

SIE, Simposio de Informática en el Estado

## Implementación y Maduración de un Data Warehouse – Caso de Estudio de la Agencia de Recaudación Tributaria de Río Negro (ARTRN)

Sonia Alejandra Formia<sup>1</sup> y Elsa Estevez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Infomática Aplicada  
Universidad Nacional de Río Negro  
{sformia}@unrn.edu.ar

<sup>2</sup> Laboratorio de I+D en Ingeniería de Software y Sistemas de Información (UNS-CIC Prov.  
Buenos Aires)  
Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (UNS-CONICET)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
{ece}@cs.uns.edu.ar  
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina

**Resumen.** La Agencia de Recaudación Tributaria de la Provincia de Río Negro (ARTRN), como muchas otras organizaciones del estado, ha tenido históricamente necesidad de acceder a datos estadísticos y medidas de tendencia que permitan a sus autoridades tomar decisiones respecto a las políticas tributarias a llevar adelante. Desde la Gerencia de Tecnologías de la Información de la ARTRN se ha trabajado en este requerimiento obteniendo soluciones que aspiran a brindar cada vez mejores resultados para la toma de decisiones al mismo tiempo que minimizan la generación ad-hoc de reportes desde el área de sistemas. En la actualidad se dispone de un data warehouse de la Agencia producto de un proceso evolutivo en el manejo de la información. En este trabajo se presentan detalles técnicos de esta iniciativa y se discuten las lecciones aprendidas. La contribución del mismo es explicitar conocimiento y experiencias en esta área que sean de utilidad para otras instituciones públicas interesadas en la implementación de un data warehouse.

**Palabras clave.** Data Warehouse; Inteligencia Empresarial; Administración de Información; Información de Gestión; Soporte a la Toma de Decisiones

## 1 Introducción

Desde hace muchos años existe en los organismos del estado, y en particular en la ARTRN, la necesidad de contar con información que ayude a la toma de decisiones. Las autoridades requieren del área de sistemas informes totalizadores para poder calcular tendencias, prever acciones y fomentar cambios. Esos reportes, usualmente generados por programadores, se generan en base a consultas sobre las bases de datos de soporte a los sistemas operacionales, se ejecutan a pedido, y generan salidas estáticas que los funcionarios analizan.

Los sistemas operacionales han existido y seguirán existiendo para soportar transacciones. La mayoría del procesamiento transaccional operacional requiere ubicar y/o actualizar uno o unos pocos registros en una base de datos. Sin embargo, el procesamiento de información para el soporte de decisiones requiere un tipo de análisis más complejo. Por ejemplo, aún la consulta más simple de soporte de decisiones, tal como “¿Cuántas patentes de autos de lujo se cobraron en la provincia durante los últimos 5 años?”, requiere de operaciones diferentes a nivel de la base de datos, debe ubicar, leer y sumarizar un número potencialmente grande de registros.

Esta solución tiene al menos dos problemas, el de eficiencia en la generación de soluciones (requiere de programadores trabajando en reportes ad hoc según la necesidad informativa del momento) y el de eficiencia en la ejecución, dado que las bases de datos operacionales están optimizadas para el acceso transaccional.

El siguiente paso evolutivo hacia sistemas de apoyo a la toma de decisiones es el Data Warehousing (almacenes de datos). Estas técnicas se ubican en un contexto más amplio de herramientas de apoyo gerencial denominado Business Intelligence (Inteligencia Empresarial o de Negocios). La inteligencia de negocios (BI) puede definirse como el proceso que transforma los datos en información y genera a partir de la información conocimiento útil para el negocio. Un data warehouse (DW) crea la infraestructura para proveer inteligencia empresarial satisfactoria.

El presente trabajo describe las etapas por las que pasó la ARTRN en pos de la constitución de un ambiente de inteligencia empresarial, el estado actual del mismo y resume las lecciones aprendidas. El resto de este trabajo se estructura de la siguiente manera. La Sección 2 explica los trabajos preliminares. La Sección 3 presenta el trabajo de implementación realizado, mientras que la Sección 4 discute la experiencia y resume lecciones aprendidas. Finalmente. La Sección 5 concluye el trabajo.

## 2 Etapas Previas

La ARTRN posee desde el año 2005 un sistema operacional (SIAT: Sistema Integrado de Administración Tributaria) que almacena sus datos en una base de datos administrada con Oracle. Si bien existen otros sistemas operacionales, la gran mayoría

de los datos relevantes se mantienen a través de SIAT, y la gran mayoría de las solicitudes de información son sobre datos almacenados en esta base de datos.

