

ELEMENTOS PRELIMINARES

*Christian Felipe Cano Castillo
Luis Eduardo Espinosa Galliadly
Carlos Andrés Tavera Romero*

I. Introducción

El estudio generador de este proyecto consiste en un análisis comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales: PiCO y Gra-PiCO. Sus objetivos son:

- Establecer de manera básica qué percepción tiene un usuario frente a estos dos tipos de lenguajes.
- Encontrar bajo qué circunstancias se considerará cuando un tipo de lenguaje se comporta mejor con respecto al otro.

Para cumplir con ello, se realizará la medición de los niveles de asimilación, comprensión y aceptación de estos dos lenguajes de programación por parte de una población escogida específicamente de acuerdo a ciertos parámetros.

Durante el desarrollo de este estudio se realizará una serie de pasos, que serán explicados en etapas posteriores. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Etapas del estudio comparativo

Estudio comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales. Caso: PiCO y GraPiCO	
Etapa 1	Elaboración de hipótesis en experimentos de lenguajes de programación
Etapa 2	Variables en un experimento de lenguajes de programación
Etapa 3	Unidades experimentales utilizadas en pruebas de lenguajes de programación
Etapa 4	Tratamientos y replicas en un experimento de programación
Etapa 5	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) aplicado a los lenguajes de programación
Etapa 6	La comunicación en el estudio comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales: Caso PiCO y GraPiCO
Etapa 7	Sistematización de una experiencia de investigación entre la Comunicación Social y la Ingeniería de Software
Etapa 8	Modelo de sistematización propuesto “TCACI en doble vía”
Etapa 9	Pasos en la realización de los audiovisuales pedagógicos: PiCO – GraPiCO y ejercicio de modelación
Etapa 10	Estudio de resultados de PiCO y GraPiCO. Parte 1
Etapa 11	Estudio de resultados de PiCO y GraPiCO. Parte 2
Etapa 12	Recomendaciones y resultados del estudio entre PiCO, GraPiCO y editores

Fuente: elaboración propia (2018).

II. Marco teórico

Entre los aspectos incluidos en un *experimento* se encuentran: el *diseño* y el *análisis estadístico* de los datos producidos. ^{[5] [9]}¹

El *diseño del experimento* es algo muy importante a tener en cuenta durante la ejecución. Esto se debe a que esta etapa permite planificar todo lo concerniente con el estudio a realizar, obteniendo de una forma eficiente la máxima retroalimentación de los resultados generados y permitiendo que, de una forma fácil y adecuada, se pueda realizar un *análisis estadístico* enmarcado en conclusiones coherentes, justas e imparciales. ^{[5] [9]}

La importancia de esta fase radica en su utilidad a la hora de controlar los *factores perturbadores* (aspectos del *experimento* que son difíciles de manejar y pueden arriesgar su éxito), además de la presencia de cualquier *error* (el error producto de la ejecución de cualquier experimento se debe a las múltiples variaciones entre las *observaciones* o *mediciones* efectuadas) y la ejecución de diferentes técnicas y procedimientos existentes para la manipulación de las *unidades experimentales* (también conocidas como los *sujetos de estudio* o aquello que el estudio persigue analizar). ^{[5] [9] [4]}

A. Algunos diseños de experimentos

Existen diversas formas de diseñar experimentos: *Bloquización Totalmente Aleatoria*, *Cuadrados Latinos*, *Cuadrados Greco-Latinos*, *Experimento Factorial*, *Experimento Factorial 2^k*, *Experimentos Simples*, *Experimentos de Dos Factores*, *Estudios Por Observación*, *Experimento Comparativo* y *Experimento Aleatorio*, entre otras.

El *diseño* conocido como *Cuadrados Latinos* consiste en lograr que dentro de una matriz de *tratamientos* (condiciones en las que se analizarán las unidades experimentales), cada uno ocurra una vez por fila y una vez por columna. Se caracteriza por su utilidad en el control de dos fuentes de error ocurridas al mismo tiempo. ^{[5] [8] [4]}

¹ Como se comentó en la introducción, en el texto se empleará la norma IEEE para las citas bibliográficas.

