

Lectura de Tesis de Master

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS TÉCNICAS DE PRUEBAS DE SOFTWARE ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES MEDIANTE REPLICACIÓN EXPERIMENTAL, CASO PRÁCTICO ESPE SEDE LATACUNGA

Autor: Efraín R. Fonseca C.

Director: Ing. Geovanny Raura MIS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica y Electrónica – Universidad de las Fuerzas
Armadas ESPE – Extensión Latacunga

Latacunga, 05 de enero de 2016



Contenido

■ **Introducción**

- *Área de Investigación*
- *Acercamiento al problema*

■ **Planteamiento**

- *Definición del Problema*
- *Objetivos y Método*

■ **Resolución**

- *Experimento Original*
- *Replicación Experimental*
- *Resultados Experimento Original Versus Replicación*

■ **Conclusiones y futuras líneas**

• **INTRODUCCIÓN**

- Área de investigación
- Acercamiento al problema

• **PLANTEAMIENTO**

- Definición del Problema en torno al Estado de la Cuestión
- Objetivos de Investigación y Método de Investigación

• **RESOLUCIÓN**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

• **CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**



Introducción

Área de Investigación

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**





Introducción

Acercamiento al problema

- En la actualidad la investigación experimental está establecida en IS.

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

“Una sinfonía de orquesta ilustra mejor esta situación (es decir la crisis del software). Mientras que el rendimiento general de la orquesta (calidad de software) sea una mezcla cuidadosa de muchos instrumentos (partes del software), cada músico (desarrollador) es un contribuyente disciplinado y altamente competente. Los músicos individualmente destacan en ocasiones, pero toda la orquesta es mucho más que la suma de sus integrantes, y una sola nota discordante (parte de SW con defecto) de cualquier músico podría dañar todo el rendimiento”





Planteamiento

Problemática: Falta de Replicaciones en IS

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

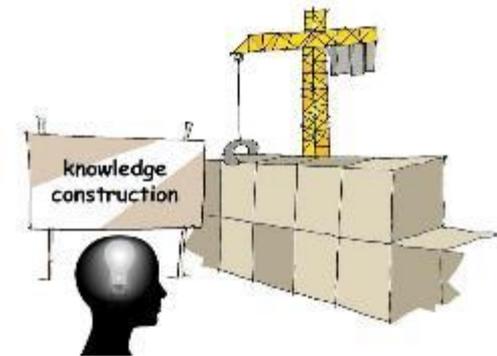


Experimentación

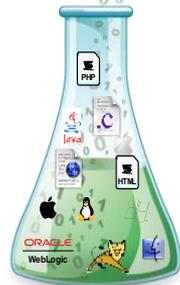


Replicación + Síntesis

Todas las Ciencias



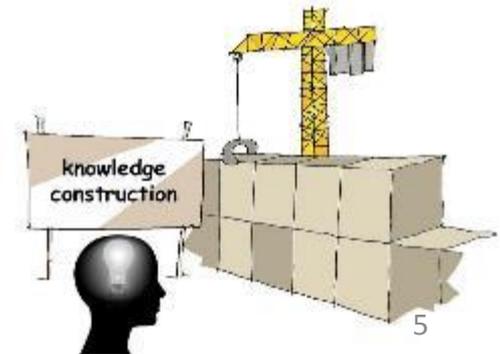
Ingeniería del Software



Experimentos



Replicación + Síntesis



Planteamiento

Problemática: Problemas de Comunicación

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- ➔ ■ Definición del Problema
- Objetivos y Método

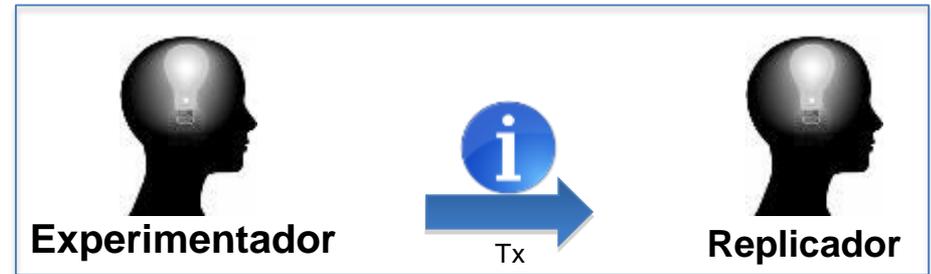
■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**



