

# Definición de patrones a partir de Buenas Prácticas para el desarrollo de sistemas de Gobierno Electrónico

Oscar Medina

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba, Cruz Roja Argentina  
y Maestro López s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina

omedina@frc.utn.edu.ar

**Resumen.** *La tesis doctoral que se expone tiene por finalidad elaborar un modelo de análisis para definir patrones de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico. Estos patrones se pueden aplicar en el Modelo Conceptual de los sistemas del sector público para facilitar su construcción con mayor nivel de calidad. La reusabilidad de los sistemas es la dimensión de calidad de software que se intenta optimizar con esta propuesta. Se obtuvieron como resultados de la investigación: un conjunto de tipos de patrones que permiten definir Buenas Prácticas de e-Gob, un modelo de análisis para aplicación de dichos patrones, y un método de catalogado y selección de patrones para incorporar un nuevo software público en la fase de modelado.*

## 1. Introducción

Gobierno Electrónico es la aplicación de las TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) en los procesos de Gobierno. Se considera a las TICs un “*elemento dominante para mejorar factores urbanos como la calidad de vida, la operación urbana y los servicios, y su oferta económica, social y ambiental*” [Estrada et al. 2018]. También llamado e-Gobierno, o e-Gob (el prefijo “e” significa electrónico), abarca a los sistemas de información que dan soporte a los procesos de la Administración Pública.

Asociados a estos procesos se encuentran las Buenas Prácticas de Gobernanza. Se entiende por Buenas Prácticas de Gobernanza a “*todas las iniciativas y experiencias que contribuyen a mejorar la efectividad de las actuaciones gubernamentales y que inciden positivamente en las condiciones de vida de los vecinos, logrando un impacto tangible en las comunidades*” [Varela Rey 2016]. Las Buenas Prácticas de Gobernanza se utilizan como referencia en la construcción del software público [CLAD 2015].

En pos de describir en forma estandarizada mejores prácticas, desde el enfoque de la Ingeniería de Software, los patrones se destacan como herramienta de reusabilidad. Un patrón es una descripción de una solución común a un problema recurrente que puede ser aplicado a un contexto específico. Los patrones ayudan a aprovechar la experiencia colectiva de software especializado, donde los ingenieros representan la experiencia existente y probada en el desarrollo de sistemas.

Las mencionadas Buenas Prácticas de e-Gob pueden ser descritas empleando patrones en la actividad de Modelado Conceptual del software público. La propuesta consiste en 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 de Argentina.

En este artículo se desarrollan los principales componentes de la investigación y los resultados obtenidos hasta el momento.

## **2. Objetivos de la investigación**

Basado en el marco conceptual, la investigación se propone dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- a) ¿Qué son Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico?
- b) Las Buenas Prácticas de e-Gobierno ¿tienen una metodología de elaboración universalmente instituida? ¿Cuáles son sus principales características?
- c) ¿Qué patrones se recomendarían como punto de partida para el desarrollo de sistemas de Gobierno Electrónico?
- d) ¿Cómo se pueden catalogar y seleccionar patrones de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico para que puedan aplicarse en el Modelado Conceptual de dichos sistemas?

Para lograrlo, esta tesis doctoral plantea los siguientes objetivos:

### **2.1. Objetivo general**

Definir patrones a partir de Buenas Prácticas que puedan incorporarse en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico de Argentina, en el marco de un modelo iberoamericano de software público.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el conjunto de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico más representativas en la actualidad y en un contexto iberoamericano.
- Identificar los tipos de patrones de software existentes que permitan definir Buenas Prácticas de e-Gobierno y describir sus características básicas.
- Describir un método que permita definir patrones de Buenas Prácticas de e-Gobierno.
- Proponer un método de selección y aplicación de patrones de Buenas Prácticas en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico.
- Evaluar la aplicación de estos patrones de Buenas Prácticas en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico.

## **3. Marco conceptual**

Para Alexander [Alexander 1979], patrón es una *“solución generalizada que puede ser implementada y aplicada en una situación problemática y de ese modo a eliminar uno o más de los problemas inherentes con el fin de satisfacer uno o más objetivos”*. Fue este arquitecto quien propuso el término patrón en su libro *“The Timeless Way of Building”* en el año 1979.

