

Programming for Data Science

Adolfo De Unánue

11 de septiembre de 2019

Mainmatter

Línea de comandos

La computadora

Las computadoras sólo hacen cuatro cosas:

- Ejecutan programas
- Almacenan datos
- Se comunican entre sí para hacer las cosas recién mencionadas.
- Interactúan con nosotros.
 - La interacción puede ser gráfica (como están acostumbrados) conocida también como **GUI** (*Graphical User Interface*) vía el ratón u otro periférico, o desde la línea de comandos, llamada como **CLI** (*Command Line Interface*).

Introducción

El shell de Unix (en su caso particular es un shell de GNU/Linux), es más viejo que todos nosotros. Y el hecho de que siga activo, y en uso, se debe a que es una de las invenciones humanas más exitosas para usar la computadora de manera eficiente.

De una manera muy rápida el shell puede hacer lo siguiente:

- Un intérprete interactivo: lee comandos, encuentra los programas correspondientes, los ejecuta y despliega la salida.
 - Esto se conoce como **REPL**: *Read, Evaluate, Print, Loop*
- La salida puede ser redireccionada a otro lugar además de la pantalla. (Usando > y <).
- Una cosa muy poderosa (y en la que está basada –como casi todo lo actual–) es combinar comandos que son muy básicos (sólo hacen una sola cosa) con otros para hacer cosas más complicadas (esto es con un **pipe** |).
- Mantiene un histórico que permite reejecutar cosas del pasado.
- La información es guardada jerárquicamente en carpetas o directorios.
- Existen comandos para hacer búsquedas dentro de archivos (**grep**) o para buscar archivos (**find**) que combinados pueden ser muy poderosos.
 - Uno puede hacer **data analysis** solamente con estos comandos, así de poderosos son.
- Las ejecuciones pueden ser pausadas, ejecutadas en el **fondo** o en máquinas remotas.
- Además es posible definir variables para usarse por otros programas.
- El shell cuenta con todo un lenguaje de programación, lo que permite ejecutar cosas en **bucles**, **condicionales**, y hasta cosas en paralelo.

¿Por qué?

En muchas ocasiones, se verán en la necesidad de responder muy rápido y en una etapa muy temprana del proceso de **big data**. Las peticiones regularmente serán cosas muy sencillas, como estadística univariable y es aquí donde es posible responder con las herramientas mágicas de UNIX.

Línea de comandos

La línea de comandos es lo que estará entre nosotros y la computadora casi todo el tiempo en este curso. De hecho, una lectura obligada¹ es *In the beginning...was de command line* de **Neal Stephenson**,

¹ No es de tarea, pero debería de serlo

² Otra lectura recomendada

³ Que significa Z shell. Lo sé, algo decepcionante.

Índice general

el escritor de **Criptonomicon**².

La **CLI** es otro programa más de la computadora y su función es ejecutar otros comandos. El más popular es **bash**, que es un acrónimo de **Bourne again shell**. Aunque en esta clase también usaremos **zsh**³.

¡Ten cuidado!

La primera regla de la línea de comandos es: *ten cuidado con lo que deseas, por que se te va a cumplir*. La computadora hará exactamente lo que le digas que haga, pero recuerda que los humanos tienen dificultades para expresarse en *lenguaje de computadoras*.

Esta dificultad puede ser muy peligrosa, sobre todo si ejecutas programas como **rm** (*borrar*) o **mv** (*mover*).

Creando archivos de prueba

Puedes crear archivos *dummy* para este curso usando el comando **touch**:

```
touch space\ bars\ .txt
```

Nota que usamos el caracter **** para indicar que queremos un espacio en el nombre de nuestro archivo. Si no lo incluyes

```
touch space bars .txt
```

⁴ Ve la advertencia en la sección anterior

... la computadora creará tres archivos separados: **space**, **bars**, and **.txt**⁴.

Archivos y directorios

La computadora guarda la información de una manera ordenada. El sistema encargado de esto es el **file system**, el cual es básicamente un árbol de información⁵ que guarda los datos en una abstracción que llamamos **archivos** y ordena los archivos en **carpetas** o **directorios**, los cuales a su vez pueden contener otros **directorios**.

! **TODO** en los sistemas operativos ***nix** (como **Unix**, **GNU/Linux**, **FreeBSD**, **MacOS**, etc) es un *archivo*.

Muchos de los comandos del **CLI** o **shell** tienen que ver con la manipulación del **file system**.

Filosofía UNIX

Creada originalmente en 1978 por **Doug McIlroy**, la filosofía de **UNIX** es un acercamiento al diseño de software que enaltece el software modular y minimalista.

Han existido varias adaptaciones⁶, pero la que más me gusta es la de **Peter H. Salus**,

Es importante tener estos principios en mente, ya que ayuda a enmarcar los conceptos que siguen.

- Escribe programas que hagan una cosa y que la hagan bien
- Escribe programas que puedan trabajar en conjunto
- Escribe programas que puedan manipular *streams* de texto, ya que el texto es la interfaz universal.

⁵ Aunque hay varios tipos de **file systems** (**ext3**, **ext4**, **xfs**, **bfs**, etc) que pueden utilizar modificaciones a esta estructura de datos, lo que voy a decir aplica desde el punto de vista de usuario del **file system** no su especificación técnica.

⁶ Una discusión larga y detallada se encuentra en **The Art of Unix Programming** de Eric Steven Raymond.

Conocer los alrededores

Navegación en la terminal

Moverse rápidamente en la **CLI** es de vital importancia. Teclea en tu *terminal*

```
Anita lava la tina
```

Y ahora intenta lo siguiente:

Ctrl + a Inicio de la línea

Ctrl + e Fin de la línea

Ctrl + r Buscar hacia atrás⁷

Ctrl + b Mueve el cursor hacia atrás una letra a la vez

Alt + b Mueve el cursor hacia atrás una palabra a la vez

Ctrl + f Mueve el cursor hacia adelante una letra a la vez

Alt + f Mueve el cursor hacia adelante una palabra a la vez

Ctrl + k Elimina el resto de la línea (en realidad corta y pone en el búfer circular)

Ctrl + y Pega la último del búfer.

Alt + y Recorre el búfer circular.

Ctrl + d Cierra la terminal

Ctrl + z Manda a *background* el programa que se está ejecutando

Ctrl + c Intenta cancelar

Ctrl + l Limpia la pantalla

⁷ Elimina el nefasto y tardado flechita arriba

❗ **Atención:** Estas combinaciones de teclas (*keybindings*) son universales. Te recomiendo que las practiques y configures tus otras herramientas con estas mismas combinaciones, por ejemplo **RStudio** ó **JupyterLab**.

Pregunta 1

¿Qué hacen las siguientes combinaciones?

- Alt + t
- Alt + d
- Ctrl + j
- Alt + 2 Alt + b

Para tener más información sobre los *bindings* consulta [aquí](#).

¿Quién soy?

```
whoami
```

¿Quién está conmigo?

Índice general

```
who
```

¿Dónde estoy?