Replicaciones Externas





Planteamiento

Problemática: Problemas de Transmisión de la Información

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

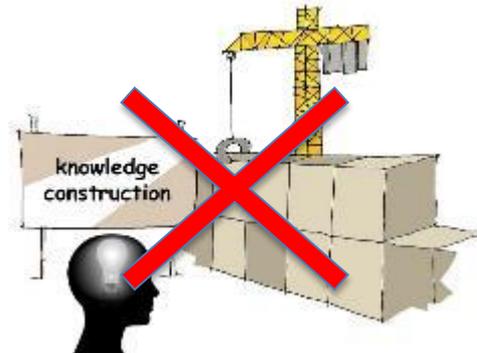
■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Transmisión indirecta	Transmisión directa
Reportes experimentales, paquetes de laboratorio	Reuniones

Conocimiento tácito





Planteamiento

Problemática: Consecuencias

■ **Introducción**

- *Área de Investigación*
- *Acercamiento al problema*

■ **Planteamiento**

- *Definición del Problema*
- *Objetivos y Método*

■ **Resolución**

- *Experimento Original*
- *Replicación Experimental*
- *Resultados Experimento Original Versus Replicación*

■ **Conclusiones y futuras líneas**

- No existe una **terminología estándar** acerca de la experimentación en IS
- La experimentación se compone de **diversas actividades**, desempeñadas por distintos roles
- La replicación se **complica más** cuando se trata de replicar **experimentos aislados**.



Planteamiento

Problemática: Solución en torno a la Calidad

- **Introducción**
 - Área de Investigación
 - Acercamiento al problema
- **Planteamiento**
 - Definición del Problema
 - Objetivos y Método
- **Resolución**
 - Experimento Original
 - Replicación Experimental
 - Resultados Experimento Original Versus Replicación
- **Conclusiones y futuras líneas**

La **problemática** de la replicación experimental en IS ha motivado la **creación** de varias **propuestas** tecnológicas de soporte y gestión de la información

- Travassos et al. (2008): “An environment to support large scale experimentation in software engineering”
- Arisholm et al. (2002): “A web-based support environment for software engineering experiments”

- **No hemos encontrado alguna que soluciona** el problema del todo

Otras Disciplinas



Replicación Experimental

Planteamiento

Problemática: Solución en torno a la Calidad

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema



■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método



■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación



■ **Conclusiones y futuras líneas**



Planteamiento

Problemática: Solución en torno a la Calidad

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**



< Fallos



> Calidad

- La **detección temprana de errores** en el producto software **mejora la calidad** del producto final.
- Experimento **controlado no aislado** que compare la **efectividad de las técnicas de pruebas de software** en la **detección de errores**.



Planteamiento

Objetivos

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Problemática de Investigación

P1
Carencia de una terminología específica para la experimentación en IS

P2
Dificultad de comunicación entre investigadores

P3
Complejidad en el almacenamiento y recuperación de información

P4
Disgregación de los elementos de un experimento

P5
Imposibilidad de verificar que se ha definido de forma completa y detallada una replicación

Objetivos de Investigación

O1
Estudiar el fundamento teórico de la experimentación en IS

Aplicar técnicas de software

O3
Evaluar los resultados de la replicación y plantear conclusiones y futuras líneas de investigación

“Evaluar la efectividad de las técnicas de pruebas de software estructurales y funcionales mediante una replicación experimental, llevada a cabo en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Sede Latacunga”