Luego, en 1994 Gamma, Helm, Johnson, y Vissides, publican la obra más importante sobre patrones aplicados al diseño de software: *“Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software”* [Gamma et al. 1994], acorde al paradigma de la

programación orientada a objetos. A partir de esta publicación se incorporaron patrones a las distintas fases del desarrollo de software creando tipos específicos para cada una de ellas. El empleo de patrones en el inicio de la construcción de un sistema, en las actividades de análisis de requisitos y modelado, aporta una serie de beneficios significativos que fueron observados en los primeros casos de estudio.

Una fase de análisis de requisitos bien realizada es muy importante para permitir el desarrollo de sistemas de alta calidad y su principal resultado es la ERS (Especificación de Requisitos de Software). La ERS supone una especie de contrato entre usuario y diseñadores del software, en el que unos indican sus necesidades, mientras que los otros proponen soluciones para implementar lo que se indica en el documento [Sommerville 2011]. La ERS es el núcleo del Modelo Conceptual de un sistema de información, que tiene como finalidad identificar y explicar los conceptos significativos en un dominio de problema, elicitando los atributos y las asociaciones existentes entre ellos.

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. A partir del Modelado de Negocio es factible una derivación de la arquitectura de software que les da soporte en el marco de la metodología MDD (Model Driven Development), en español Diseño Dirigido por Modelos. El MDD utiliza modelos diagramáticos que se van transformando en las distintas etapas de construcción de un sistema.

Por lo expuesto, el uso de patrones en el Modelado Conceptual de sistemas aportaría una serie de ventajas y sería posible incorporar patrones en esta actividad para formalizar la definición inicial de un nuevo sistema.

Además, las Buenas Prácticas de e-Gob podrían ser descritas empleando patrones en la actividad de Modelado Conceptual del software público y utilizando un modelo de análisis adecuado. El problema que intenta resolver esta investigación es la falta de reusabilidad de soluciones en la construcción de un nuevo sistema del mismo dominio de problema de Gobierno Electrónico. El uso de patrones en el Modelo Conceptual permitiría optimizar la reusabilidad que es además una de las dimensiones de la calidad de software.

Para comprobar dicha afirmación, el presente trabajo debe contemplar un experimento que permita analizar si el uso de patrones mejora la reusabilidad de soluciones en el Modelo Conceptual de un sistema de Gobierno Electrónico, y que esta mejora sea posible de medir en términos de efectividad y eficiencia.

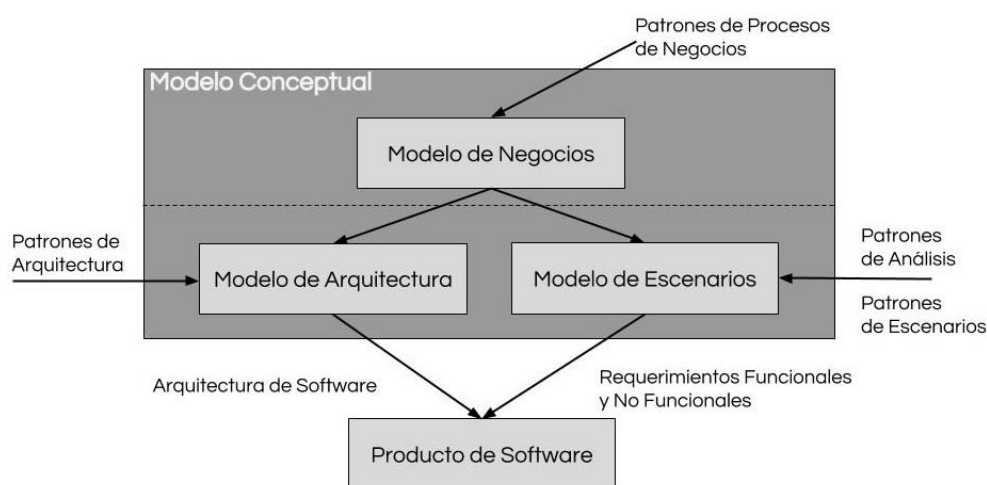
#### **4. Metodología de trabajo**

El diseño metodológico de esta tesis tiene un enfoque cualitativo con estudios exploratorios de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y de patrones dentro del marco teórico de la Ingeniería de Software. Se adopta un enfoque basado en procesos de negocios para el desarrollo de sistemas, en el que los procesos de negocios de la organización se modelan antes del desarrollo del sistema para respaldar la fase de análisis de requisitos.