Imprime el nombre del *directorio* actual

```
pwd
```

⁸ En inglés es parent directory, no se me ocurrió otra traducción ¿Alguna sugerencia?

Cambia el directorio un nivel arriba (a el directorio *padre* ⁸)

```
cd ..
```

Si quieres regresar al directorio anterior

```
cd -
```

Hogar dulce, hogar

Cambia el directorio \$HOME (tu directorio) utilizando ~

```
cd ~
```

o bien, no pasando ningún argumento

```
cd
```

¿Qué hay en mi directorio (*folder*) ?

ls Lista los contenidos (archivos y directorios) en el directorio actual, pero no los archivos *ocultos*.

```
ls
```

Lista los contenidos en formato *largo* (-l), muestra el tamaño de los archivos, fecha de último cambio y permisos

```
ls -l
```

Lista los contenidos en el directorio actual y todos los sub-directorios en una estructura de *árbol*

```
tree
```

Límita la expansión del *árbol* a dos niveles

```
tree -L 2
```

Muestra los archivos shows file sizes (-s) in human-readable format (-h)

```
tree -hs
```

¿Qué hay en mi archivo?

Muestra el principio (*head*) del archivo, -n especifica el número de líneas (10).

```
head -n10 $f
```

Muestra la final (*tail*) del archivo.

```
tail -n10 $f
```

Muestra la parte final del archivo cada segundo (usando `watch`)

```
tail -n10 $f | watch -n1
```

”seguir” (*follows*) (`-f`) la parte final del archivo, cada vez que hay cambios

```
tail -f -n10 $f
```



Seguir archivos es útil cuando estás ejecutando un programa que guarda información a un archivo, por ejemplo un *log*

Cuenta las palabras, caracteres y líneas de un archivo

```
wc $f
```

¿Dónde está mi archivo?

Encuentra el archivo por nombre

```
find -name "<lost_file_name>" -type f
```

Encuentra directorios por nombre

```
find -name "<lost_dir_name>" -type d
```

Caveats con git

Mover archivos puede confundir a git. Si estás trabajando con archivos en git usa lo siguiente:

```
# Para mover o renombrar
git mv /source/path/$move_me /destination/path/$move_me

# Para eliminar
git rm $remove_me
```

Practiquemos un poco

Enciende la máquina virtual

```
vagrant up
```

Conéctate a la máquina virtual con `vagrant`

```
vagrant ssh
```

Teclea `whoami` y luego presiona **enter**. Este comando te dice que usuario eres.

Teclea `cd /`

Para saber donde estamos en el file system usamos `pwd` (de *print working directory*).



Estamos posicionados en la raíz del árbol del sistema, el cual es simbolizada como /.

Para ver el listado de un directorio usamos `ls`



Ahora estás observando la estructura de directorios de /.

Los comandos (como `ls`) pueden tener modificadores o **banderas** (*flags*), las cuales modifican (vaya sorpresa) el comportamiento por omisión del comando. Intenta lo siguiente: `ls -l`, `ls -a`, `ls -la`, `ls -lh`, `ls -lha`. Discute con tu compañero junto a tí las diferencias entre las banderas.

Para obtener ayuda puedes utilizar `man` (de *manual*) y el nombre del comando.

Pregunta 2

¿Cómo puedes aprender que hace `ls`?

Puedes buscar dentro de `man` page para `ls` (o de cualquier otro manual) si tecleas / y escribiendo la palabra que buscas, luego presiona `enter` para iniciar la búsqueda. Esto te mostrará la primera palabra que satisfaga el criterio de búsqueda. `n` te mostrará la siguiente palabra. `q` te saca del `man` page.

Busca la bandera para ordenar (*sort*) el listado de directorios por tamaño.

Muestra el listado de archivos de manera ordenada por archivo.

Otro comando muy útil (aunque no lo parecerá ahorita) es `echo`.

Las variables de sistema (es decir globales en tu sesión) se pueden obtener con el comando `env`. En particular presta atención a `HOME`, `USER` y `PWD`.

Para evaluar la variable podemos usar el signo de moneda \$,

Imprime las variables con `echo`, e.g.

```
echo $USER
```

Pregunta 3

¿Qué son las otras variables `HOME`, `PWD`?

El comando `cd` permite cambiar de directorios (¿Adivinas de donde viene el nombre del comando?) La sintáxis es `cd nombre_directorio`.

Pregunta 4

¿Cuál es la diferencia si ejecutas `ls -la` en ese directorio?



Las dos líneas de hasta arriba son `.` y `..` las cuales significan **este directorio** (`.`) y el directorio padre (`..`) respectivamente. Los puedes usar para navegar (i.e. moverte con `cd`)

Pregunta 5

¿Puedes regresar a raíz?

Pregunta 6

En raíz (/) ¿Qué pasa si ejecutas `cd $HOME`?



Otras maneras de llegar a tu `$HOME` son `cd ~` y `cd` (sin argumento).

Verifica que estés en tu directorio (¿Qué comando usarías?) Si no estás ahí, ve a él.

Para crear un directorio existe el comando `mkdir` que recibe como parámetro un nombre de archivo.

Crea la carpeta `test`. Entra a ella. ¿Qué hay dentro de ella?

Vamos a crear un archivo de texto, para esto usaremos `nano`⁹. Por el momento teclea

```
nano hola.txt
```

y presiona enter.



Figura 0.1: Editor nano, mostrando el archivo recién creado `hola.txt`.

Teclea en nano

```
¡Hola Mundo!
```

y luego presiona la siguiente combinación de teclas: `Ctrl+O`¹⁰ para guardar el archivo (Te va a preguntar *dónde* guardarlo).

`Ctrl+X` para salir de nano. Esto te devolverá a la línea de comandos.

Verifica que esté el archivo.

Para ver el contenido de un archivo tienes varias opciones (además de abrir nano): `cat`, `more`, `less`

```
cat hola.txt
```

Para borrar usamos el comando `rm` (de *remove*).

Borra el archivo `hola.txt`.

⁹ Otras opciones son: **GNU Emacs** (un editor de textos muy poderoso. Es el que estoy usando) o **vi**. No importa cual escojas, aprende a usarlo muy bien. Recuerda, queremos disminuir el dolor.

¹⁰ Las combinaciones de las teclas están desplegadas en la parte inferior de la pantalla

Pregunta 7

¿Cómo crees que se borraría un directorio?

¿Puedes borrar el directorio `test`? ¿Qué falla? ¿De dónde puedes obtener ayuda?

Crea otra carpeta llamada `tmp`, crea un archivo `copiame.txt` con `nano`, escribe en él:

```
Por favor cópiame
```

Averigua que hacen los comandos `cp` y `mv`.

Copia el archivo a uno nuevo que se llame `copiado.txt`.

Borra `copiame.txt`.

Modifica `copiado.txt`, en la última línea pon

```
¡Listo!
```

Renombra `copiado.txt` a `copiame.txt`.

Por último borra toda la carpeta `tmp`.

