

# Evaluación experimental sobre la utilización de patrones de Gobierno Electrónico

## Experimental evaluation of the use of Electronic Government patterns

Presentación: 4 y 5 de Octubre de 2022

Doctorando:

**Oscar Carlos Medina**

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina  
omedina@frc.utn.edu.ar

Director:

**Mario Alberto Groppo**

Co-director:

**Marcelo Martín Marciszack**

### Resumen

En el marco de la Tesis Doctoral “Definición de Patrones a partir de Buenas Prácticas para el desarrollo de sistemas de Gobierno Electrónico”, se realizó un experimento con el objetivo de evaluar si el uso de patrones mejora o no la facilidad de comprensión del modelo conceptual de un sistema de gobierno electrónico real, comparándolo con el uso de descripción narrativa exclusivamente, o en combinación patrones de negocio más descripción narrativa. Este trabajo expone las actividades principales del experimento, planificación, ejecución, análisis e interpretación de resultados, y presenta las conclusiones del mismo en relación a las hipótesis planteadas.

Palabras clave: Patrones, Gobierno Electrónico, Experimento, Modelado Conceptual, e-Gob.

### Abstract

Within the framework of the PhD Thesis "Definition of Patterns based on Good Practices for the Electronic Government systems development", an experiment was carried out with the aim of evaluating whether or not the use of patterns improves the ease of understanding of the conceptual model of a real electronic government system, comparing them with the use of narrative description exclusively, or in combination with business patterns plus narrative description. This work develops the main activities of the experiment, planning, execution, analysis and interpretation of results, and presents its conclusions in relation to the hypotheses raised.

Keywords: Patterns, Electronic Government, Experiment, Conceptual Modelling, e-Gov.

### Introducción

Los patrones son reconocidos como modelos exitosos que favorecen la reusabilidad, y es una de sus características, facilitar la comprensión de un modelo. Según Eriksson y Penker (Eriksson and Penker, 2000), cada patrón se ocupa de un problema específico y recurrente en el diseño o implementación de un sistema de software. Los patrones se pueden utilizar para construir software con propiedades específicas y existen

distintos tipos que aplican a cada una de las actividades del desarrollo de sistemas de información. Los patrones que se encuentran en un modelo de negocio se denominan patrones de negocio. Dichos autores afirman que los patrones de negocio permiten obtener los recursos del modelo, organizaciones, objetivos, procesos y normas de la empresa.

En el mismo sentido, el modelo conceptual de un sistema de información tiene como finalidad identificar y explicar los conceptos significativos en un dominio de problema, elicitando los atributos y las asociaciones existentes entre ellos (Sommerville, 2011). Los patrones que se aplican al modelado conceptual cumplen la función de reutilizar el conocimiento y experiencia de sistemas anteriores encapsulado en soluciones de análisis y diseño concretas, permitiendo la verificación y validación de los requerimientos funcionales. Los patrones permiten modelar el proceso de negocio como marco situacional en el cual se desarrollará un sistema. Es por ello que el empleo de patrones, al inicio del modelado conceptual, aporta una serie de beneficios significativos en la construcción del sistema, los cuales fueron explicados en publicaciones anteriores (Marciszack et al., 2018 - Medina et al., 2018 - Medina et al., 2021 - Medina et al. 2022b).

El problema que intenta resolver la mencionada propuesta de modelado, y que funge como tema central de la presente Tesis Doctoral, es la falta de reusabilidad de modelos de negocio que definan el marco para la construcción de un nuevo sistema de un mismo dominio, como por ejemplo el de gobierno electrónico. El uso de patrones de negocio en el modelo conceptual permitiría optimizar la reusabilidad que es además una de las dimensiones de la calidad de software.

Para comprobar dicha afirmación, se llevó a cabo un experimento cuyo objetivo es corroborar si el uso de patrones de negocio mejora la comprensión del modelo conceptual de un sistema de gobierno electrónico. El experimento se realizó en el año 2021 con 33 estudiantes del tercer curso de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la U.T.N. – F.R.C. Los resultados obtenidos evidencian que existen diferencias significativas en favor a la efectividad de la comprensión del modelo conceptual al utilizar patrones de negocio. En cambio, no hay diferencias relevantes en la eficiencia al utilizar, o no, patrones.

