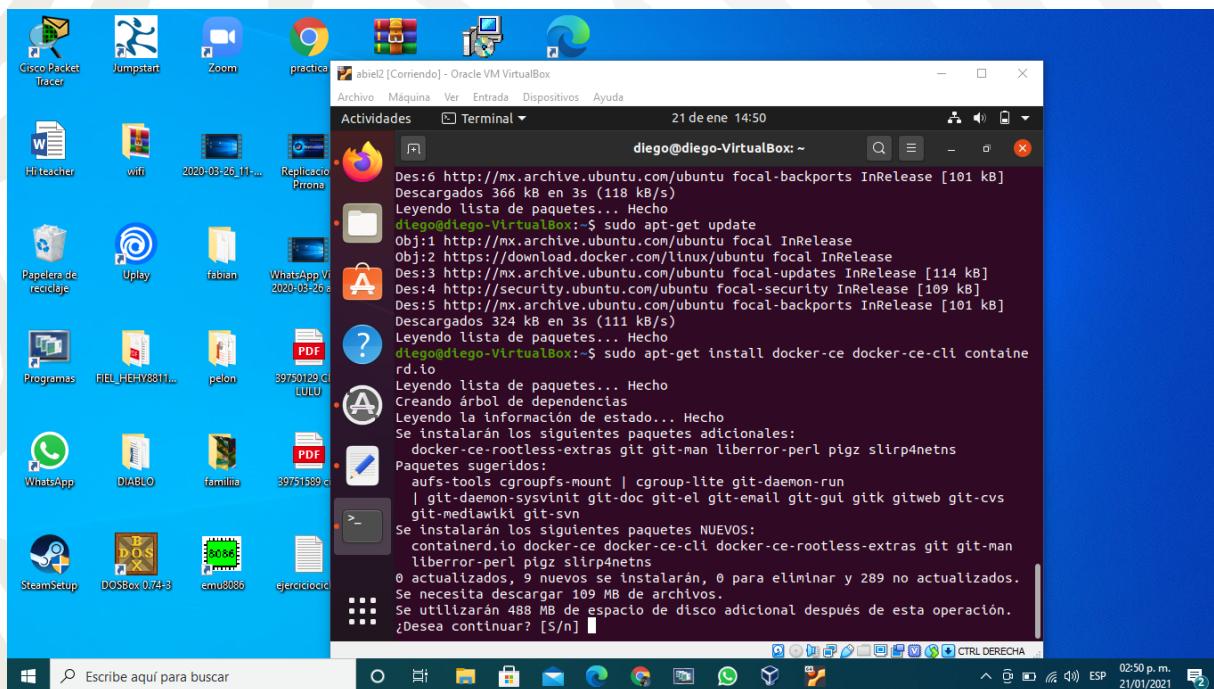




De ahí volveremos a actualizar los repositorios de Ubuntu



Ahora procederemos con la instalación de docker que nos indica que pesa 488 MD Y aceptamos