Resolución Experimento Original

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Experimento Original	UPM 2005 Juristo et al. (2013)
Lugar	Universidad Politécnica de Madrid (UMP)
Fecha	Diciembre 2005
Objetivo	Estudiar la efectividad de las técnicas de pruebas estructurales y funcionales en lo que respecta a su capacidad de detección de faltas.
Tipo	Replicación diferenciada de la Familia de Experimentos de Basili y Selbi (1985)
Particularidad	Juristo et al. estudiaron la efectividad de la correcta aplicación de las técnicas Estructurales (BT) y Funcionales (EP) (Faltas detectadas a partir de los casos de prueba (InScope) y faltas que no pueden ser Detectadas (OutScope)), mientras que Basili evaluó cuan efectivo es el proceso de testing que se espera en la práctica (faltas comunes en Software real).
Pregunta de Investigación	No encontrada, pero fue posible su inferencia
Factor Principal	Técnica de pruebas funcional por particiones de equivalencia (EP) Técnica de pruebas estructural de control de flujo por cobertura de decisión (BT) Técnica estática de lectura de código (CR) por abstracciones sucesivas.
Variable Respuesta	Efectividad de las técnicas funcional (EP), estructural (BT) y de lectura de código (CR), en porcentaje de faltas InScope y OutScope localizadas.
Nivel de Interacción con los Experimentadores Originales	Ninguna



Resolución Experimento Original

	Experimento Original	UPM 2005 Juristo et al. (2013)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Introducción <ul style="list-style-type: none"> ■ Área de Investigación ■ Acercamiento al problema 	Hipótesis	<p>H₁₀: No hay diferencia en la efectividad de EP, BT y lectura de código (CR) con respecto a la detección de faltas InScope.</p> <p>H₁₁: EP, BT y CR se diferencian en su efectividad respecto a las faltas InScope.</p> <p>H₂₀: No hay diferencia en la efectividad de EP, BT y lectura de código (CR) con respecto a la detección de faltas OutScope.</p> <p>H₂₁: EP, BT y CR se diferencian en su efectividad respecto a las faltas OutScope.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Planteamiento <ul style="list-style-type: none"> ■ Definición del Problema ■ Objetivos y Método 	Participante o Sujetos Experimentales	46 estudiantes de pregrado en Ingeniería en Computación de la UPM (Curso de V&V), poca experiencia en desarrollo a nivel profesional
<ul style="list-style-type: none"> ■ Resolución 	Diseño Experimental	within-subjects (3 sesiones sin restricción de tiempo, introducción de las variables sesión y grupo para determinar Maduración o cansancio y Carryover respectivamente)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Experimento Original ■ Replicación Experimental ■ Resultados Experimento Original Versus Replicación 	Artefactos	<ul style="list-style-type: none"> - Material de entrenamiento (Guías de referencia, Diapositivas y Programas prueba) - Objeto experimental (Programas (cmdline, nametbl y ntree), Faltas (3 InScope para EP y 3 InScope para BT)) - Material experimental (formulario de recogida de datos, especificaciones de los programas, formularios de recolección de datos experimentales, impresos del código fuente con faltas sembradas, código objeto de los programas con faltas sembradas y documento guías para la ejecución de la replicación.)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Conclusiones y futuras líneas 		



Resolución Experimento Original

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Experimento Original	UPM 2005 Juristo et al. (2013)
<p>Variables de Contexto</p>	<p>Entorno: Academia. Tipo de Sujetos: Estudiantes de pregrado. Experiencia: Los estudiantes tienen poca o ninguna experiencia profesional en desarrollo de software. Tipos de Programa: Programas de tamaño pequeño (150-220 LOC) y complejidad ciclomática en un rango de 21 a 61. Lenguaje del Programa: En lenguaje C.</p>
<p>Procedimiento de Ejecución</p>	<p>Pre sesión (Entrenamiento, preparación de materiales (Objetos experimentales, Formas y Guías)) Durante sesión (Aleatorización de sujetos, ejecución del experimento) Post sesión (recogida de todo el material utilizado, clasificación del material utilizado, análisis de los formularios de recolección).</p>