Para planificar, ejecutar y reportar este experimento, se siguieron las recomendaciones proporcionadas en (Wohlin et al., 2012 - Genero et al., 2014). Todo el material utilizado en el experimento se encuentra disponible en el sitio web del Centro de Investigación CIDS de la Regional Córdoba (Medina et al., 2022a). En este artículo se describe el diseño metodológico del experimento y sus principales resultados.

## Desarrollo

A continuación, se desarrollan los componentes de la planificación de este experimento, selección del contexto, sujetos y variables del experimento, formulación de hipótesis, diseño experimental, y las características principales de su ejecución.

**Selección del contexto.** El contexto elegido para este experimento es un entorno académico y trata sobre el modelo conceptual de un sistema real de gobierno electrónico. Como a la fecha del experimento, en la U.T.N. – F.R.C. se desarrollaban las clases en modalidad virtual por la pandemia del COVID 19, todas las actividades del experimento se realizaron vía internet utilizando las plataformas académicas habituales que son “Zoom” para el dictado del taller de formación y la ejecución del experimento, y el sistema “Moodle” de aula virtual de la Facultad para la gestión de cuestionarios y materiales utilizados en el experimento. Los objetos experimentales consistieron en dos patrones de negocio: 1) patrón de objetivos, 2) estructura básica del proceso y proceso de interacción; y la descripción narrativa de un sistema de gobierno electrónico.

**Selección de sujetos.** En el experimento participaron 33 estudiantes de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la U.T.N. – F.R.C. Los estudiantes cursan la asignatura Gestión de mejora de procesos, asignatura electiva de tercer año que tiene por objetivo adquirir conocimientos que permitan analizar y diseñar procesos de negocio, basados en el concepto de mejora continua, y gestionar los cambios. Los 33 sujetos se dividieron en tres grupos de 11 estudiantes cada uno: GP de sólo patrones, GN de sólo descripción narrativa y GPN de patrones más descripción narrativa. Se utilizó la calificación de un pre-cuestionario para lograr grupos

balanceados con respecto al nivel de conocimiento sobre el modelado conceptual de sistemas de información. El pre-cuestionario fue solicitado a los sujetos en el primer día del experimento donde se dictó taller de formación de utilización de patrones.

**Selección de variables.** La variable independiente (también denominada factor principal) es el “Tipo de descripción conceptual”, que es una variable nominal que toma tres valores: P (sólo patrones), N (sólo descripción narrativa) y PN (patrones más descripción narrativa).

La variable dependiente es la “Facilidad de comprensión”, que se evalúa utilizando las siguientes medidas:

- Efectividad de la Facilidad de comprensión (Efec-Fc): Esta medida está relacionada con la corrección de las respuestas dadas al cuestionario del experimento y representa la habilidad de comprender correctamente el proceso que da soporte al sistema seleccionado. Se calcula de la siguiente manera:  $(\text{Número de respuestas correctas} - \text{Número de preguntas respondidas}) / \text{Número de preguntas}$ . Cada pregunta respondida puede tener 3 valores de respuesta: 1 si es correcta, 0,5 si es parcialmente correcta y 0 si es incorrecta. Se considera que mientras mayor sea su valor, mayor será la Efectividad de la Facilidad de comprensión.
- Eficiencia de la Facilidad de comprensión (Efic-Fc): Esta variable está relacionada con el tiempo y con la corrección y representa el Número de respuestas correctas por unidad de tiempo. Se calcula de la siguiente manera:  $(\text{Número de respuestas correctas} - \text{Número de preguntas respondidas}) / \text{tiempo}$ .

**Formulación de hipótesis.** Se formulan las siguientes hipótesis relacionadas con las dos medidas de las dos variables dependientes propuestas, Efec-Fc y Efic-Fc, respectivamente:

- $H_{1,0}$ : No existe una diferencia significativa en la Efectividad de los sujetos al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual, cuando usan sólo patrones de negocio (P), sólo descripción narrativa (N) o en conjunto, patrones de negocio más descripción narrativa (PN).  $H_{1,1}:\neg H_{1,0}$ .
- $H_{2,0}$ : No existe una diferencia significativa en la Eficiencia de los sujetos al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual, cuando usan sólo patrones de negocio (P), sólo descripción narrativa (N) o en conjunto, patrones de negocio más descripción narrativa (PN).  $H_{2,1}:\neg H_{2,0}$ .