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de los patrones de Buenas Prácticas de e-Gob que pueden aplicarse en el Modelo Conceptual de software público de

Argentina. Se confeccionó un mapeo sistemático de la literatura y un trabajo de aproximación descriptiva con la revisión de distintos documentos científicos de bibliotecas digitales virtuales reconocidas a nivel académico. Se realizó una búsqueda exhaustiva de los conceptos esenciales de las Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y de las distintas estructuras y clasificación de patrones.

Se evaluaron las características básicas de las Buenas Prácticas gubernamentales identificadas. Con ellas, se formalizó una heurística de asociación a cada problemática de Gobierno Electrónico. Se definieron conceptos esenciales y aspectos relacionados a la construcción de patrones que se emplean en el desarrollo de software, sobre todo en la etapa de elicitación de requerimientos, en la actividad de creación del Modelo Conceptual. Se seleccionaron los tipos de patrones que permitan definir Buenas Prácticas de e-Gob (ver Figura 1).



**Figura 1. Patrones que permiten definir Buenas Prácticas de e-Gob en el Modelo Conceptual**

Se indagó la viabilidad de uso de estos patrones para el modelado de sistemas de Gobierno Electrónico y para verificar si la gestión de patrones contempla, y resuelve, los déficits de reusabilidad identificados en el Modelado Conceptual de software público que no estuvo basado en Buenas Prácticas. Se desarrollaron distintos prototipos de sistemas públicos incorporando los patrones de Buenas Prácticas de e-Gob en la cantidad que sea necesaria para garantizar el resultado de la evaluación. Para la cual, se realizó una triangulación cualitativa al converger dos enfoques de la Ingeniería de Software, patrones y el Modelado Conceptual de sistemas de información.

Se llevó a cabo un experimento para analizar 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 Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba. Todo el material utilizado en el experimento se encuentra disponible en el sitio web del Centro de Investigación [CIDS 2022].

Se elaboraron trabajos que fueron expuestos a consideración de la comunidad y publicados en revistas científicas y actas de congresos académicos, tanto a nivel nacional como internacional.

## 5. Resultados obtenidos

Durante el desarrollo de la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

- Un conjunto de tipos de patrones que permiten definir Buenas Prácticas de e-Gob,
- Un modelo de análisis para aplicación de patrones de Buenas Prácticas en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico,
- Un método de selección, catalogado e incorporación de estos patrones a un nuevo software público en la actividad de Modelado Conceptual.
- Una evaluación experimental para indagar si el uso de patrones de negocio mejora la comprensión del Modelo Conceptual de un sistema de Gobierno Electrónico.

A continuación, se brindan más detalles de cada uno de estos resultados.

### 5.1. Patrones que permiten definir Buenas Prácticas de e-Gob

Del análisis del marco conceptual de los temas Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y patrones, se pudo colegir que los tipos de patrones que permiten definir Buenas Prácticas de e-Gob en el Modelado Conceptual del software público son los siguientes: patrones de procesos de negocios, patrones de análisis, patrones de escenario y patrones de arquitectura. Las capas del Modelo Conceptual en las que aplican cada uno de estos tipos de patrones se puede apreciar gráficamente en la Figura 1.

Los patrones de procesos de negocios poseen el mayor nivel de abstracción permitiendo trabajar con el modelado del negocio, posibilitando describir los recursos del modelo, organizaciones, objetivos, procesos y normas de la empresa [Eriksson y Penker 2000]. Los patrones de análisis y patrones de escenarios aplican sobre la capa de requerimientos funcionales y no funcionales del modelado. Los patrones de análisis son grupos de conceptos que representan en conjunto un modelo de negocios relevante dentro de un dominio de aplicación y los patrones de escenarios son “*descripciones narrativas de las interacciones entre los usuarios y los sistemas propuestos*” [Potts 1995]. En cambio, los patrones de arquitectura forman parte de la arquitectura lógica de un sistema, lo que hace necesaria su definición en la fase de construcción, pero es factible y conveniente su inclusión en el Modelo Conceptual. Los patrones de arquitectura son un conjunto predefinido de subsistemas con sus responsabilidades y una serie de recomendaciones para organizar los distintos componentes [Buschmann et al. 1996].

### 5.2. Modelo de análisis para aplicación de patrones de Buenas Prácticas en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico.