Resolución

Replicación Experimental

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Experimento Replicado	ESPEL 2011 Fonseca et al. (2014)
Lugar	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga
Fecha	Diciembre 2011
Objetivo	Estudiar la efectividad de las técnicas de pruebas estructurales y funcionales en lo que respecta a su capacidad de detección de faltas.
Tipo	Replicación literal, conjunta y externa.
Motivación	Confirmar los resultados obtenidos en el experimento original ó, en caso de discrepancias, identificar cómo los factores o parámetros pueden afectar a la aplicación de las técnicas de testing. Adicionalmente, se espera que la replicación independiente de un experimento permita mejorar las habilidades en la aplicación de métodos empíricos en la investigación en IS.
Pregunta de Investigación	Se utilizó aquella inferida del experimento original
Factor Principal	Técnica de pruebas funcional por particiones de equivalencia (EP) Técnica de pruebas estructural de control de flujo por cobertura de decisión (BT).
Variable Respuesta	Efectividad de las técnicas funcional (EP) y estructural (BT), en porcentaje de faltas InScope y OutScope localizadas.
Nivel de Interacción con los Experimentadores Originales	Alto durante las fases previas a la ejecución de la replicación experimental Ninguno durante la ejecución de la replicación Mínimo durante la obtención y análisis de los datos



Resolución

Replicación Experimental

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Experimento Original	UPM 2005 Juristo et al. (2013)
Hipótesis	<p>H₁₀: No hay diferencia en la efectividad de EP y BT con respecto a la detección de faltas InScope.</p> <p>H₁₁: EP y BT se diferencian en su efectividad respecto a las faltas InScope.</p> <p>H₂₀: No hay diferencia en la efectividad de EP y BT con respecto a la detección de faltas OutScope.</p> <p>H₂₁: EP y BT se diferencian en su efectividad respecto a las faltas OutScope.</p>
Participante o Sujetos Experimentales	23 estudiantes de postgrado en la Maestría de Ingeniería en Software de la ESPEL (Curso de V&V), experiencia en desarrollo a nivel profesional
Diseño Experimental	within-subjects (2 sesiones sin restricción de tiempo, introducción de las variables sesión y grupo para determinar Maduración o cansancio y Carryover respectivamente)
Artefactos	<ul style="list-style-type: none"> - Material de entrenamiento (Guías de referencia, Diapositivas y Programas prueba) - Objeto experimental (Programas (nametbl y ntree), Faltas (3 InScope para EP y 3 InScope para BT)) - Material experimental (formulario de recogida de datos, especificaciones de los programas, formularios de recolección de datos experimentales, impresos del código fuente con faltas sembradas, código objeto de los programas con faltas sembradas y documento guías para la ejecución de la replicación.)



Resolución

Replicación Experimental

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original

■ **Replicación Experimental**

- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Experimento Original	UPM 2005 Juristo et al. (2013)
<p>Variables de Contexto</p>	<p>Entorno: Academia. Tipo de Sujetos: Estudiantes de postgrado. Experiencia: Los estudiantes tienen experiencia profesional en desarrollo de software. Tipos de Programa: Programas de tamaño pequeño (150-220 LOC) y complejidad ciclomática en un rango de 21 a 61. Lenguaje del Programa: En lenguaje C.</p>
<p>Procedimiento de Ejecución</p>	<p>Pre sesión (Entrenamiento, preparación de materiales (Objetos experimentales, Formas y Guías)) Durante sesión (Aleatorización de sujetos, ejecución del experimento) Post sesión (recogida de todo el material utilizado, clasificación del material utilizado, análisis de los formularios de recolección).</p>



Resolución

Replicación Experimental – Resumen de Cambios Respecto al Experimento Original

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ **Conclusiones y futuras líneas**

