

Reunión Nacional de Ramas IEEE RNR2015

# *Programación Literaria Investigación Reproducible y Software Libre*

Ing. Milton Labanda, Mg.

Carrera de Ingeniería Informática y Multimedia  
Universidad Internacional del Ecuador

12 de agosto de 2015

# Contenido

## 1 Programación Literaria

- Historia
- ¿Qué es la Programación Literaria o Estadística?
- Elementos de la Programación Literaria
- Ejemplos de implementaciones o entornos

## 2 Investigación Reproducible

- La investigación y el Análisis de Datos
- La Investigación necesita ser reproducible
- Análisis de Datos y Programación Literaria

## 3 Software Libre

## 4 Demos

# Historia

## Como empieza todo?



“Computer programs should be written in a combination of the programming language (the usual source code) and the natural language, which explains the logic of the program”. **Donald Knuth**

## El objetivo



I believe that the time is ripe for significantly better documentation of programs, and that we can best achieve this by considering programs to be works of literature. Hence, my title: "Literate Programming" **Donald Knuth**

# Historia

## WEB

Primera herramienta de implementación de lo que se conoció como Programación Literaria. Producía código PACAL compilable y la documentación formateada usando Tex

## CWEB

Descendiente del entorno WEB usa en cambio C como lenguaje de programación pero el mismo Tex para la generación de la documentación

# ¿Qué es la Programación Literaria ?

- Paradigma contrario a la programación tradicional: En vez de escribir código que contiene documentación el programador literario escribe documentación que contiene código.
- Los Programas literarios pueden ser tejidos (WEAVED) para producir documentos legibles para los humanos y enredados (TANGLED) para producir documentos legibles para las máquinas”

# Elementos de la Programación Literaria

- Cada "trozo" de código fuente carga datos y calcula resultados mientras que el código de presentación formatea la salida
- Consecuentemente el paradigma de la programación literaria requiere:
  - 1 Un lenguaje de documentación (human readable)
  - 2 Un lenguaje de programación (machine readable)

# Ejemplos de implementaciones o entornos

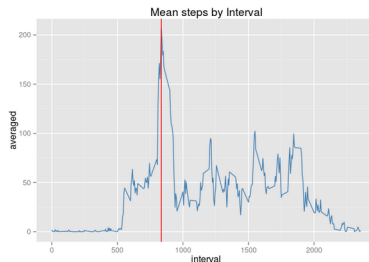
- Sweave =  $\text{\LaTeX}$  + R
- knitr = HTML + R
- Jupyter = HTML + Python
- Rambutan =  $\text{\TeX}$  + Java
- CoffeScript (Markdown + CoffeScript)

## Ejemplo knitr

```

47  ```{r}
48  byInterval <- ddply(df, ~interval, summarize, averaged=mean(steps,
49    na.rm=T))
50  max_averaged = max(byInterval$averaged)
51  max_interval = byInterval[byInterval$averaged==max_averaged,]$interval
52  ggplot(byInterval, aes(interval, averaged)) +
53    geom_line(colour="steelblue") + labs(title="Mean steps by
54    interval") + geom_vline(xintercept=max_interval, colour="red")
55  ...
56  2. Which 5-minute interval, on average across all the days in the
57  dataset, contains the maximum number of steps?
58  The interval that contain the maximum number of steps by day is
59  max_interval with an average of max_averaged steps.
60  ## Imputing missing values

```



2. Which 5-minute interval, on average across all the days in the dataset, contains the maximum number of steps?  
The interval that contain the maximum number of steps by day is **835** with an average of 206.1698113 steps.

### Imputing missing values



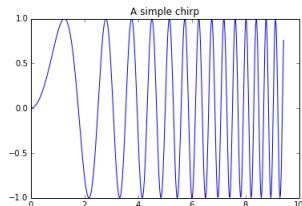
# Ejemplo Jupyter (IPython Notebook)

## Making a simple plot

With matplotlib enabled, plotting should just work.

```
In [2]: import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np
```

```
In [3]: x = np.linspace(0, 3*np.pi, 500)  
plt.plot(x, np.sin(x**2))  
plt.title('A simple chirp');
```



These images can be resized by dragging the handle in the lower right corner. Double clicking will return them to their original size.

# Contenido

## 1 Programación Literaria

- Historia
- ¿Qué es la Programación Literaria o Estadística?
- Elementos de la Programación Literaria
- Ejemplos de implementaciones o entornos

## 2 Investigación Reproducible

- La investigación y el Análisis de Datos
- La Investigación necesita ser reproducible
- Análisis de Datos y Programación Literaria

## 3 Software Libre

## 4 Demos

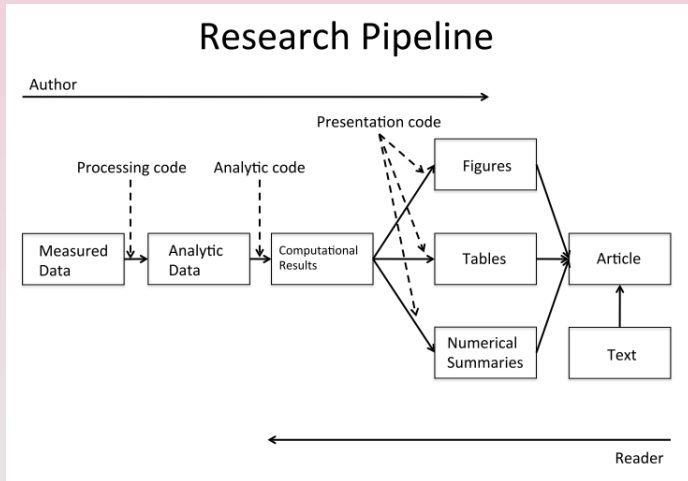
Según Sampieri

El **Análisis de Datos** es el 9no paso dentro de la **Investigación**

# Estructura de un Análisis de Datos

- Definir la pregunta
- Definir el dataset ideal
- Determinar que datos se pueden acceder
- Obtener los datos
- Limpiar los datos
- Análisis de Datos exploratorio
- Modelamiento/predicción estadístico
- Interpretar los resultados
- Escribir/sintetizar los resultados
- Crear código reproducible