El *planteamiento Cuadrados Greco-Latinos* reside en la superposición de dos *Cuadrados Latinos* entre sí. Un cuadrado se conforma por letras latinas y el otro por letras griegas, garantizando que cada letra griega sea asociada con una letra latina una sola vez. Este tipo de trasposición promueve el control de tres fuentes de error. ^{[5] [8] [4]}

Cuando en un *experimento* se considera que hay factores de interés que pueden presentar variaciones el bosquejo *Experimento Factorial* debería ser usado, debido a que en cada *réplica* (repetición del **experimento** básico) se tienen en cuenta todas las combinaciones de los niveles de los *tratamientos*. Este planteamiento surge como solución a tal interacción y significa que la diferencia existente entre sus niveles, no es igual para todos. ^{[5] [9] [4]}

En cuanto al planteamiento *Experimento factorial*, éste aparece si en un *estudio* se presentan múltiples *tratamientos* para ser estudiados. Cuenta con k factores y tiene una cantidad reducida de ejecuciones, a razón de que necesita de 2^k *observaciones* (o mediciones). ^{[5] [9] [4]}

Una forma de manipular adecuadamente las *unidades experimentales* es el diseño denominado *Bloquización*, que consiste en el agrupamiento de las unidades, mediante la asignación al azar de los diferentes *tratamientos* a los múltiples *bloques* existentes; de tal forma, que los tratamientos tengan la misma probabilidad de ocurrencia dentro de cada *bloque* y permitiendo aglutinar las *observaciones* de forma homogénea, de acuerdo a los *tratamientos* o a los *bloques*. ^{[5] [8] [4]}

Por su parte, los *estudios por observación* son aquellos para los cuales se desea hacer un *experimento* que no se puede ejecutar por cuestiones éticas. Esto último puede darse porque el investigador tiene en mente ejecutar algunas *restricciones* (tratamientos) sobre los *sujetos de estudio* hasta obtener las respuestas necesarias. Estos *tratamientos* son grupos que autoseleccionan dichas *unidades experimentales*. ^{[5] [7] [4]}

Los *experimentos aleatorios* se caracterizan porque sin importar que las condiciones de ejecución sean casi idénticas, no siempre arrojan resultados iguales, Por ello, constantemente permiten contar

con datos considerados como *muestras aleatorias*.^{[5] [6] [7] [8] [4]} Ver Tabla 2.

Tabla 2. Datos típicos para un experimento de un solo factor.[9]

Tratamiento	Observaciones			Totales	Promedios
1	y_{11}	y_{12}	y_{1n}	$y_{1.}$	$\bar{y}_1.$
2	y_{21}	y_{22}	y_{2n}	$y_{2.}$	$\bar{y}_2.$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a	y_{a1}	y_{a2}	y_{an}	$y_{a.}$	$\bar{y}_a.$
				$y_{..}$	$\bar{y}_{..}$

Fuente: elaboración propia (2018).

Para un *experimento* el uso de la *aleatorización* permite balancear el efecto de cualquier *variable* de ruido que pudiera influir en el resultado. En pocas palabras: facilita la disminución de diversas fuentes de error.^{[5] [6] [7]}

Si en la *experimentación* se da el caso de selección de ítems de un conjunto (ejecución de *muestreo*), se recomienda indicar la importancia que dentro del contexto del estudio tenga el orden de selección.^{[5] [6] [7]}

B. Técnica de clasificación de los experimentos, según sus niveles o factores

La importancia de esta clasificación radica en su utilidad como herramienta para reducir las diversas fuentes de error; dado que, muchas veces durante el desarrollo de un *experimento* se presentan factores que pueden afectar la respuesta generada, porque sobre ellos no hay interés alguno, aún siendo conocidos y controlables.

Esta técnica también permite controlar con precisión tanto la variación dentro de los *tratamientos* con más de dos niveles, como la diferencia entre *bloques*.^[5]

Como consecuencia, los datos generados por la ejecución de una *réplica* (repetición del *experimento* básico) utilizando la *aleatorización* para un factor con “a” niveles y “b” bloques, tienen una representación característica.^[5] Ver Tabla 3.