Desconéctate de la máquina virtual con `Ctrl+D` y luego "apaga" la máquina virtual

```
vagrant halt
```

Wildcards: Globbing

¹¹ También permite expresiones regulares (regular expressions, a.k.a. `regex`), pero es importante saber que NO son iguales. Globs y `regexps` son usadas en diferentes contextos y significan diferentes cosas. Por ejemplo el símbolo `*`, es un modificador de cantidad en `regex`, pero expande cuando es usado como globs. Más adelante veremos un ejemplo.

La línea de comandos permite usar comodines (*wildcards*)¹¹ para encontrar archivos:

El primer *glob* que veremos es `*`:

```
echo *
```

El `shell` expandió `*` para identificarlo con todos los archivos del directorio actual.

Obvio lo puedes usar con otros comandos, como `ls`: Listar todos los archivos que tienen una extensión `txt`

```
ls *.txt
```

Listar todos los archivos que contienen `a` en el nombre y extensión `txt`

```
ls *a*.txt
```

`*` no es el único carácter especial. `?` hace *match* con cualquier carácter individual.

Listar todos los archivos que tienen 5 caracteres en el nombre:

```
ls ?????,txt
```

Datos para jugar

- Para los siguientes ejemplos trabajaremos con los archivos encontrados en **The National UFO Reporting Center Online Database**¹²
- Estos datos representan los *avistamientos* de OVNIS en EUA.
- Usaremos como ejemplo la descarga el mes de **Noviembre** y **Diciembre** de 2014
- Se encuentran en la carpeta `data/ufo` en la máquina virtual.

¹² Por cierto, no creo que haya vida extraterrestre, principalmente debido a la **paradoja de Fermi** (también ver [aquí](#)). Relacionado con esto, creo que la mejor solución a esta paradoja es la teoría del **Gran Filtro** (más información). Si prefieres vídeos este **playlist** tiene todo lo que quieras saber.

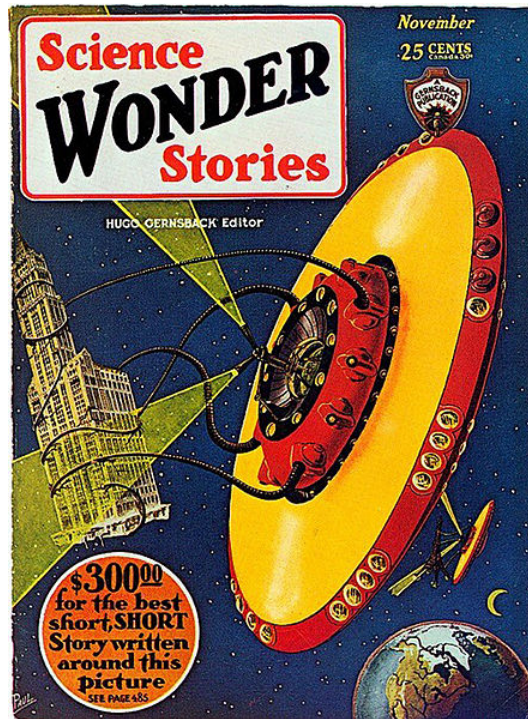


Figura 0.2: Portada de la revista Science Wonder Stories (1929). Imagen tomada de Wikipedia

Conectando comandos

Entubando

El símbolo `|` (*pipe*) “entuba” la salida de un comando al siguiente comando. Por ejemplo:

```
ls -la | wc -l
```

La salida de `ls -la` en lugar de ser impresa en pantalla¹³ es enviada a `wc -l`

El siguiente ejemplo utiliza `grep` para buscar y seleccionar cadenas o patrones

```
seq 50 | grep 3
```

Veremos más sobre `seq` y `grep` más adelante.

`stdin`, `stdout` y `stderr`

`stdin` (entrada estándar), `stdout` (salida estándar) y `stderr` (error estándar) son *canales* de interacción de la terminal. En tu terminal, todos apuntan a la pantalla, pero es posible redireccionarlos hacia otros lados.

Los tres canales están asignados a los siguientes *file descriptors*¹⁴

- 0 `stdin`, el teclado
- 1 `stdout`, la pantalla
- 2 `stderr`, la pantalla

Es posible redireccionar por ejemplo, todos los mensajes de error a un archivo

```
rm este_archivo_no_existe 2> error.txt
```

Si quieres ignorar los errores, puedes mandarlos a un agujero negro¹⁵ estándar, i.e. `/dev/null`:

¹³ ¿Recuerdas el REPL?

¹⁴ Recuerda, en GNU/Linux todo es un archivo, incluido el hardware

¹⁵ El sistema operativo está lleno de *construcciones similares*, por ejemplo `/dev/random`

```
algun_comando 2> /dev/null
```

o apuntar stdout y stderr al mismo lado (configuración por *default*)

```
algun_comando 2>&1
```

Redireccionando *hacia*

Los símbolos `>`, `>>` Redireccionan la salida de los comandos a un sumidero (*sink*), e.g. un archivo, o la pantalla o la impresora.

La salida de `ls` se guarda en el archivo `prueba.dat`.

```
ls >> prueba.dat
```

Similar al ejemplo anterior

```
seq 10 > numeros.txt
```

Pregunta 8

¿Cuál es la diferencia?

TIP: Ejecuta varias veces los ejemplos anteriores

Redireccionando *desde*

`<` Redirecciona desde el archivo

```
sort < prueba.dat # A la línea de comandos acomoda con sort,  
sort < prueba.dat > prueba_sort.dat # Guardar el sort a un archivo.
```

Incluso puedes hacer

```
< prueba.dat wc -l
```



Esto suena muy similar a

```
cat prueba.dat | wc -l
```

`< prueba.dat wc -l` es más eficiente, ya que no está generando un subproceso (lo cual puede ser muy importante en procesamiento intensivo).

Substitución de comandos

En muchas ocasiones quieres la salida estándar (`stdout`) de un comando para reusarla en algún *script* u otro comando.


```
echo "Hoy es $(date)"
```

Puedes guardar el resultado del comando en una variable:

```
NUMBER_OF_LINES=$(wc -l data/*.txt | tail -1 | cut -d' ' -f 2)
```

El operador `$()` se le conoce como *command substitution*

Substitución de procesos

Existe otro operador, `<()`, llamado *process substitution*. A diferencia del operador `$()` que sustituye la **salida** del proceso ejecutado dentro del `$()`, el operador `<()` sustituye un **archivo que contiene la salida** del proceso que se ejecutó dentro de `<()`

El ejemplo paradigmático del operador `<()` ocurre cuando tienes que pasar varios *outputs* a un solo programa, por ejemplo `diff`¹⁶,

¹⁶ `diff` muestra la diferencia entre dos archivos

```
diff <(ls /data) <(ls /vagrant)
```

o si estás usando muchos archivos temporales, por ejemplo, en lugar de hacer

```
curl http://www.nuforc.org/webreports/ndxe201908.html > 201908.txt
curl http://www.nuforc.org/webreports/ndxe201907.html > 201907.txt
cat 201908.txt 201907.txt > 2019.txt
rm 20190?.txt
```

puedes hacer

```
cat <(curl http://www.nuforc.org/webreports/ndxe201908.html) \
    <(curl http://www.nuforc.org/webreports/ndxe201907.html) > 2019.txt
```

Una ventaja de este último ejemplo, es que el shell ejecutará los procesos en **paralelo** (!!).