## 2.1 La Necesidad de Información

El primer acercamiento a la información administrada por la Agencia se realiza a través de los reportes del propio SIAT. Dentro de las opciones del sistema, existen consultas individuales de datos, principalmente utilizadas por los usuarios operativos encargados de atender a los contribuyentes, y algunas consultas totalizadoras básicas solicitadas a los responsables del sistema durante las etapas de desarrollo e implementación, que se amplían con los nuevos requerimientos. Al poco tiempo de utilización del SIAT, estos reportes comienzan a ser insuficientes para la toma de decisiones y los usuarios gerenciales piden reportes específicos al área de desarrollo de la Gerencia de Tecnología de la Información. Esta nueva forma de obtener reportes, poco a poco deja de resolverse con opciones que se incorporan al SIAT y se empiezan a generar cantidades de consultas SQL directas sobre la base de datos que cada desarrollador mantiene y modifica según la demanda.

Esta forma de resolver el problema tiene varios inconvenientes. Los usuarios deben solicitar los reportes al área de sistemas y esperar que la consulta se desarrolle y ejecute, luego reciben los resultados y al analizarlos muchas veces detectan que necesitan información adicional, lo que genera un nuevo ciclo de pedido, desarrollo y ejecución para obtener el nuevo resultado. Por otro lado, la diversidad de consultas realizadas por diferentes personas, quizás con distintos criterios de interpretación de ciertas reglas del negocio lleva en algunos casos a reportes con resultados inconsistentes. En este escenario el usuario no se siente conforme con la eficacia en la generación de la información que necesita, y el área de sistemas insume muchos de sus recursos humanos y tecnológicos en responder a estas solicitudes día a día.

## 2.2 El Reconocimiento del Problema

Según el Modelo de Maduración de una empresa respecto al BI [1], la etapa descrita en el apartado anterior se denomina "*Prenatal*", es la de generación manual de reportes estáticos en respuesta a una consulta requerida por los analistas de negocio (aquellas personas de la organización que proveen de información a los decisores). Los reportes son creados por el personal de sistemas de manera artesanal, perdiendo mucho tiempo en la obtención, recodificación, verificación y mantenimiento de los mismos. La planillas generadas en esta etapa, son utilizadas por los analistas que comienzan a apropiarse de las mismas, relacionarlas y modificarlas.

El término "spreadmarts" hace referencia a las distintas planillas de cálculo y bases de datos personales que contienen datos re-categorizados y formateados de una organización. El gran problema de los spreadmarts es que terminan creando una visión fragmentada, conteniendo cada uno de ellos un conjunto distinto de datos, con

distintas nomenclaturas y, para peor, distintas reglas de negocio. A esta etapa se la denomina "Infancia", y ésta es la situación en la que se encuentra la Agencia en el momento de decidir incursionar en las nuevas tecnologías de BI con el objetivo de lograr una visión única de la organización.

### 2.3 Un Intento de "Saltar" Etapas

Fundamentado por lo explicado anteriormente, el problema queda planteado: es necesario recurrir a las nuevas herramientas de inteligencia empresarial para "contar con una solución que permita analizar, evaluar y generar información confiable y oportuna para la toma de decisiones apoyados en la eficaz identificación del comportamiento de los contribuyentes, para optimizar las funciones de la Agencia" (del documento Proyecto de Minería de Datos en la Provincia de Río Negro V21). Cuando se habla de inteligencia empresarial, una de las alternativas es la Minería de Datos (DM).

*"La minería de datos es un término relativamente moderno que integra numerosas técnicas de análisis de datos y extracción de modelos ... Es capaz de extraer patrones, de describir tendencias y regularidades, de predecir comportamientos y, en general, de sacar partido de la información computarizada que nos rodea hoy en día, generalmente heterogénea y en grandes cantidades ... permite a los individuos y a las organizaciones comprender y modelar de una manera más eficiente y precisa el contexto en que deben actuar y tomar decisiones." [2].*

La minería de datos es la etapa más conocida del proceso de KDD (extracción de conocimiento en bases de datos). El proceso de Extracción de Conocimiento a partir de Bases de Datos (KDD) es el proceso no trivial de identificar patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y en última instancia comprensibles a partir de los datos. Se trata de un proceso que, a diferencia de los sistemas tradicionales de explotación de datos basados en la existencia de hipótesis o modelos previos, busca el descubrimiento del conocimiento sin una hipótesis preconcebida. La aplicación de KDD es la apuesta de la Gerencia de Tecnología con la que se encara la solución al problema planteado.