# Encadenamiento de la investigación



# Los actores del Análisis de Datos

## Autores

- Desean hacer su investigación reproducible
- Quieren herramientas de IR que hagan su vida más facil ("no muy dura")
- Relizan considerables esfuerzos para publicar su datos. E: servidor web
- Entonces  $\Rightarrow$  Con IR colocan solo lo mínimo en la Web así como materiales suplementarios en las revistas o en bases de datos centrales

## Lectores

- Quieren reproducir y posiblemente expandir los descubrimientos de interés
- Quieren herramientas de IR para hacer su vida más fácil ("no muy dura")
- Deben descargar datos y juntar las piezas: que datos va con qué código?
- Entonces  $\Rightarrow$  Descargan los datos y analizan, juntan el software y ejecutan

## ¿Por qué necesita ser Reproducible?

... hoy más que nunca

- Las nuevas tecnologías incrementan las colecciones de datos cada vez más
- Los datos son más complejos y extremadamente multidimensionales
- Las bases de datos existentes pueden ser mezcladas dentro de "mega bases de datos"
- La capacidad de cómputo es altamente incrementable permitiendo análisis mas sofisticados
- Para cada campo 'X' existe un campo Computacional 'X'

## ¿Para qué debe ser Reproducible?

Debe

Hacer los **datos analíticos** y el **código computacional** disponibles para que otros puedan reproducir los descubrimientos



# Elementos de un Análisis de Datos moderno

- Datos
  - Datos crudos (raw)
  - Datos procesados
- Figuras
  - Figuras exploratorias
  - Figuras finales
- Código
  - Scripts borrador/no usados
  - Scripts finales (R, Julia, Python ...)
  - Scripts Literarios
    - Archivos .rmd (R markdown)
    - Archivos .ipynb (Jupyter/IPython notebooks)
- Texto:
  - Archivo de ayuda (README)
  - Texto del análisis/reporte (pdf, html) generado comunmente por herramientas de programación literaria

# Estructura mínima de un reporte de Análisis de Datos

- Título
- Introducción/motivación
- Metodos (estadísticos)
- Resultados
- Conclusiones

# Contenido

## 1 Programación Literaria

- Historia
- ¿Qué es la Programación Literaria o Estadística?
- Elementos de la Programación Literaria
- Ejemplos de implementaciones o entornos

## 2 Investigación Reproducible

- La investigación y el Análisis de Datos
- La Investigación necesita ser reproducible
- Análisis de Datos y Programación Literaria

## 3 Software Libre

## 4 Demos

# Entornos y herramientas modernas

## Jupyter(IPython Notebook)



- Creado por Fernando Perez (estudiante de ingeniería aeronáutica)
- Entorno completo de computación interactiva en el browser
- HTML o Markdown + Python o Julia
- Permite binding hacia otros lenguajes como: R, ruby, shell, ...
- Exporta los documentos resultantes hacia: PDF, HTML, Latex o reveal.js
- **nbviewer** [<http://nbviewer.ipython.org/>] el servicio de publicación gratuito de notebooks en la Web

# Entornos y herramientas modernas

## knitr + RStudio



- **knitr** desarrollado por Yihui Xie al realizar su trabajo de graduación
- Es una librería escrita en R y para R
- HTML(o  $\text{\LaTeX}$ o Markdown) + R
- Orientado a mitigar las limitaciones de SWEAVE.
- Puede exportar a PDF, HTML o Word
- **knitr** es integrable con el IDE **RStudio**
- **Rpubs** [<http://rpubs.com>] su servicio de publicación gratuito de RStudio en la Web

## Entornos y herramientas modernas



- Desarrollado por Linus Torvalds en el 2005
- Herramienta de control de versiones distribuida
- Rápido y pequeño
- Abundantes comandos que permiten el trabajo colaborativo
- Guarda el rastro de los cambios muy detalladamente
- Git LFS: extensión para manejar archivos de gran tamaño

# Entornos y herramientas modernas

## github



- Originalmente conocida como Logical Awesome
- Plataforma de desarrollo de software colaborativo, pero, con millares de repositorios que contienen código y datos de experimentos reproducibles
- El código se almacena de forma pública con la posibilidad de hacerlo privado
- Utilizado en academia e investigación: escuela tradicional, MOOCS, ciencias,...
- Github alcanzó **1 millón** de repositorios en el **2010**, **2 millones** en el **2011**, **10 millones** en el **2013** y llegando a **21 millones** de repositorios en Abril del **2015** y **9 millones de usuarios**

# Contenido

## 1 Programación Literaria

- Historia
- ¿Qué es la Programación Literaria o Estadística?
- Elementos de la Programación Literaria
- Ejemplos de implementaciones o entornos

## 2 Investigación Reproducible

- La investigación y el Análisis de Datos
- La Investigación necesita ser reproducible
- Análisis de Datos y Programación Literaria

## 3 Software Libre

## 4 Demos



# Demos

# Créditos

## Expositor

Ing. Milton Leonardo Labanda Jaramillo, Mg.

@miltonlab



UIDE

Universidad Internacional del Ecuador sede Loja  
Escuela de Informática y Multimedia  
2015