Ejecución condicional

`&&` es un AND, sólo ejecuta el comando que sigue a `&&` si el primero es exitoso.

```
ls && echo "Hola"
```

```
lss && echo "Hola"
```

Si sólo quieres ejecutar varios comandos, sin preocuparte por que todos sean exitosos, cambia el `&&` por `;` (punto y coma).

Algunos comandos útiles

seq

Genera secuencias de números

```
seq 5
```

La sintaxis es: `seq inicio step final`. Por ejemplo

Índice general

```
seq 1 2 10
```

genera la secuencia de 1 al 10 de dos en dos.

Usando otro separador (-s) que no sea el carácter de espacio

```
seq -s '|' 10
```

Agregando *padding*

```
seq -w 1 10
```

tr

Cambia, reemplaza o borra caracteres del stdin al stdout

```
echo "Hola mi nombre es Adolfo De Unánue" | tr '[:upper:]' '[:lower:]'
```

```
echo "Hola mi nombre es Adolfo De Unánue" | tr -d ' '
```

```
echo "Hola mi nombre es Adolfo De Unánue" | tr -s ' ' '_'
```

Ejercicio 1

Transforma el archivo de data/ufo de tabuladores a |, cambia el nombre con terminación .psv.

wc

wc significa *word count*. Este comando cuenta las palabras, renglones, bytes en el archivo.

En nuestro caso nos interesa la bandera -l la cual sirve para contar líneas.

```
seq 30 | grep 3 | wc -l
```

Ejercicio 2

- ¿Cuántos avistamientos existen Noviembre 2014? ¿Y en Diciembre 2014?
- ¿En total?

head, tail

head y tail sirven para explorar visualmente las primeras diez (*default*) o las últimas diez (*default*) renglones del archivo, respectivamente.

```
head UFO-Dic-2014.tsv  
tail -3 UFO-Dic-2014.tsv
```

cat

cat concatena archivos y/o imprime al stdout

```
echo 'Hola mundo' >> test
echo 'Adios mundo cruel' >> test
cat test
rm test
```

Podrías hacer lo mismo, sin utilizar echo

```
cat >> test
# Teclea Hola mundo
# Teclea Adios mundo cruel
# Ctrl-C
```

También podemos concatenar archivos

```
cat UFO-Nov-2014.tsv UFO-Dic-2014.tsv > UFO-Nov-Dic-2014.tsv
wc -l UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

En el siguiente ejemplo redireccionamos al stdin el archivo como entrada del wc -l sin generar un nuevo proceso

```
< numeros.txt wc -l
```

split

split hace la función contraria de cat, divide archivos. Puede hacerlo por tamaño (bytes, -b) o por líneas (-l).

```
split -l 500 UFO-Nov-Dic-2014.tsv
wc -l UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

cut

Con cut podemos dividir el archivo pero por columnas. Las columnas puede estar definidas como campo (-f, -d), carácter (-c) o bytes (-b).

Creemos unos datos de prueba

```
echo "Adolfo|1978|Físico" >> prueba.psv
echo "Paty|1984|Abogada" >> prueba.psv
```

Ejecuta los siguientes ejemplos, ¿Cuál es la diferencia?

```
cut -d'|' -f1 prueba.psv
cut -d'|' -f1,3 prueba.psv
cut -d'|' -f1-3 prueba.psv
```

Ejercicio 3

- ¿Qué pasa con los datos de avistamiento? Quisiera las columnas 2, 4, 6 ó si quiero las columnas Fecha, Posted, Duración y Tipo (en ese orden).
- ¿Notaste el problema? Para solucionarlo requeriremos comandos más poderosos...
- Lee la documentación (man cut), ¿Puedes ver la razón del problema?

uniq

- uniq Identifica aquellos renglones consecutivos que son iguales.
- uniq puede contar (-c), eliminar (-u), imprimir sólo las duplicadas (-d), etc.

sort

- sort Ordena el archivo, es muy poderoso, puede ordenar por columnas (-k), usar ordenamiento numérico (-g, -h, -n), mes (-M), random (-r) etc.

```
sort -t "," -k 2 UF0-Nov-Dic-2014.tsv
```

uniq y sort

- Combinados podemos tener un group by:

```
# Group by por estado y fecha
cat UF0-Dic-2014.tsv | \
  cut -d '$\t' -f1,3 | \
  tr '\t' ' ' | \
  cut -d ' ' -f1,3 | \
  sort -k 2 -k 1 | \
  uniq -c | \
  sort -n -r -k 1 | \
  head
```

Ejercicio 4

- ¿Cuál es el top 5 de estados por avistamientos?
- ¿Cuál es el top 3 de meses por avistamientos?

Hacer varias cosas a la vez

```
# Ejecuta un servidor web en el puerto 8888
python -m http.server 8888
```

Ve a la dirección mostrada en la terminal en tu navegador

Si presionas Ctrl+z *suspenderás* la ejecución de ese programa, pero no será **cancelado**. Observa que el shell te devolvió el control de la terminal. Trata de ver de nuevo la lista de archivos en el navegador ... y el navegador se quedará en *Waiting for o.o.o.o...*

Regresa a la terminal y ejecuta

jobs

`jobs` muestra que programas están ejecutándose y su estatus. En particular, el servidor `http` está detenido.

Para activarlo usa

fg

`fg` significa *foreground*. Interrumpe la ejecución con `Ctrl+c`.

Si quieres ejecutar el servidor y **no** bloquear la terminal agrega `&` al final.

```
python -m http.server 8888 &
```

De esta manera el servidor está ejecutándose en el *background*.

Ejercicio 5

En la misma terminal ejecuta el editor `nano` y escribe algo en él

- ¿Cómo lo mandas al *background*?
- ¿Cómo lo traes de nuevo en ejecución?
- ¿Cuál es el estatus de los *jobs*?



Atención: Es importante saber que estos procesos o *jobs* estarán ejecutándose mientras tu sesión esté activa. Si te desconectas los procesos serán terminados.

Más adelante veremos como solucionar esto.

Otros comandos útiles

`file -i` Provee información sobre el archivo en cuestion

```
file -i UFO-Dic-2014.tsv
```

`iconv` Convierte entre encodings, charsets etc.

```
iconv -f iso-8859-1 -t utf-8 UFO-Dic-2014.tsv > UFO-Dic_utf8.tsv
```

`od` Muestra el archivo en octal y otros formatos, en particular la bandera `-bc` lo muestra en octal seguido con su representación `ascii`. Esto sirve para identificar separadores raros.

```
od -bc UFO-Nov-2014.tsv | head -4
```

Descargar datos

Es posible hacer peticiones de HTTP (*http requests*)¹⁷ desde la línea de comandos.

El comando para hacerlo es `curl`.