Tabla 3. Datos generados en la ejecución de una *réplica*.^[9]

Tratamientos	Bloques				Totales	Promedios
	1	2	...	b		
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1b}	$y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2b}	$y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
A	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{ab}	$y_{a.}$	$\bar{y}_{a.}$
Totales	$y_{.1}$	$y_{.2}$	...	$y_{.b}$	$y_{..}$	$\bar{y}_{..}$
Promedios	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	...	$\bar{y}_{.b}$		$\bar{y}_{..}$

Fuente: elaboración propia (2018).

El *Experimento Comparativo* ocurre cuando se establece un conjunto de restricciones sobre los objetos de estudio mediante dos factores: *Tratamientos* y *Bloques*, y se desea comparar entre sí sus diferentes respuestas. Para este tipo de diseño se tiene “a” *Tratamientos*, “b” *Bloques* y el respectivo valor experimental para cada combinación entre “a” y “b”. Estos, tienen una forma particular de ser representados.^[4] Ver Tabla 4.

Tabla 4. Forma de graficar los resultados respecto al valor experimental.^[8]

Tratamientos	Bloques				
	1	2	...	B	
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1b}	\bar{x}_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2b}	
.	.	.	...	.	\bar{x}_2
.	
.	.	.	...	.	\bar{x}_a
A	x_{a1}	x_{a2}	...	x_{ab}	
	\bar{x}_1	\bar{x}_2	...	\bar{x}_b	

Fuente: elaboración propia (2018).

En el *tratamiento* j y en el *bloque* k se denota el valor x_{jk} . Mientras que la media de los valores en la fila j , se define por \bar{x}_j donde $j = 1 \dots a$. Por su parte, la media de los valores en la columna k se identifica con \bar{x}_k donde $k = 1 \dots b$ y, finalmente, la gran media o media total se denota por \bar{x} .^[8] Ver Tabla 5.

Tabla 5. Ecuaciones para la media de acuerdo al tratamiento y bloque.^[8]

$\bar{x}_j = \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b x_{jk}$	$\bar{x}_k = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^a x_{jk}$	$\bar{x} = \frac{1}{ab} \sum_{j,k} x_{jk}$
---	---	--

Fuente: elaboración propia (2018).

Si en un *experimento* se establecen restricciones sobre las *unidades experimentales* mediante un solo factor (*Tratamiento*), nace el *Experimento Simple o de un Factor*. Este diseño tiene "a" grupos de *muestras* independientes con sus correspondientes *tratamientos*

para cada grupo y “b” réplicas de cada uno de los *tratamientos*^[5]. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Forma de graficar los resultados respecto a los *tratamientos* y sus *réplicas*.^[8]

Tratamiento 1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1b}	\bar{x}_1
Tratamiento 2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2b}	\bar{x}_2
⋮	⋮	⋮		⋮	
Tratamiento a	x_{a1}	x_{a2}	...	x_{ab}	\bar{x}_a

Fuente: elaboración propia (2018).

Se tiene “a” filas y “b” columnas, denotando x_{jk} la medida en la fila “j” y la columna “k,” donde $j = 1, 2, \dots, a$ y $k = 1, 2, \dots, b$. La media de los valores en la fila j se define como \bar{x}_j donde $j = 1 \dots a$. Y, por último, la gran media o media total es la media de todas las medias en todos los grupos y se nombra como \bar{x} .^[8] Ver Tabla 7.

Tabla 7. Ecuaciones para calcular la gran media o media total.^[8]

$\bar{x}_j = \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b x_{jk}$	$\bar{x} = \frac{1}{ab} \sum_{j,k} x_{jk} = \frac{1}{ab} \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b x_{jk}$
---	--

Fuente: elaboración propia (2018).

III. Historia

Para el año 2000 el grupo AVISPA de Univalle-Javeriana, presenta el cálculo textual PiCO.