**Diseño experimental.** Se seleccionó un diseño inter-sujetos equilibrado, es decir se asigna un solo tratamiento por sujeto y cada tratamiento se asigna al mismo número de sujetos. Se intentaron mitigar ciertas amenazas inherentes al diseño inter-sujetos. Por ejemplo, para mitigar el efecto de la experiencia, se asignaron aleatoriamente los sujetos a cada tratamiento distribuyendo en grupos balanceados de sujetos con el mismo nivel de conocimiento. De esta manera, como se mencionó anteriormente, se conformaron tres grupos: GP, GN y GPN. Para asegurar la validez de los resultados correspondientes a un experimento controlado, se llevaron a cabo también otras acciones para paliar las posibles amenazas según las recomendaciones propuestas en (Wohlin et al., 2012 - Neto y Conte, 2013). Para este experimento se adoptaron acciones agrupadas en cuatro tipos de validez: interna, externa, de constructo y de las conclusiones.

**Ejecución del experimento.** Dos semanas antes de la ejecución del experimento, con el fin de revisar el material experimental y el tiempo necesario para realizar el experimento, se llevó a cabo una prueba piloto con tres docentes investigadores de la U.T.N. – F.R.C.

El experimento se ejecutó en una sesión de “Zoom” y los sujetos fueron supervisados por la coordinadora de la asignatura Gestión de mejora de procesos y por el autor del diseño del experimento. Se realizaron dos actividades en diferentes días.

El primer día, 8 de abril de 2021, se dictó un taller de formación del uso de patrones para comprender procesos de negocio. La duración del taller fue de una hora y se brindó un ejemplo con una tarea similar a la del experimento. Al finalizar el taller, los sujetos completaron un breve pre-cuestionario para evaluar sus conocimientos y conformar de esta manera grupos homogéneos para el experimento. Para completar este último contaron con quince minutos adicionales. En síntesis, la actividad tuvo una hora quince minutos de duración en total. Adicionalmente, se obtuvo la nota final de la asignatura Análisis de sistemas, de segundo año, de cada estudiante que completó el pre-cuestionario. Se confeccionó la tabla de orden de mérito, promediando la mencionada nota final con la calificación del pre-cuestionario, asignando a cada sujeto un

grupo del cuestionario del experimento. Es decir, el primer sujeto se asignó al grupo GP, el segundo al grupo GN, el tercero al grupo GPN, el cuarto al grupo GP y así sucesivamente, para obtener grupos balanceados.

El segundo día, 22 de abril de 2021, se ejecutó el experimento propiamente dicho. Ingresaron los sujetos a la sesión de “Zoom” y se explicó el procedimiento de la actividad. A partir de ese momento no se permitió la comunicación entre los sujetos y se les informó que cualquier duda debe resolverse con el autor del experimento, que para ellos cumple el rol de docente de esa actividad áulica. Los sujetos se dividieron en tres grupos balanceados, de 11 estudiantes cada uno, teniendo en cuenta los resultados del pre-cuestionario. A continuación, los sujetos accedieron al material para realizar la actividad del experimento que se encontraba en el sistema “Moodle” de aula virtual de la Facultad. El material de los sujetos del grupo GP se compuso de sólo patrones, el material del grupo GN fue sólo descripción narrativa y el material del grupo GPN consistió en patrones más descripción narrativa. A partir de que los sujetos accedieron al material se les pidió que completaran el cuestionario del experimento. Además, se midió el tiempo en forma automática por el sistema de aula virtual, desde que se dio acceso al material hasta que cada sujeto envió el cuestionario, para así obtener los valores de las dos variables dependientes: Efec-Fc y Efic-Fc. Se iniciaron las tareas de lectura y comprensión del modelo conceptual presentado, del rellenado del cuestionario y la medición de tiempos. Una vez completada esta tarea, se dio acceso a los sujetos el cuestionario post-experimento correspondiente al grupo al que pertenecían. Para la realización de todas estas tareas se dispuso de un máximo de dos horas. Los estudiantes que en ese plazo no enviaron el cuestionario del experimento, se les registró el cuestionario con las preguntas que hayan completado y se le dio acceso al cuestionario post-experimento. Para completar este último contaron con quince minutos adicionales. En síntesis, la actividad tuvo dos horas quince minutos de duración en total.

Para evitar posibles sesgos no se develó el carácter experimental de la actividad, aunque se les dijo a los sujetos que esta actividad de formación es una experiencia piloto sobre una metodología emergente de modelado conceptual de sistemas de información. Además, se les comunicó que el resultado de las tareas era confidencial, que no iban a ser evaluados por su rendimiento en el cuestionario de la actividad, y que tareas similares se incluirían en la evaluación de la asignatura. También se les informó que iba a estar disponible, bajo petición a los autores, el informe donde se documenten los resultados de esta actividad.