¹⁷ HTTP es el protocolo de comunicación usado por el navegador para solicitar y recibir documentos guardados en otras computadoras o servidores (páginas web, les dicen). Más adelante en el curso lo discutiremos en profundidad.

```
curl http://www.gutenberg.org
```



Si hay redirecciones puedes usar `-L` para seguir la redirección (por ejemplo en los casos donde hay un *url shortener*, como `bit.ly`).

La respuesta (*response*) incluye el *body* (lo que ves en el navegador) y el *header* (metainformación sobre la petición y respuesta). Si sólo quieres ver el *header*

```
curl -I https://duckduckgo.com
```

El *header* contiene un pedazo de información crucial: el **status code**. El *status code* te sirve para ver el estado de la página:

- ¿La página respondió correctamente? 200 OK
- ¿El recurso solicitado no existe? 404 File Not Found
- etc

```
curl -I https://duckduckgo.com 2>/dev/null | head -n 1 | cut -d$' ' -f2
```

donde:

- `2>/dev/null`, redirecciona `stderr` a un agujero negro
- `head -n 1`, lee la primera línea únicamente
- `cut -d$' ' -f2`, separa la línea usando espacios (`' '`) y toma el segundo campo, que contiene el código de estatus HTTP.

Expresiones regulares

In computing, regular expressions provide a concise and flexible means for identifying strings of text of interest, such as particular characters, words, or patterns of characters. Regular expressions (abbreviated as regex or regexp, with plural forms regexes, regexps, or regexen) are written in a formal language that can be interpreted by a regular expression processor, a program that either serves as a parser generator or examines text and identifies parts that match the provided specification.

Wikipedia: Regular Expressions

Regexp: Básicos

- Hay varios tipos POSIX, Perl, PHP, GNU/Emacs, etc. Nosotros nos enfocaremos en POSIX.



Atención: Conocer que tipo de expresiones regulares estás utilizando te quitará muchos dolores de cabeza.

Lee la documentación de tu lenguaje favorito.

- Pensar en patrones (*patterns*).
- Operadores básicos
 - **OR** `gato|gata` hará match con `gato` o `gata`.
 - *Agrupamiento o precedencia de operadores* `gat(a|o)` tiene el mismo significado que `gato|gata`.

- Cuantificadores

- ? o 1

- + uno o más

- * cero o más¹⁸

- Expresiones básicas

- . Cualquier carácter.

- [] Cualquier carácter incluido en los corchetes, e.g. [xyz], [a-zA-Z0-9-].

- [^] Cualquier carácter individual que no esté en los corchetes, e.g. [^abc]. También puede indicar inicio de línea (fuera de los corchetes).

`\(\) \d ()` crea una subexpresión que luego puede ser invocada con `\n` donde `n` es el número de la subexpresión.

`{m,n}` Repite lo anterior un número de al menos `m` veces pero no mayor a `n` veces.

`\b` representa el límite de palabra.

¹⁸ Como discutimos anteriormente el `glob *` es diferente al operador `*`

Regexp: Ejemplos

- username: `[a-z0-9-]{3,16}`
- contraseña: `[a-z0-9-]{6,18}`
- IP address:

```
(25[0-5]|2[0-4][0-9]|[01]?[0-9][0-9]?\.){3}(25[0-5]|2[0-4][0-9]|[01]?[0-9][0-9]?)
```

Ejercicio 6

- fecha (dd/mm/yyyy): ???
- email (adolfo@itam.edu): ???
- URL (<http://gmail.com>): ???

Regexp: Expresiones de caracteres

- `[:digit:]` Dígitos del 0 al 9.
- `[:alnum:]` Cualquier carácter alfanumérico 0 al 9 OR A a la Z OR a a la z.
- `[:alpha:]` Carácter alfabético A a la Z OR a a la z.
- `[:blank:]` Espacio o TAB únicamente.

Regexp: ¿Quieres saber más?

- [Learn Regular Expressions in 20 minutes](#)
- [The 30 minute regex tutorial](#)

Analizando datos¹⁹: Comandos avanzados

¹⁹ Principalmente texto, para ser justos

grep

grep nos permite buscar líneas que tengan un patrón específico. Es el equivalente a un filtro.

La sintaxis es sencilla:

Índice general

```
grep [banderas] patron [archivo]
```

Por ejemplo, todos los avistamientos en California en Noviembre y Diciembre de 2014:

```
grep "CA" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

En una vuelta irónica de esta historia, ellos clasifican posibles avistamientos como "fraudes" (*hoax*)

```
grep "HOAX" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

Dos banderas importantes de grep son -v (negación/complemento):

```
grep "HOAX" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
grep -v "18:" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

y -E (interpretar el patrón como una regex).

```
grep -E "18:|19:|20:" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
grep -E "[B|b]lue|[O|o]range" UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

Otras banderas importantes son las siguientes

bandera	significado
-i	Ignora mayúsculas / minúsculas
-o	Regresa todos los <i>match</i> en lugar de la línea que contiene el <i>match</i>
-c	Cuenta el resultado

Usando estas banderas tenemos una versión más simple que el filtrado anterior

```
grep -i -E "[blue|orange]" UFO-Dic-2014.tsv
```

¿Por qué son diferentes los siguientes comandos?

```
grep -c -o -E "[B|b]lue|[O|o]range" UFO-Nov-Dic-2014.tsv # Ejecuta una bandera a la vez
```

y

```
grep -o -E "[B|b]lue|[O|o]range" UFO-Nov-Dic-2014.tsv | sort | uniq -c
```

Más diversión con expresiones regulares

```
grep "\/[0-9]\{1,2\}\/" UFO-Dic-2014.tsv
grep -v "\/[0-9]\{4\}" UFO-Dic-2014.tsv
grep -E "([aeiou]).*\1" names.txt
echo "Hola grupo ¿Cómo están?" | grep -oE '\w+'
```

Ejercicio 7

Usando los archivos de la carpeta grep

- Selecciona las líneas que tienen exactamente cinco dígitos.
- Selecciona las que tienen más de 6 dígitos.
- Cuenta cuántos *javier*, *romina* o *andrea* hay.

awk

awk es un lenguaje de programación muy completo, orientado a archivos de texto que vengan en columnas²⁰

²⁰ i.e. nuestros viejos amigos los dataframes

Un *programa* de awk consiste en una secuencia de enunciados del tipo patrón-acción:

```
awk 'search pattern { action statement }' [archivo]
```

awk define algunas variables especiales:

\$1, \$2, \$3, ... Valores de las columnas

\$0 toda la línea

FS separador de entrada

OFS separador de salida

NR número de la línea actual

NF número de campos en la línea²¹

²¹ En awk lingo una línea es un record

Imprime la Ciudad (City) del avistamiento

```
awk -F"\t" '{ print $2 }' UFO-Nov-2014.tsv
```

Otros ejemplos:

Verificar el número de columnas en todo el archivo

```
awk -F"\t" '{ print NF }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv \
| sort -n | uniq
```

Imprimir el número de columnas de cada renglón

```
awk -F"\t" '{ print NF ":" $0 }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

Es posible usar *tests* para imprimir o hacer otra operación:

```
awk -F"\t" '{ $2 = ""; print }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

En este ejemplo, sólo se imprimen las líneas que no contienen Ciudad (City)

Pregunta 9

¿Cómo verificas que estas líneas tengan 7 columnas, a pesar de no tener ciudad?