Tabla 4.1: Diferencias entre UPM & ESPEL

Fase	Característica	UPM	ESPEL
Diseño	Numero de Sujetos	46	23
	Aleatorización	Normal	Estratificada
	Sesiones	3	2
	Factor Principal	CR, BT, EP	BT, EP
	Programas	cmdline, ntree, nametbl	nametbl, ntree
	Grupos	6	2
	Diferencias dialécticas en el material	Castellano	Ecuatoriano
Entrenamiento	Tipo de entrenamiento	Presencial	Semipresencial
	Duración	12 horas	50 horas
Ejecución	Duración	3 sesiones, tiempo ilimitado	2 sesiones, tiempo ilimitado



Resolución

Comparación Experimento vs Replicación

- Algunos **resultados** del experimento original **no** pudieron ser **contrastados** con la replicación **y otros** fueron **contrastados** únicamente de modo **parcial**, debido a que la **replicación utiliza un subconjunto de los niveles** de los factores del experimento original
- Respecto del factor técnica, los niveles **BT y EP son comparables** en ambos experimentos, **CR no es comparable**.
- El **factor Sesión/Programa es parcialmente comparable**, ya que los programas que se utilizan en ambos experimentos (nametbl y ntrees) corresponden a **sesiones diferentes** en cada experimento
- En el caso del **factor grupo**, se creyó que **no es comparable** porque **los niveles son distintos** (en el experimento original se forman 6 grupos distintos y en la replicación 2). Los **dos grupos** pertenecientes a la **replicación** son **subconjuntos** de dos de los seis grupos del experimento original. Por lo tanto, **la comparación solo puede realizarse a muy alto nivel**.

■ Introducción

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ Planteamiento

- Definición del Problema
- Objetivos y Método

■ Resolución

- Experimento Original
- Replicación Experimental
- Resultados Experimento Original Versus Replicación

■ Conclusiones y futuras líneas



Resolución

Comparación Experimento vs Replicación

Para las faltas detectadas directamente por las técnicas (variable respuesta InScope)

■ **Introducción**

- *Área de Investigación*
- *Acercamiento al problema*

■ **Planteamiento**

- *Definición del Problema*
- *Objetivos y Método*

■ **Resolución**

- *Experimento Original*
- *Replicación Experimental*
- *Resultados Experimento Original Versus Replicación*

■ **Conclusiones y futuras líneas**

- En ambos experimentos BT resulta menos efectiva que EP.
- En ESPEL se han obtenido diferencias significativas entre los niveles de la técnica, mientras que en UPM no se ha observado tal diferencia.
- Los valores medios de efectividad (también conocidas como medias marginales) obtenidos para el factor técnica, en ESPEL son menores que en UPM.
- La dispersión de la técnica BT es mucho menor en ESPEL que en UPM
- La explicación más plausible de que en ESPEL la efectividad de los sujetos es menor que en UPM, radica posiblemente en el hecho de que el curso donde se ha desarrollado el experimento fuera intensivo (muchas horas lectivas concentradas en pocos días). Otro posible factor es la inexperiencia del capacitador en dictar el curso de V&V, especialmente en tales circunstancias.



Resolución

Comparación Experimento vs Replicación

Para las faltas detectadas por fuera del protocolo de las técnicas (variable respuesta OutScope)

- En ESPEL se confirman los resultados obtenidos en UPM, ya que en ambos casos se rechaza la hipótesis nula, y adicionalmente la tendencia es la misma (en ambos experimentos BT resulta ser más efectiva que EP)
- Respecto de las medias marginales, los valores son ligeramente inferiores en ESPEL que en UPM.
- Las dispersiones son también bastante parecidas en ambos casos
- Resulta curioso que la baja efectividad de las técnicas en ESPEL sea mucho más acusada para las faltas InScope que para las faltas OutScope, ya que parece razonable suponer que las diferencias en el training (tanto el carácter intensivo del curso como una posible falta de experiencia del capacitador), afectase más o menos igual a ambas variables respuesta.