# EDUCACIÓN

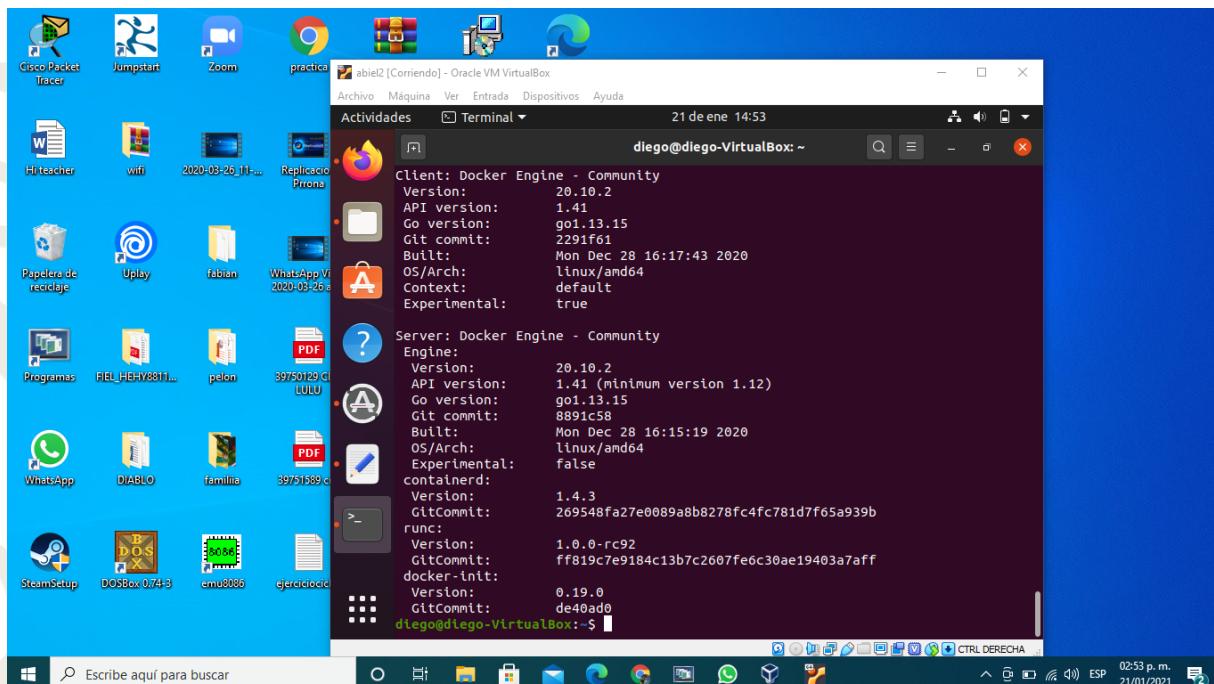
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

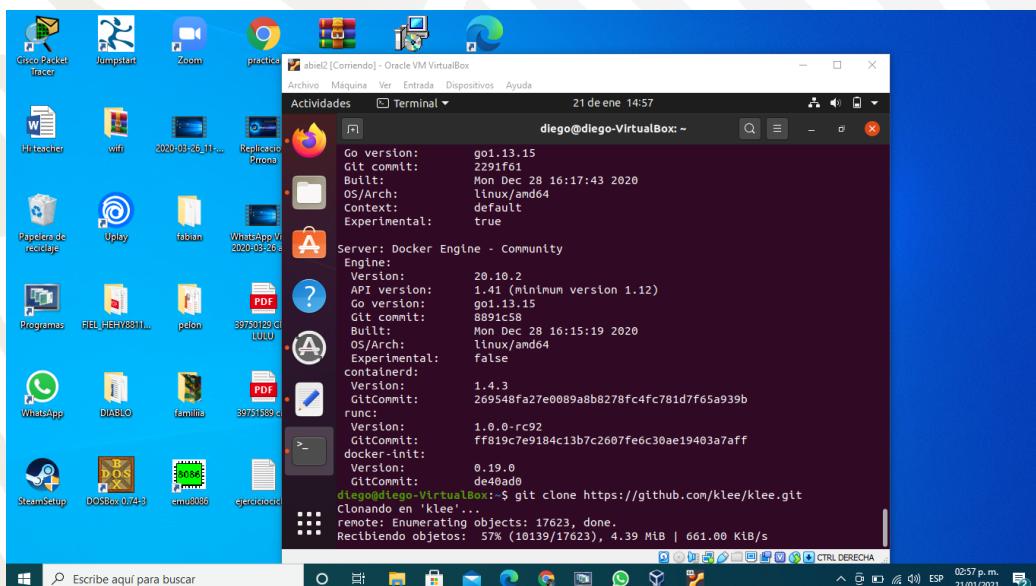
Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Para comprobar la instalación correcta de docker utilizaremos el comando  
sudo docker versión (20)



Nuevamente nos comprobara la versión y que está bien instalada

Y con docker instalado procederemos a la instalación de KLEE nuestra herramienta de trabajo asignada. Para empezar comenzaremos creando nuestra imagen contenedor de docker con KLEE