Además de *tests* es posible usar bloques if-then-else:

```
awk 'BEGIN{ FS = "\t" }; { if(NF != 7){ print >> "UFO_fixme.tsv" } \
else { print >> "UFO_OK.tsv" } }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

Este es un truco que uso **todo** el tiempo para mover las líneas con columnas de más o de menos a otro archivo.

awk tiene otros dos modificadores: BEGIN y END que indican *cuando* debe de ejecutarse las instrucciones, si antes de leer el archivo (BEGIN) o al terminar de leer el archivo (END)

Como un ejemplo sencillo, lo siguiente es equivalente a `wc -l`

```
awk 'END { print NR }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```

La manera de interpretarlo es: *luego de leer todo el archivo (END) imprime el número de línea.*

Podemos hacer operaciones con los datos en las columnas:

```
awk 'BEGIN{ FS = "," }; {sum += $1} END {print sum}' data.txt
awk -F, '{sum1+=$1; sum2+=$2;mul+=$2*$3} END {print sum1/NR,sum2/NR,mul/NR}' numbers.dat
awk -F, '$1 > max { max=$1; maxline=$0 }; END { print max, maxline }' numbers.dat
```

También podemos usar *regex* como condicionales, para substituir o para

```
awk '/CA/ { n++ }; END { print n+0 }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk '{ sub(/FL/, "Florida"); print }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk '{ gsub(/foo/, "bar"); print }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk '/baz/ { gsub(/foo/, "bar") }; { print }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk '/baz/ { gsub(/foo/, "bar") }; { print }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk 'a != $0; { a = $0 }' # Como uniq
awk '!a[$0]++' # Remueve duplicados que no sean consecutivos
awk -F"\t" '$4 ~/Circle/' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
awk -F"\t" '
BEGIN { conteo=0;
      $4 ~/Circle/ { conteo++; }
END {
      print "Número de avistamientos circulares en el dataset =",conteo;
    }' UFO-Nov-Dic-2014.tsv
```



Atención:

Existen (al menos) 3 implementaciones de awk:

- **POSIX** awk. El estándar
- gawk, **GNU awk** lleno de funcionalidad, más potente y soporta archivos gigantes.
- mawk, **Minimal awk** tiene el mínimo de funcionalidad pero es más rápido.

Si estás teniendo problemas para ejecutar algo (como quedarte sin memoria o que haya funciones que no existen) probablemente no estás usando gawk. Verifica que tengas esa implementación instalada. Te ahorrará muchos dolores de cabeza.

Para saber más consulta el manual **GNU awk Effective AWK Programming**

sed

A veces queremos *editar* o cambiar el contenido de nuestros *datasets*, por ejemplo, quizá queramos deshacernos de ciertos renglones (e.g. *headers* repetidos) o queremos cambiar el valor de una columna (e.g. cambiar el código 1 a rojo), sed es la herramienta que nos ayudará a hacer esto. sed significa **stream editor**. Permite editar archivos de manera automática.

sed lee el **flujo de entrada** hasta que encuentra `\n`. Lo copia al **espacio patrón**, y es ahí donde se realizan las operaciones con los datos. sed contiene un **búfer** que puede ser utilizado para mantener una memoria, pero es opcional, finalmente copia al **flujo de salida**.

Hay mucho, mucho poder en esta herramienta. La sintaxis es

```
sed [banderas] comando/patrón/[reemplazo]/[modificador] [archivo]
```

Iniciemos con el comando para substituir: s.

```
sed 's/foo/bar/' data3.txt
```

Si queremos guardar la salida a un archivo, no olvides que hay redirecciones

```
sed 's/foo/bar/' < data3.txt > data4.txt
# 0 también < data3.txt sed 's/foo/bar/' > data4.txt
```

Nota lo que sucede en el siguiente ejemplo:

```
sed 's/uno/UNO/' < texto.txt
```

este es el funcionamiento por omisión de sed.



Estamos usando / como separador ya que es el que usa vim o man (¿Recuerdas el primer ejercicio?), pero en realidad puedes usar cualquier otro caracter:

Guión bajo (*underscore*)

```
sed 's_uno_UNO_' < texto.txt
```

o también dos puntos (:)

```
sed 's:uno:UNO:' < texto.txt
```

son opciones relativamente populares.

Para hacer la sustitución global (i.e. todas las ocurrencias del patrón en la línea), usamos el modificador g

```
sed 's/uno/UNO/g' < texto.txt
```

También es posible hacerlo en *algunas* partes del archivo, especificando la líneas. Por ejemplo en los siguientes ejemplo

```
sed '3s/foo/bar/' data3.txt # Sólo la tercera línea
sed '3!s/foo/bar/' data3.txt # Excluye la tercera línea
sed '2,3s/foo/bar/' data3.txt # Con rango
```

Si observas bien, el número de línea funciona como un *filtro*. Es posible extender la idea y usar *patrones*: Sustituir globalmente *foo* por *bar* en las líneas que tengan 123.

```
sed '/123/s/foo/bar/g' data3.txt
```

Podemos mezclar ambas ideas y seleccionar partes del archivo usando rangos y patrones

```
sed '/abc/,/456/s/foo/BAR/g' data3.txt
```

Otro modificadores importantes son d (*delete*) y p (*print*)²²

```
sed -n '2,3p' data3.txt # Imprime sólo las líneas de la 2 a la 3
sed -n '$p' # Imprime la última línea
sed '/abc/,/-foo-/d' data3.txt # Elimina todas las líneas entre "abc" y "-foo-"
sed 1d data2.txt # Elimina la primera línea del archivo
```

22



La bandera -n elimina la impresión a pantalla.

En todos los ejemplos anteriores, sed leía la fuente y emitía el resultado modificado a stdout. De esta manera, la fuente original no es modificada. La manera de hacerlo *in place* con la bandera -i.

```
sed -i 1d data2.txt # Elimina la primera línea del archivo de manera interactiva
```

Ejercicio 8

Elimina los headers repetidos con sed en los archivos UFO.

Bash programming

La mayor parte del tiempo usaremos el shell, para hacer pequeños *scripts*, pero existen ocasiones en las cuales es necesario tratar al shell como un lenguaje de programación²³

²³ En este punto es bueno preguntarse si no deberías hacerlo mejor en otro lenguaje de programación, como python.

Estructuras de datos

Las variables son declaradas

```
nombre="Adolfo"
```

Nota que no hay espacios alrededor del signo de igual. El valor de la variable se obtiene con el signo de dólares

```
echo $nombre
```

Es posible definir variables que no sean escalares, llamadas arreglos (arrays).

```
array=(abc 123 def "programming for data science")
```

Para acceder a elementos en el arreglo usa la posición e.g. 3:

```
echo ${array[3]}
```

Tambien es posible usar *globs*

```
echo ${array[*]}
```

Para conocer el número de elementos del arreglo

```
echo ${#array}
```



Atención: Los arreglos es un punto donde los diferentes *shells* ejecutan diferente. bash tiene índices basados en 0, zsh en 1.