Después de la ejecución del experimento, se recolectaron todos los datos en una tabla diseñada para tal fin, en el que se le otorga a cada respuesta un punto si es correcta, 0,5 punto si es parcialmente correcta y cero si es incorrecta. Se buscaron valores atípicos y se observó si todos los sujetos respondieron todas las preguntas en el tiempo asignado.

## Resultados

En primer lugar, se realizó un estudio de los estadísticos descriptivos correspondientes a las medidas de las variables dependientes (Efec-Fc y Efic-Fc) para describir y resumir los valores de éstas: media, mediana y desviación estándar. Analizando el contenido de la Tabla 1, se puede observar que las medias son mejores cuando los sujetos usan patrones (P) respecto de los otros tipos de descripción: cuando se usan patrones de negocio más descripción narrativa en conjunto (PN) o sólo descripción narrativa (N). Aunque las diferencias son menores en las medidas de la variable Efic-Fc respecto las medidas de la variable Efec-Fc, en síntesis, con el uso de patrones se obtienen mejores valores en cuanto Efectividad, y también con diferencias leves en Eficiencia, al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual.

Tipo de descripción	N	Efec-Fc			Efic-Fc		
		X	Mediana	DS	X	Mediana	DS
<b>P</b>	11	<b>0,8045</b>	<b>0,8500</b>	<b>0,1214</b>	<b>0,0262</b>	<b>0,0253</b>	<b>0,0114</b>
<b>PN</b>	11	0,7409	0,7500	0,1044	0,0206	0,0203	0,0048
<b>N</b>	11	0,6136	0,7500	0,2335	0,0180	0,0182	0,0089

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de Efec-Fc y Efic-Fc

Luego se analizó la normalidad y homogeneidad de varianzas. Se realizaron las pruebas de Kolmogorov para determinar la normalidad de las variables dependientes (Medina et al., 2022a). Al usar Kolmogorov para las variables Efec-Fc y Efic-Fc, al ser el p-valor menor a 0,05 se rechaza la  $H_0$ , hipótesis nula, que establece la normalidad de la distribución de ambas. Esto indica que estas variables no tendrían distribución normal.

A continuación, se procedió a analizar la homogeneidad de varianzas con la prueba F para igualdad de varianzas (Medina et al., 2022a). Se observó para las variables Efec-Fc y Efic-Fc que, al existir algún p-valor menor a 0,05, se rechaza la  $H_0$  que establece la homogeneidad entre varianzas. Como ambas variables dependientes (Efec-Fc y Efic-Fc) no presentan una aproximación a la distribución normal y no hay homogeneidad de varianzas, se decidió utilizar el test no paramétrico Kruskal-Wallis para probar las hipótesis.

Se ejecutó la prueba de tipo no paramétrica Kruskal-Wallis. En el análisis se observó para la variable Efec-Fc que, al ser el p-valor igual a 0,0497 (Medina et al., 2022a), o sea menor a 0,05, se puede rechazar la  $H_{1,0}$  que establece que no existe una diferencia significativa en la Efectividad de los sujetos al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual al usar los distintos tipos de descripción: cuando se usan sólo patrones de negocio (P), sólo descripción narrativa (N) o patrones de negocio más descripción narrativa en conjunto (PN). De acuerdo con el análisis descriptivo, sería mejor el que presenta la media más alta. En orden descendente: P es más efectivo que PN, y PN es más efectivo que N como se puede observar en la Tabla 1.

Finalmente, se ejecutó la prueba de tipo no paramétrica Kruskal-Wallis para corroborar la hipótesis  $H_{2,0}$  correspondiente a la variable Efic-Fc (Medina et al., 2022a). Como el p-valor es mayor a 0,05 (0,3862) no se puede rechazar dicha hipótesis nula. Es decir que no existen diferencias en la Eficiencia al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual indistintamente si se usan patrones de negocio o descripción narrativa.

**Cuestionario post-experimento.** El análisis de las respuestas recogidas en el cuestionario post-experimento revelan que la mayoría de los sujetos consideraron a las preguntas del experimento de dificultad media. Los sujetos estuvieron en su mayoría de acuerdo en la claridad de las preguntas y percibieron que fue suficiente o más del necesario la adecuación del tiempo para realizar la actividad. La mayoría de los sujetos estuvieron de acuerdo y muy de acuerdo con respecto a la adecuación del taller de formación dictado previamente al experimento. En cuanto a la facilidad para interpretar patrones, la mayor cantidad de sujetos opinaron que fue neutral y muy de acuerdo como se aprecia en la Figura 1. Estas percepciones recogidas de los sujetos mostraron mejores resultados en cuanto a la facilidad de comprensión al utilizar patrones (Medina et al., 2022a).