■ **Introducción**

- *Área de Investigación*
- *Acercamiento al problema*

■ **Planteamiento**

- *Definición del Problema*
- *Objetivos y Método*

■ **Resolución**

- *Experimento Original*
- *Replicación Experimental*

■ **Resultados Experimento Original Versus Replicación**

■ **Conclusiones y futuras líneas**



Conclusiones

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición en torno al EC
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Modelos Conceptuales
- Modelos de Proceso

■ **Evaluación**

- Guías para el Desarrollo de Entornos de Soporte
- Entorno de Gestión y Soporte

■ **Conclusiones, futuras líneas**



- La **formalización** del ciclo experimental permite identificar y a posteriori **mejorar** los problemas de la **experimentación**.
- **Comparar replicaciones que no son idénticas es complejo**. Al eliminar uno de los niveles del factor técnica por razones logísticas (falta de tiempo para realizar las sesiones experimentales), los cambios han afectado en cascada a los factores programa y sesión. En consecuencia, tanto las sesiones como los grupos no son comparables en todos los aspectos.
- Se ha confirmado que la técnica **EP es más efectiva** para detectar **faltas** que **están dentro de su alcance** y que **BT es más efectiva** para las **faltas fuera de su alcance**.
- **Parece** confirmarse la **existencia** de algún tipo de **efecto** para los resultados de la **variable** respuesta **InScope**, por las diferencias encontradas entre los dos experimentos. En consecuencia, es necesario **realizar más replicaciones** antes de afirmar la existencia de dicho efecto.



Conclusiones

- Es **importante** contar con el **apoyo** de los **experimentadores originales** durante, al menos, las **fases iniciales** de preparación de la replicación, a modo de complementar la información obtenida a través de los reportes y materiales. **Contar con toda la información posible es fundamental** para que el **experimento** original y la **replicación** sean **comparables**.
- La **replicación** debe ser lo más **similar** posible, o incluso idéntica, al experimento original, con la finalidad de poder adscribir las diferencias (o coincidencias) encontradas a variables concretas, pese a que hay autores que afirman lo contrario.
- El mayor esfuerzo de realización del experimento no se encuentra en las sesiones experimentales, sino en la preparación previa y análisis posterior de la información obtenida de los sujetos.

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición en torno al EC
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Modelos Conceptuales
- Modelos de Proceso

■ **Evaluación**

- Guías para el Desarrollo de Entornos de Soporte
- Entorno de Gestión y Soporte

■ **Conclusiones, futuras líneas**





Futuras Líneas de Investigación

- La intención a corto plazo es ***seguir replicando*** el experimento UPM, ***alterando el setting tan poco como sea posible, con la intención de determinar sin lugar a dudas qué variables producen qué efectos.*** Una vez que se entienda bien como se comportan las técnicas de testing bajo estudio (EP y BT) se ***podrá realizar replicas diferenciadas*** que exploren diferentes settings o poblaciones (e.g.: profesionales con experiencia o entornos industriales)
- ***Construcción*** de ***mecanismos*** que ***faciliten*** al experimentador, en la medida de lo posible, ***hacer explícito el conocimiento tácito.*** Creemos que una ***herramienta colaborativa en línea podría facilitar a los experimentadores la gestión de la formalización de la experimentación en IS,*** en base al debate y consenso.

■ **Introducción**

- Área de Investigación
- Acercamiento al problema

■ **Planteamiento**

- Definición en torno al EC
- Objetivos y Método

■ **Resolución**

- Modelos Conceptuales
- Modelos de Proceso

■ **Evaluación**

- Guías para el Desarrollo de Entornos de Soporte
- Entorno de Gestión y Soporte

■ **Conclusiones, futuras líneas**



Lectura de Tesis de Master

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS TÉCNICAS DE PRUEBAS DE SOFTWARE ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES MEDIANTE REPLICACIÓN EXPERIMENTAL, CASO PRÁCTICO ESPE SEDE LATACUNGA

Autor: Efraín R. Fonseca C.

Director: Ing. Geovanny Raura MIS



Departamento de Eléctrica y Electrónica – Universidad de las Fuerzas
Armadas ESPE – Extensión Latacunga

Latacunga, 05 de enero de 2016