Bucles de ejecución, (*Loops*)

Los for-loops en bash tienen una estructura muy similar a los de python:

```
for var in iterable; do
  instrucción
  instrucción
  ...
done
```

Donde iterable puede construirse con *globs*

```
for i in *; do
  echo $i;
done
```

listas,


```
for i in hola adios mundo cruel; do
  echo $i;
done
```

arreglos,

```
for i in $array; do
  echo $i;
done
```

E inclusive el horrible formato de C:

```
for (( i = 0; i < 10; i++ )) do
  echo $i;
done
```

 También puedes escribirlo en una sola línea: `for i in {a..z}; do echo $i; done`

Tricks

También es posible hacer lo siguiente:

```
for i in {a..z}; do
  echo $i;
done
```

En el ejemplo anterior utilizamos *brace expansion*:

```
echo {0..9}
echo {0..10..2}
echo data.{txt,csv,json,parquet}
```

Condicionales

Existen dos operadores para hacer pruebas en bash: `[` y `[[`.

De preferencia usa `[[`

```
[[ 1 = 1 ]]
echo $? # Imprime el resultado del comando previo (true → 0)
```

Existen algunos operadores para hacer comparaciones los más comunes son `-a`, `-d`, `-z` (unarios) y `-lt`, `-gt`, `-eq`, `-neq` (binarios).

Teniendo los *tests* es posible crear estructuras `if-then-else`

```
if TEST-COMMANDS; then CONSEQUENT-COMMANDS; fi
```

Índice general

Funciones

Las funciones son símbolo de buena programación, ya que encapsulan comportamiento.

La sintaxis es muy simple:

```
function function_name {  
    # cuerpo de la función  
}
```

A diferencia de otros lenguajes de programación, no se definen los argumentos de la función.

Para ejecutar la función

```
function_name "Hola mundo" 123
```

En este caso "Hola mundo" y 123 son pasados como argumentos a la función. Estos pueden ser usados en el cuerpo de la función usando la posición de los mismos e.g. \$1 es "Hola mundo", \$2 es 123, etc.

Ejecutar *scripts*

Para cualquier archivo *script* es importante que la primera línea del archivo le diga al shell que comando usar para ejecutarlo.

A la primera línea se conoce como **shebang** y se representa por `#!` seguido de la ruta al ejecutable, eg. `#!/usr/bin/python`, `#!/bin/bash`, `#!/usr/bin/env Rscript`

Por ejemplo:

Sin el shebang

```
python ejemplo.py
```

si agregamos el shebang ²⁴

`chmod` proviene de *change modifier*

```
./ejemplo.py
```

Te preguntarás ¿Cómo conecto estos *scripts* con los demás usando `|`, `>`, etc?

Sencillo: Hay que modificar nuestros *scripts* de python, R y bash para leer del `stdin`.

Python, leyendo de `stdin`

Un ejemplo mínimo de python es el siguiente:

```
#!/usr/bin/env python  
  
import sys  
  
def process(linea):  
    linea = int(linea.strip())  
    print(f"El triple de {linea} es {linea*3}")  
  
for linea in sys.stdin:  
    process(linea)
```

Abre nano, copia este código y guarda el archivo como `script.py`. Un ejemplo de uso es el que sigue:

```
seq 1 1000 | script.py
```

R, leyendo de stdin

El ejemplo en R se ve así:

```
#!/usr/bin/env Rscript
f <- file("stdin")
x <- c()
open(f)
while(length(line <- readLines(f, n = 1)) > 0) {
  x <- c(x, as.numeric(line))
  print(summary(x))
}

close(f)
print("Final summary:")
summary(x)
```

Ejemplo de uso:

```
< /data/numbers.txt script.R
```

Terminal multiplexers

Al conectarte a la máquina virtual usas el protocolo SSH (*secure shell*). Este protocolo es el que utilizaremos para conectarnos a servidores en la nube, pero por ahora nos conformaremos con usar la máquina virtual como nuestra "nube".

Trabajando remotamente

Al trabajar remotamente vía SSH, una interrupción de la conexión (ya sea intencional o no) detendrá la ejecución de los *scripts* que estes ejecutando (incluido el ambiente). Para evitar esto hay varias opciones:

- (1) Utilizar un servidor mosh, el cual "envuelve" a SSH, pero mantiene las conexiones abiertas por tí o
- (2) Utilizar un *terminal multiplexer*²⁵. Esta segunda opción es la que utilizaremos en el curso.

Un *multiplexor*²⁶ permite ejecutar sesiones de la terminal en el servidor remoto usando tu computadora vía SSH. De esta manera si te desconectas, la sesión remota sigue ejecutándose. Los más populares son screen y tmux.

tmux

La mejor manera de explicar que es tmux es mostrarlo, a continuación están los comandos que voy a utilizar en el demo.

```
# ssh
vagrant ssh
# Crea una sesión de tmux
tmux
# Lista las sesiones existentes
tmux ls
# Attach (a) to a target session (-t #)
tmux a -t 1
# Renombrar la ventana
Ctrl+b+,
# Crear un nuevo panel
Ctrl+b+c
# Divide la ventana en dos paneles horizontales
```

²⁵ Ni siquiera intenté traducirlo

²⁶ De verdad, no sé si esto sea una palabra

```
Ctrl+b+"  
# Divide la ventana en dos paneles verticales  
Ctrl+b+%  
# Zoom al panel  
Ctrl+z
```



Tmux es muy configurable, por ejemplo consulta [The Tao of tmux](#) de Tony Narlock.



[tmuxp](#) es una librería de python que permite administrar sesiones de tmux. Esto será muy útil más adelante, pero es totalmente opcional.

Controlador de versiones git

Introducción

Un controlador de versiones es una herramienta que gestiona los cambios de un conjunto de archivos. Cada conjunto de cambios genera una nueva versión de los archivos. El controlador de versiones permite, además de la gestión de cambios, recuperar una versión vieja de los archivos o un archivo, así como resolver conflictos entre versiones.

Aunque su principal uso es para agilizar la colaboración en el desarrollo de proyectos de **software**, también puede utilizarse para otros fines (como estas notas) e inclusive para trabajar solo (como en una tesis o proyecto).

Específicamente, un controlador de versiones ofrece lo siguiente:

1. Nada de lo que es **"comiteado"** (*committed*, ahorita vemos que es eso) se perderá.
2. Lleva un registro de **quién** hizo **qué** cambios y **cuándo** los hizo.
3. Es **casi** imposible²⁷ sobrescribir los cambios de tu colaborador. El controlador de versiones notificará que hay un **conflicto** y pedirá que lo resuelvas antes de continuar.

²⁷ Nota el casi ...

En esta clase usaremos git, aunque debemos de notar que no es el único controlador de versiones que existe, entre los más populares se encuentran bazaar, mercurial y subversion (Aunque este último pertenece a una diferente clase de controladores de versiones).