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

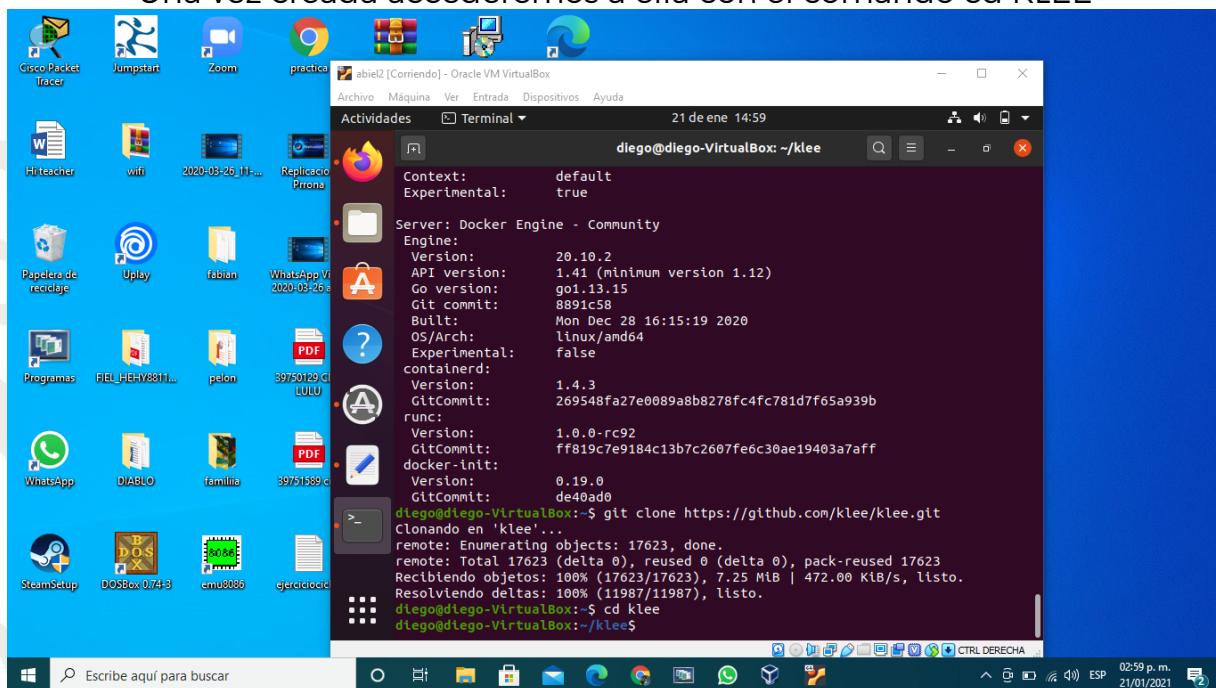
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