El modelo de análisis que plantea este trabajo posibilita elaborar, clasificar, almacenar y seleccionar patrones de un conjunto acotado de patrones específicos de Gobierno Electrónico denominado catálogo.

En el dominio del Modelado Conceptual nos referimos específicamente a patrones de procesos de negocios, patrones de análisis, patrones de escenarios y patrones de arquitectura. La primera instancia entonces, es definir y catalogar un nuevo patrón a partir de una experiencia exitosa de implementación de un sistema del sector público, por ejemplo, un nuevo patrón de procesos de negocios. De este tipo de patrones, los que adquieren mayor representatividad son los patrones de problema - objetivo ya que explicitan el problema que dio origen a la necesidad del desarrollo del sistema. Al catalogar un patrón de problema – objetivo, se almacena además para el mismo proceso

de negocio los otros patrones que complementan la descripción funcional: los patrones de procesos y los patrones de recursos y reglas. En cuanto a otros subtipos de patrones de procesos de negocios se pone a consideración una innovación con un gráfico unificado que permite una ágil visualización de los patrones de modelado de procesos: estructura básica de proceso, proceso de interacción, proceso de suministro en capas y flujo de acción de trabajo [Marciszack et al. 2018]. Además de la información de la “*Plantilla de Patrones de Negocios*” definida por Eriksson y Penker [Eriksson y Penker 2000], se le agregan palabras claves que tiene una valorización o peso de relevancia acorde a la capacidad del patrón para resolver los problemas del proceso de negocio para el cual fue implementado. Este componente es necesario para desarrollar un tesoro estandarizado y específico para el catálogo y que explore con mayor eficiencia las funcionalidades de la minería de texto al analizar la descripción inicial de un problema en la búsqueda.

Por tal motivo, elegir un patrón es otra de las tareas críticas que debe resolver toda actividad de modelado que use patrones. Para esta segunda instancia se pone a consideración un método que es desarrollado en la sección 5.3.

Por último, una vez seleccionado el patrón, o conjunto de patrones, más adecuados se incorpora a cada una de las capas del Modelado Conceptual como línea base del documento de ERS.

### **5.3. Método de catalogado y selección de patrones para incorporar en el Modelado Conceptual de un software público**

Definir un nuevo patrón, y elegir uno preexistente de un conjunto acotado denominado catálogo, son actividades fundamentales que debe resolver todo modelo de análisis que use patrones.

Para validar de forma experimental el modelo de análisis de esta investigación, se elaboró una propuesta para catalogar y seleccionar patrones de procesos de negocios para el Modelado Conceptual de sistemas, y se implementa con un prototipo denominado “*PatCat*”, Pattern Catalogue. Esta aplicación web propia, en su versión inicial, permite la gestión de un catálogo de patrones de procesos de negocios aplicados en casos reales de e-Gob para que facilite su construcción simplificando y brindando mayor claridad en la fase de modelado. Este método, parte del análisis del lenguaje natural en la descripción del problema por parte del diseñador. Para lo cual se utiliza en este prototipo, la búsqueda de palabras claves identificadas en dicha descripción. El primer paso consiste en encontrar un patrón de problema - objetivo del sistema que se está modelando y que tengan asociadas las palabras claves, ya que en este tipo de patrón se describen los problemas que resuelve el proceso. Luego se obtienen los patrones de modelado de procesos en un gráfico unificado, planteado en [Marciszack et al. 2018], que desarrolla el modo en que se relacionan todos los procesos intervinientes y cómo intercambian recursos entre ellos. La especificación del proceso principal de este patrón puede tener otros tipos de patrones asociados, como por ejemplo patrones de análisis y patrones de escenarios, que complementan la especificación funcional de requisitos de software.

### **5.4. Evaluación experimental sobre el uso de patrones de negocio en el Modelado Conceptual de un sistema de Gobierno Electrónico**

Se llevó a cabo un experimento con el objetivo de evaluar si el uso de patrones de negocio mejora la comprensión del modelo conceptual de un sistema de gobierno electrónico. El

experimento se realizó en un entorno académico con estudiantes del tercer curso de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba de Argentina en el mes de abril de 2021.

Se analizó 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.