“En el año 2007, producto de un trabajo doctoral, se propone el cálculo visual GraPiCO, lenguaje expresivamente equivalente a PiCO; de esta misma investigación, nace la aplicación que permite la creación de programas GraPiCO: el editor visual E_GraPiCO. Se

propone como proyecto de investigación la extensión del resultado de la tesis antes mencionada, que consiste en la elaboración de un estudio comparativo entre los lenguajes visuales y textuales (los cálculos PiCO y GraPiCO)^{[1][2]}

E_GraPiCO fue creado siguiendo cada una de las especificaciones formales generadas en la semántica de PiCO y GraPiCO, gracias a esto fue posible la demostración de su corrección y completitud. Es por lo anterior, que E_GraPiCO es una aplicación estable y funcional. Pero requiere, en las recomendaciones de usuario final, un último conjunto de modificaciones de forma, surgidas de un estudio comparativo que permitirá apreciar las ventajas de la utilización de un editor visual frente a uno textual y, de igual forma, generará recomendaciones para el mejoramiento del editor de programas gráficos ya existente.

Al no contar con dos lenguajes disponibles de equivalencia expresiva demostrada formalmente, no existían elementos para efectuar un estudio como el que aquí se propone. Después del desarrollo de PiCO y GraPiCO, esta dificultad fue superada ^[3].

De otro lado, en la actualidad se discute mucho sobre qué tipo de lenguaje es mejor, el visual o el textual, porque con la llegada de procesadores cada vez más veloces, se posibilita desplegar información con mayor grado de complejidad. Esto ha traído como consecuencia que sistemas operativos y lenguajes de programación más visuales ya estén dentro del mercado y también hayan logrado entrar a la academia. Sin embargo, estos mismos procesadores que permiten la utilización de lenguajes visuales, también se convierten en su principal limitante al exigir el código textual para su análisis y almacenamiento, mediante los mecanismos conocidos en la actualidad. Lo anterior ha producido que los lenguajes visuales sean utilizados estrictamente para la presentación de información. Grupos de investigación internacional como el IRCAM de Francia y nacionales como AVISPA, han estado creando aplicaciones y desarrollando investigaciones relacionadas con los lenguajes de programación visuales y textuales, pero hasta el momento no se han adelantado estudios comparativos desde la visión de la didáctica, que permitan obtener información de la interacción humano-lenguaje de programación.

IV. Objetivos

Objetivo general:

Efectuar un estudio comparativo entre los editores de lenguajes visuales y los textuales caso PiCO y E_GraPiCO, teniendo en cuenta las preferencias y recomendaciones de usuario final.

Los objetivos específicos son:

- Realizar un *estudio comparativo* entre la edición de programas PiCO y GraPiCO.
- Realizar un análisis del *estudio comparativo* e identificación del conjunto de características que se deben mejorar.
- Socializar las conclusiones del *estudio comparativo*.

V. Diseño

Para la realización del proyecto y obtención de la información de interés sobre el estudio comparativo entre los lenguajes visuales y los lenguajes textuales caso PiCO y GraPiCO se siguieron los siguientes pasos:

1. Realización de dos productos audiovisuales didácticos que expliquen los conceptos básicos de los constructores necesarios para programar en PiCO y E_GraPiCO.
2. Diseño y selección de un ejemplo representativo, a manera de corpus lingüístico de PiCO y GraPiCO.
3. Realización de un producto audiovisual a partir del ejemplo representativo de utilización de los lenguajes PiCO y GraPiCO.
4. Elaboración de un cuestionario donde se evalúen las nociones tratadas en los tres productos audiovisuales (con respecto a los temas explicados se evaluará: comprensión de conceptos, aplicabilidad y percepción de la experiencia).

5. Ejecución de un conjunto de *experimentos* de acuerdo a los siguientes pasos:
 - a. Exposición de los tres productos audiovisuales a un público determinado.
 - b. Sesión de discusión y clarificación de dudas con el público participante.
 - c. Diligenciamiento del cuestionario evaluativo por parte del público.
 - d. Análisis y sistematización de los resultados del cuestionario.
6. Estudio de resultados de los experimentos.
7. Consolidación de resultados y socialización de conclusiones.