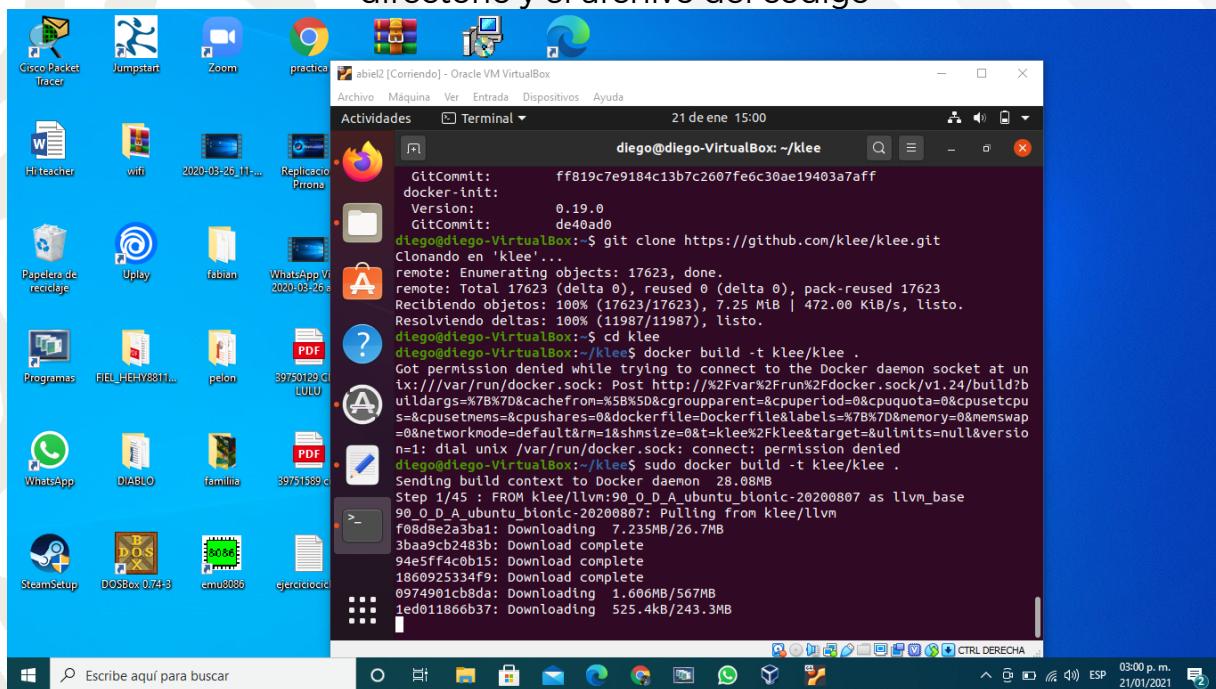
Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Una vez creada accederemos a ella con el comando cd KLEE



Comenzaremos la descarga de Klee y a construir la imagen tardando  
aproximadamente 30 minutos

Una vez la imagen creada, crearemos el contenedor donde se ingresara el  
directorio y el archivo del código



Telecommunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

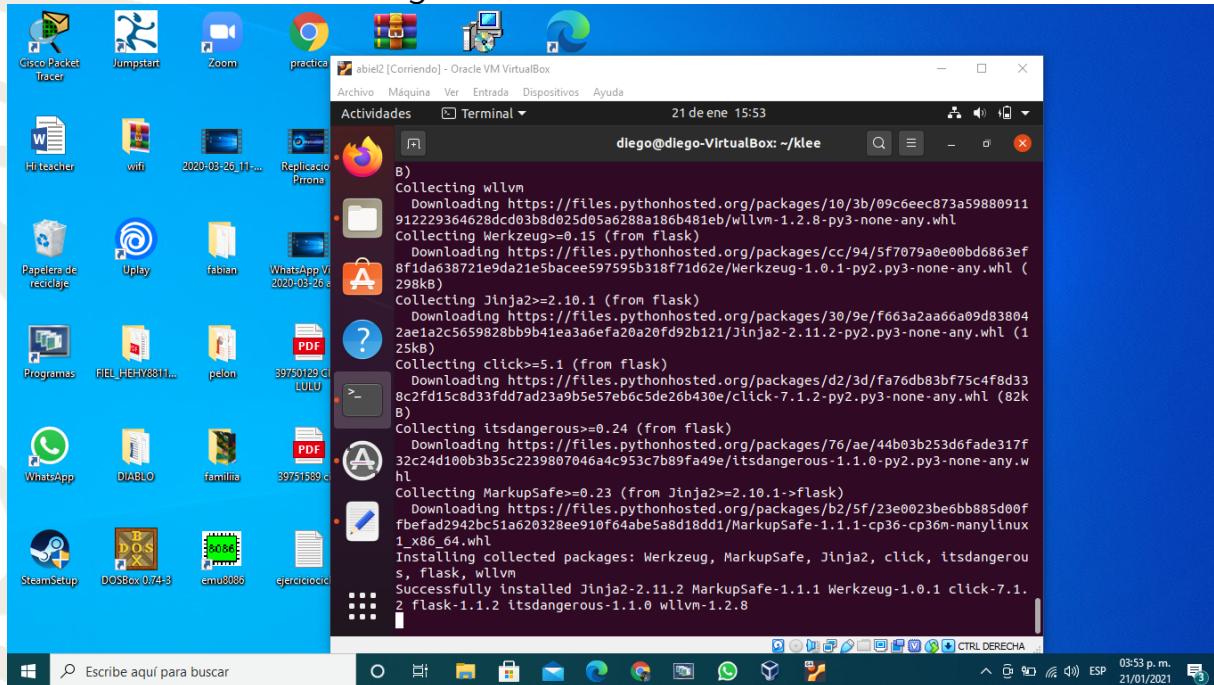
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