Este proyecto se implementa con el trabajo conjunto del personal de la Gerencia de Tecnología de la Información de la Agencia y la empresa SAS, experta en BI. Como primer paso se realiza una prueba de concepto que consta del relevamiento del modelo de datos de la Agencia, la generación de una vista minable (datos de entrada a un proceso de minería de datos) y el desarrollo de un pequeño modelo de prueba. Se obtiene un interesante resultado respecto al modelo de datos de la Agencia, dado que la empresa corrobora la validez e integridad del mismo. Sin embargo, la generación de algún modelo de minería de datos que pueda servir como prototipo para demostrar el valor de las técnicas y así promover la continuación del proyecto no brinda los resultados esperados. Es una tarea trabajosa conseguir que el modelo, en poco tiempo de evolución, muestre resultados útiles y novedosos (el objetivo primario de un

modelo de DM). Se elige realizar una segmentación de contribuyentes, obteniendo 10 segmentos que son susceptibles de ser explicados en cuanto a las características similares de los contribuyentes que lo componen. Como ejemplo, se describen un par de los segmentos descubiertos:

- *Segmento INMOBILIARIO* - principalmente contribuyentes del impuesto inmobiliario. Un 40% tiene deuda en 1 impuesto (inmobiliario). El resto no tiene deuda. El 94% tiene hasta 2 impuestos (principalmente inmobiliario y automotor). El 60% de los contribuyentes siguen activos (tienen vencimientos recientes). La mayoría (75%) tienen menos de 1 año de obligaciones del impuesto automotor con sólo un 25% en deuda.
- *Segmento IBB Actividades No Clasificadas* - Son contribuyentes a Ingresos Brutos directos que realizan una actividad no clasificada aunque está entre las 20 más importantes.

Esta información es moderadamente novedosa y no basada en hipótesis previas, pero las autoridades de la Agencia necesitan resolver con eficacia preguntas mucho más simples que la segmentación provista, por ejemplo:

- ¿Cuál es el stock de deuda por impuesto?
- ¿Cómo evoluciona el recupero de deuda por pagos normales y por acciones de fiscalización (planes de pago, intimaciones, juicios, etc.)?
- ¿Qué actividades de Ingresos Brutos involucran el mayor monto de bases imponibles? ¿Y el mayor impuesto?

La diferencia entre los resultados que se pueden obtener con técnicas de KDD y las necesidades de los usuarios quedan así en clara evidencia.

### 3 La Implementación del Data Warehouse

La experiencia previa deja en claro que la necesidad actual de información de la Agencia no tiene que ver con lo novedoso y no conocido, sino más bien con consultas e hipótesis previas perfectamente enunciadas. La solución adecuada es una herramienta que ponga a disposición del usuario gerencial la información histórica y estadística que necesita.

Un data warehouse (DW) es un repositorio de datos que contiene los datos históricos de la organización, extraídos de sus bases de datos operacionales, archivos de trabajo y cualquier otra fuente de información importante para la toma de decisiones. Tiene una estructura y diseño especial que permite la explotación de la información directamente por los encargados de las decisiones, de manera fácil, eficiente, consistente y confiable, sin necesidad de intervención de programadores [3].

La información alojada en un DW permite monitorear las operaciones actuales y compararlas con las realizadas previamente. Facilita el aumento de productividad y la

identificación de nuevas oportunidades y reduce los costos y tiempos afectados a la gestión de información. Esto último significa que libera a las áreas de sistemas de la confección de complicados reportes ad-hoc destinados a los directivos, y evita las incongruencias que suelen darse cuando diferentes listados presentan la misma información con valores que difieren, ya sea por el momento en el que se ejecutaron, por las suposiciones hechas por el programador o por otro gran número de factores que entorpecen el tratamiento de la información para la toma de decisiones.

La etapa subsiguiente encarada por la Gerencia de Tecnologías de la Información es la construcción modular de un DW para la Agencia.

### 3.1 El problema de la Selección de la Herramienta

En 2012 se inicia el proyecto de desarrollo e implementación de un DW con personal de la Gerencia de Tecnologías de la Información. Se decide utilizar una metodología de desarrollo incremental, del tipo “bottom-up”, es decir, aquella en la que se pone más énfasis en los datos que en el negocio para decidir el punto de partida. Los motivos de la elección tienen que ver con la falta de experiencia en BI del equipo de trabajo, en contrapartida con el profundo conocimiento de los datos del sistema operacional. El objetivo es obtener una prueba de concepto que permita demostrar la utilidad de la solución elegida, para un sector muy específico de información, que permita un desarrollo rápido de un prototipo. Una de las áreas de información más auto-contenidas de la Agencia es la de los Planes de Facilidades de Pago, de manera que es elegido para el primer prototipo de data mart (pequeño data warehouse centrado en un área específica).