VI. Metodología

En la siguiente serie de etapas se llevará un paso a paso del proceso realizado como parte de este estudio comparativo.

Durante el desarrollo de la primera etapa se expondrán múltiples aspectos que giran en torno a la *hipótesis* del estudio(primer paso a definir en el diseño de un *experimento*), la ejecución de *la prueba de hipótesis* y la verificación.

Con respecto a la segunda etapa se presentarán algunos conceptos relacionados con las *variables* del estudio(aspecto clave en la realización de cualquier investigación), como la definición de *variables* y la clasificación (herramienta útil en el diseño previo a la ejecución del proyecto).

Ya en la tercera etapa, se exhibirán conceptos claves relacionados con las *unidades experimentales*, su definición y las múltiples formas de usarlas dentro del contexto de la *experimentación*. Se podrá visualizar el manejo que se ha dado a los sujetos de estudio, haciendo referencia a los *tratamientos* efectuados.

Para abordar la cuarta etapa se mostrarán algunas teorías acerca de la definición de *tratamientos* y su implementación. También se especificará la cantidad de *observaciones* o *réplicas* realizadas al respecto.

Como quinta etapa se analizará el estudio desde el punto de vista del *Aprendizaje Basado en Problemas*, exponiendo las diferentes posturas existentes y su contribución.

Mientras que en la sexta etapa se presentarán algunos resultados de los análisis estadísticos, aplicados a la información obtenida en el proceso de la encuesta de cada lenguaje y de sus respectivos constructores.

En séptima etapa se mostrarán otros resultados de los análisis estadísticos aplicados a la información obtenida en el proceso de la encuesta de cada lenguaje y sus respectivos constructores.

Y, por último, habrá una octava etapa donde se definirán las *observaciones* y recomendaciones finales del proyecto y del editor E_GraPiCO.

VII. Resultados Esperados

En este documento se ha presentado de manera general y a grandes rasgos el estudio comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales: Caso PiCO y GraPiCO. Más adelante, se expondrá la temática correspondiente a los diferentes momentos del estudio:

Inicialmente, se tendrán en cuenta diferentes teorías, con el objetivo de aceptar o rechazar la hipótesis: en cuanto a su planteamiento y comprobación.

También se trabajará en la definición de *variables* y su clasificación (herramienta útil en el diseño previo a la ejecución de un estudio).

Se seleccionarán los *sujetos de estudio* y el tratamiento que se les dará dentro de la investigación.

De igual forma, se describirá el uso dado a algunos *tratamientos* y las *observaciones* realizadas a estos.

En cuanto a la metodología pedagógica utilizada, se explicará el *Aprendizaje Basado en Proyectos*, el cual fue empleado en la realización del taller de modelamiento de los lenguajes de programación del presente estudio.

Y, por último, se presentará el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas como medio de retroalimentación.

VIII. Bibliografía

- [1] C. Tavera y J. Díaz, Nuevo cálculo visual: GraPiCO, En II Congreso Colombiano de Computación, Universidad Javeriana. Bogotá, 2007.
- [2] C. Tavera y J. Díaz, Breve Discusión de las Ventajas de los Lenguajes Visuales frente a los Textuales: Caso de Estudio el Cálculo GraPiCO, En III Congreso Colombiano de Computación. Medellín, 2008.
- [3] C. Tavera y J. Díaz, «Alternativa de Comprobación Sintáctica de VLP: Gsig Parsing. Aspectos formales y el caso de estudio: E GraPiCO,» In XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Argentina, 2008.
- [4] R. O. Kuehl, Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones., Thomson Learning, México, 2000.
- [5] D. C. Montgomery, Diseño y análisis de esperimentos. México D.F.: Limusa, 2004.
- [6] R. E. Walpole, Probabilidad y estadística para ingenieros. México D.F: Prentice Hall, 1998.
- [7] A. L. Webster, Estadística aplicada a los negocios y la economía. Bogotá: Mc Graw Hill, 2001.
- [8] M. R. Spiegel, Probabilidad y Estadística, México D.F.: McGraw-Hill, 1977.
- [9] D. C. Montgomery y G. C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.