## **6. Conclusiones y trabajos futuros**

Del actual desarrollo de la tesis doctoral, se obtuvo en primer lugar, una propuesta de Modelado Conceptual para sistemas de Gobierno Electrónico con un prototipo de catálogo de Buenas Prácticas de patrones e-Gob. También se elaboró un modelo de análisis, asociado al catálogo, y una estrategia que facilita la reusabilidad asegurando la calidad del software desde etapas tempranas mediante el uso de patrones. A su vez, se facilita la utilización de Buenas Prácticas de gobernanza y un desempeño más eficiente de soluciones que contemplan de forma clara y completa, posibles requisitos necesarios para etapas posteriores del ciclo de desarrollo de sistemas de información gubernamentales.

En los casos de estudio, realizados en sistemas de organizaciones públicas locales, se observó que la aplicación de patrones permitió esclarecer la elicitación de requerimientos, plantear problemáticas, encontrar soluciones y similitudes entre los escenarios para simplificar el modelado. Facilita anticipar algunas de las situaciones problema-solución en el circuito del proceso y gestionarlas en el mismo lenguaje del usuario del sistema. La representación de patrones a través de gráficos permite tener una mejor visión del negocio. Posibilita identificar fácilmente el proceso y sus actividades, y validar la reutilización del patrón. Además, conduce a emplear un vocabulario preciso y común entre el responsable de un proceso y su analista, para eliminar ambigüedades y refinar requisitos.

Con respecto a los resultados del experimento, se comprobó que existen diferencias significativas en la efectividad de los sujetos al realizar tareas de comprensión de modelado conceptual, cuando se utilizan patrones de negocio. En cambio, no hay diferencias relevantes en la eficiencia al utilizar, o no, patrones. Los resultados obtenidos indican recomendar, con cierta precaución, que es conveniente el uso de patrones de negocio en el Modelo Conceptual de un sistema de información para facilitar su comprensión.

Desde el punto de vista educativo, se sugiere promover el uso de patrones en la actividad de modelado de los sistemas. Además, las consultoras de software y las universidades tendrán la posibilidad de acceder a los resultados de esta investigación, lo que coadyuvaría a mejores servicios en las diversas organizaciones públicas de la región al contar con patrones y Buenas Prácticas de e-Gobierno contribuyendo también a una mejora en el desarrollo productivo del software local.

Estas recomendaciones son válidas 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 presente tesis doctoral en el primer semestre del año 2023.

## **Agradecimientos**

La tesis doctoral presentada en este artículo se desarrolla bajo la dirección del Prof. Dr. Mario Groppo, codirección del Prof. Dr. Marcelo Marciszack y en el contexto del proyecto de U.T.N. – F.R.C. (CIDS, Argentina, SITCBCO0008152TC).

## **Referencias**

- Alexander, C. (1979) “The Timeless Way of Building”, Ed. Oxford University Press.
- Buschmann, F., Sommerlad, P., Stal, M., Meunier, R., Rohnert, H. (1996) “Pattern-Oriented Software Architecture. A System of Patterns”, Ed. Wiley.
- CIDS, Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Infomarción de U.T.N. – F.R.C. Experimento para evaluar el uso de patrones de negocio para facilitar la comprensión del modelo conceptual de un sistema de gobierno electrónico. Accedido el 31/05/2022 desde <http://www.cids.frc.utn.edu.ar/UsosPatrones>.
- CLAD, Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (2015) “Cartas Iberoamericanas del CLAD”, Ed. Secretaría de la Función Pública de la República del Paraguay.
- Eriksson, H.-E. y Penker, M. (2000) “Business Modeling with UML: Business Patterns at Work”, Ed. OMG Press.
- Estrada, E., Maciel, R., Peña Pérez Negrón, A., López Lara, G., Larios, V., Ochoa, A. (2018) “Framework for the Analysis of Smart Cities Models”, Trends and Applications in Software Engineering. Proceedings of the 7th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS 2018), 261–269, Ed. Springer.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vissides, J. (1994) “Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software”, Ed. Addison-Wesley.
- 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” Ed. edUTecNe, U.T.N.
- Potts, C. (1995) “Using Schematic Scenarios to Understand User Needs”, 1st Conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, & techniques (DIS’95), 247-256, Ed. ACM.
- Sommerville, I. (2011) “Ingeniería de Software”, 9a Edición en español, Ed. Pearson.
- Varela Rey, A. (2016) “Beneficios del intercambio de buenas prácticas municipales”, INNOTEC Gestión, 7, 55-59, Ed. Laboratorio Tecnológico del Uruguay.