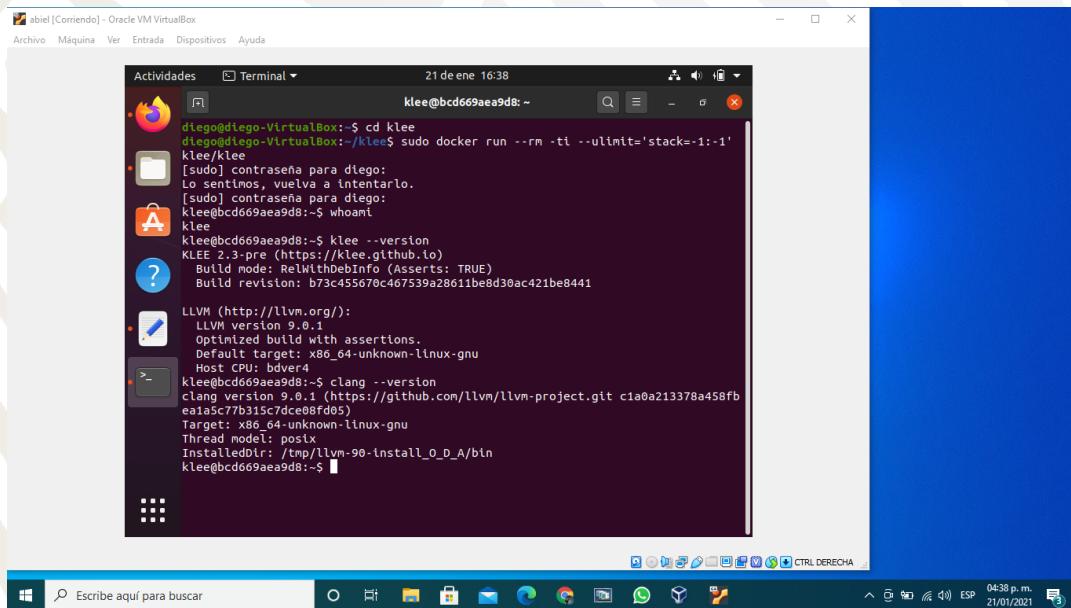
TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Una vez creado el contenedor, ingresamos el contenedor con el comando whoami que nos responde KLEE, que es el súper usuario de KLee  
Cargamos los archivos de LLVM



Checaremos que se haya instalado Klee de manera correcta con el comando KLEE—versión y después checaremos la versión de CLANG con el comando clang—versión



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,  
Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)





# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO®

Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Una vez instalado procederemos a comenzar con el código

```
int main()
{
    int a;
    int b;
    int sum;
    printf("ingrese el primer numero a sumar");
    scanf ("%d",&a);
    printf("ingrese el primer numero a sumar");
    scanf ("%d",&b);
    sum=a+b;
    printf ("el resultado es :%d",sum);
    return 0;
}
```



Telecomunicaciones S/N, Col. Chinampac de Juárez, C.P. 09208, Alcaldía de Iztapalapa,

Ciudad de México Tel. 5773-8210, e-mail: division@iztapalapa.tecnm.mx

[www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx) | [www.iztapalapa.tecnm.mx](http://www.iztapalapa.tecnm.mx)