Figura 1: Facilidad para interpretar los patrones

## Conclusiones

El propósito de la presente Tesis Doctoral es caracterizar patrones de buenas prácticas de e-Gob que se apliquen en el modelo conceptual de los sistemas de las organizaciones públicas, para que facilite su construcción con mayor nivel de calidad. La dimensión que se intenta optimizar es la de reusabilidad de implementaciones exitosas de sistemas de gobierno electrónico.

El experimento presentado en este artículo evaluó la facilidad de comprensión de modelos porque es una de las características de la reusabilidad. Los patrones de negocio que se aplican al modelado conceptual cumplen

la función de reutilizar el conocimiento y experiencia de sistemas anteriores. Se puede colegir que un modelo que es fácil de comprender tendrá más facilidad de ser reutilizado, y es necesario evaluar en primera instancia la facilidad de comprensión de un modelo usando patrones.

Es por ello, que se buscó obtener evidencias sobre la influencia que pueden tener sobre la Efectividad y Eficiencia en la comprensión del modelado conceptual, el uso de sólo patrones de negocio, sólo descripción narrativa o ambos simultáneamente.

Las evidencias del experimento indican que el uso de patrones impacta de forma visible en la efectividad de la comprensión, que está relacionada con la correctitud de la descripción del modelo conceptual. Pero no lo hace en igual medida con respecto a la eficiencia, que implica la correctitud más la relación con el tiempo en que se realiza la tarea de comprensión. Se corroboran estas conclusiones con los resultados del cuestionario post-experimento donde los sujetos, en su mayoría, estuvieron de acuerdo en la facilidad de interpretación de los patrones.

Por todo lo expresado, los resultados obtenidos llevan a recomendar, con cierta precaución, que es conveniente el uso de patrones de negocio en el modelo conceptual de un sistema de gobierno electrónico para facilitar su comprensión y, en consecuencia, su potencial de ser reutilizado. Estos resultados son válidos en el contexto de ingenieros de software principiantes y sistemas de gobierno electrónico. Para corroborar la validez de los resultados obtenidos, se realizarán réplicas en un futuro cercano. Se prevé la defensa de la Tesis Doctoral en el primer semestre del año 2023.

## Referencias

- Eriksson, H.E. y Penker, M. (2000). *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. OMG Press.
- Genero, M., Cruz-Lemus J.A. y Piattini, M.G. (2014). *Métodos de Investigación en Ingeniería del software*. Ed. Ra-ma.
- Marciszack, M.M., Moreno, J.C., Sánchez, C.E., Medina, O.C., Delgado, A.F., Castro, C.S. (2018). *Patrones en la construcción del Modelo Conceptual para sistemas de información*. Editorial edUTecNe, U.T.N.
- Medina, O.C., Genero, M., Marciszack, M.M., Bratti, A., Strub, A. (2022). Apéndice con material complementario del presente artículo. Accedido el 19/08/2022 desde <http://www.cids.frc.utn.edu.ar/UsosPatrones>.
- Medina, O.C., Marciszack, M.M., Groppo, M.A. (2018). Proposal for the patterns definition based on good practices for the electronic government systems development. Publicado en actas de CISTI 2018 – 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies.
- Medina, O.C., Pérez Cota, M., Damiano, L.E., Della Mea, K., Marciszack, M.M. (2022). Systematic Mapping of Literature on Applicable Patterns in Conceptual Modelling of Information Systems. *New Perspectives in Software Engineering*, págs. 41-54, Editorial Springer.
- Medina, O.C., Pérez Cota, M., Meloni, B., Marciszack, M.M. (2021). Business Patterns Catalogue and selection proposal for the Conceptual Model of a software product. *International Journal of Universal Computer Science (J.UCS)* 27(2), págs. 135-151, Editorial J.UCS Consortium.
- Neto, A.A. y Conte, T. (2013). A conceptual model to address threats to validity in controlled experiments. Publicado en actas de 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE).
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. 9a Edición en español, Pearson.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M., Regnell, B. (2012). *Experimentation in Software Engineering*. Ed. Springer.