"Solo" Workflow

Crear un repositorio

El **repositorio** es la carpeta donde git guarda y gestiona todas las versiones de los archivos.

Crea una carpeta en tu \$HOME llamada ds-test, ingresa a ella e inicializa el repositorio con `git init`. ¿Notas algún cambio? ¿Qué comando usarías? Hay una carpeta ahí ¿no la ves? ¿Cómo puedes ver una carpeta oculta?

La carpeta `.git` es la carpeta donde se guarda todo el historial, si la borras, toda la historia del repositorio se perderá.

Podemos verificar que todo esté bien, con el comando `status`.

```
git status
```


Llevando registro de los cambios a archivo

Crea un archivo llamado `hola.txt` en la carpeta `ds-test`

```
touch hola.txt
echo "¡hola mundo!" > hola.txt
```

Ahora ejecuta el siguiente comando

```
git status
```

El mensaje de `untracked files` significa que hay archivos en el repositorio de los cuales `git` no está llevando registro, i.e. el repositorio está *sucio*.

`Git` sigue este flujo:

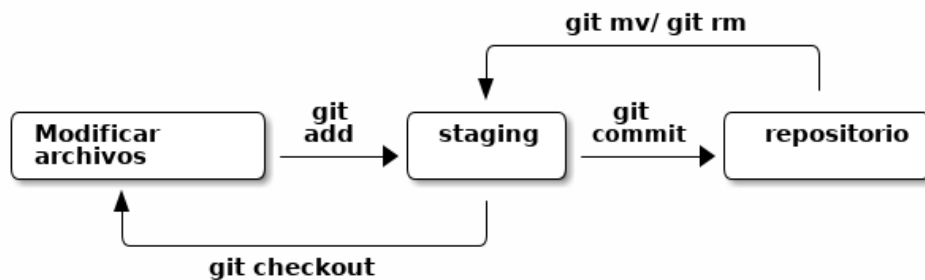


Figura 0.3: Git "solo workflow"

Para que `git` lleve el registro (*tracking*) del archivo, debes de **agregarlo** (`add`):

```
git add hola.txt
git status
```

Ahora `git` sabe que debe de llevar registro de los cambios de `hola.txt`, pero aún se **comprometen** los cambios al repositorio (`Changes to be committed: ...`). Para *comitearlos*²⁸:

28

```
git commit -m "Commit inicial"
```

Usamos la bandera `-m` para agregar un mensaje que nos ayude a recordar más tarde que se hizo y por qué.

Si ejecutamos

```
git status
```

nos indica que todo está actualizado (`up to date`). Podemos ver la historia de cambio con `git log`.

Edita `hola.txt` luego, ejecuta `git status`. ¿Qué observas ahora?

La parte clave es `no changes added to commit`. Hemos cambiado el archivo, pero aún no están "comprometidas" o guardadas en el repositorio. Para ver que ha cambiado usamos lo siguiente

```
git diff
```

Hagamos `commit` de estos cambios.

```
git commit -m 'actualizamos hola.txt'
```

Pero git no nos dejará hacer el *commit*, ya que no lo agregamos antes al índice del repositorio. Agrégalo y repite el commit

Modifica de nuevo `hola.txt`. Observa los cambios y agrégalo. ¿Qué sucede si vuelves a ejecutar `git diff`?

Git dice que no hay nada, ya que para git no hay diferencia entre el área de **staging** y el último **commit** (llamado HEAD). Para ver los cambios, ejecuta

```
git diff --staged
```

esto muestra las diferencias entre los últimos cambios **comiteados** y lo que está en el área de **staging**. Ahora realiza el commit, verifica el estatus y revisa la historia.

Explorando el pasado

Podemos ver los cambios entre diferentes **revisiones**, podemos usar la siguiente notación: HEAD~1, HEAD~2, etc. como sigue:

```
git diff HEAD~1 hola.txt
git diff HEAD~2 hola.txt
```

También podemos utilizar el identificador único (el número enorme que aparece en el `git log`), inténtalo.

Modifiquemos de nuevo el archivo `hola.txt`. ¿Qué tal si nos equivocamos y queremos regresar los cambios? Podemos ejecutar el comando

```
git checkout HEAD hola.txt
```



Nota que git recomienda un **shortcut** para esta operación: (use "`git checkout -- <file> ...`" to discard changes in working directory))

Obviamente aquí podemos regresarnos las versiones que queramos, por lo que podemos utilizar el identificador único o HEAD~2 por ejemplo.

Ejercicio 9

Recorre el log con checkout, observa como cambia el archivo, usando cat.

Por último, git tiene comandos `mv` y `rm` que deben de ser usados cuando queremos mover o borrar un archivo del repositorio, i.e. `git mv` y `git rm`.

Ejercicio 10

Crea un archivo `adios.txt`, comitealo, has cambios, comitea y luego bórralo. No olvides hacer el último commit también.

Git flow

Ahora trabajaremos en equipo, el flujo cambia respecto al *solo flow*. El cambio se debe a la introducción de nuevos conceptos: **clonar**, **push/pull**, **issue** y **branch**.

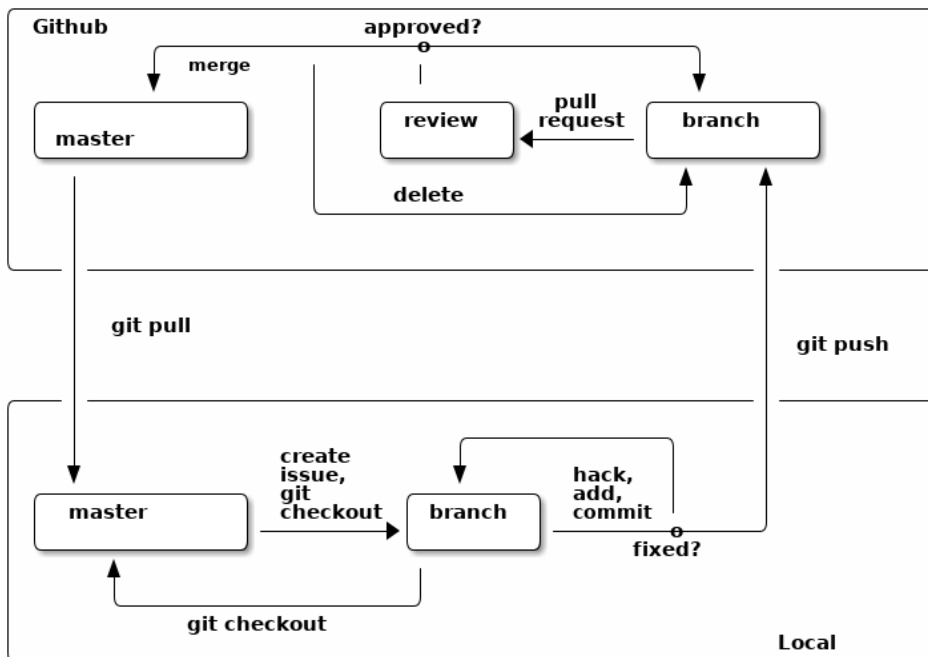


Figura 0.4: Git flow