Cabe destacar en esta etapa los inconvenientes para decidir las herramientas tecnológicas con las que se va a trabajar, debido a la dificultad para hacer pruebas previas al avance en el diseño de la solución. En cuanto a herramientas de usuario, se opta por la suite Pentaho<sup>1</sup>, por su posicionamiento en el mercado y facilidad de uso. Respecto a las herramientas para el ETL (proceso de extracción, transformación y carga de datos al DW) se elige Oracle Warehouse Builder<sup>2</sup> (OWB), en concordancia con la tecnología de base de datos de la Agencia. El razonamiento es el siguiente: los datos a extraer y transformar residen en una base de datos Oracle, el DW se crea en una base de datos Oracle, parece una lógica deducción que la herramienta Oracle que realiza esa tarea es la indicada para el trabajo.

El prototipo se pone rápidamente en funcionamiento y cumple su objetivo de demostrar la utilidad de un DW para resolver las necesidades de información actuales. Las herramientas de usuario también demuestran ser las adecuadas para que los usuarios (analistas de negocios) comiencen a capacitarse en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

---

<sup>1</sup> <http://www.pentaho.com>

<sup>2</sup> <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/warehouse>

El equipo de trabajo capacita a un grupo reducido de usuarios en el uso de las herramientas, y de manera gradual, los primeros prototipos comienzan a utilizarse para la generación de reportes analíticos. Este "ejercicio" produce al menos dos resultados: por un lado se genera una retroalimentación muy fuerte entre los usuarios y los desarrolladores del DW, que influye notoriamente en las decisiones de diseño tomadas en el prototipo y para los próximos desarrollos. Además se genera la necesidad de nuevos data marts, a pedido de los usuarios. El área de BI comienza a ser la destinataria de los requerimientos de información, esta es la etapa evolutiva que se denomina "*Niñez*".

La aceptación de la solución y la facilidad de uso por parte de los usuarios comienza a generar un cambio en la visión de la solución de BI, se comienzan a eliminar los spreadmarts, y se empieza a generar nuevos Data Marts. En este punto se produce un incremento exponencial en el número de usuarios y áreas afectadas. Esta explosión se traduce en la creación de numerosos Data Marts que resuelven otras áreas de información (contribuyentes, recaudación, cuenta corriente, etc.). Los nuevos data marts, en particular el de "Cuenta Corriente" (donde se almacena información histórica de la cuenta corriente de todos los impuestos de todos los contribuyentes) exigen una mayor capacidad de almacenamiento por el volumen de datos que manejan, y una mayor capacidad de procesamiento en las herramientas de ETL. Es aquí donde se detecta que OWB tiene importantes falencias para el manejo de grandes volúmenes de datos, de hecho, el ETL generado por la herramienta para la carga del cubo (mínimo elemento de diseño multidimensional) de cuenta corriente no termina de ejecutar por falta de recursos en el equipo que la Agencia tiene destinado para el DW. En este punto, con las herramientas elegidas, se hace imposible responder a requerimientos que involucren un orden de los 30 millones de registros en un cubo.

La solución al problema de la herramienta de ETL viene de la mano de la suite de Pentaho que se está utilizando para las herramientas de usuario. Se realiza una prueba sobre el cubo de cuenta corriente con Data Integration de Pentaho, consiguiendo resultados satisfactorios. Durante el año 2013 se genera una migración de los ETL ya desarrollados en OWB a la nueva herramienta elegida: Pentaho Data Integration<sup>3</sup>.

### 3.2 Modelo y herramientas consolidados

En los últimos años, el conjunto de data marts que se fueron desarrollando comenzaron a integrarse y completarse formulando lo que hoy puede llamarse el "Data Warehouse" de la Agencia, que cuenta con información de las siguientes áreas:

- RECAUDACION - Incluye información histórica de recaudación discriminada por los distintos tributos (impuestos), formas de pago, entidades de cobro, planes, etc. (1 cubo y 1 metadata de reportes).

---

<sup>3</sup> <http://www.pentaho.com/product/data-integration>

- CUENTA CORRIENTE - Información detallada e histórica de la evolución de los pagos y la deuda de todos los impuestos para cada contribuyente (6 cubos y 3 metadatas de reportes).
- DECLARACIONES JURADAS - Información detallada de lo declarado históricamente por los contribuyentes de impuestos auto declarados de Ingresos Brutos (10 cubos y 3 metadatas de reportes).
- RETENCIONES Y PERCEPCIONES - Información detallada y cruce de datos de las retenciones y percepciones declaradas por los contribuyentes e informadas por los Agentes de Retención/Percepción (5 cubos y 1 metadata de reportes).
- DEUDA GESTIONADA - Información detallada de la evolución de la gestión de deuda, a través de mecanismos de Planes de Pago, Intimaciones o Gestión Judicial (4 cubos y 3 metadatas de reportes).
- MONITOREO USUARIOS/TRAMITES/MESA DE AYUDA - Información de gestión referida a atención a contribuyentes en las Delegaciones de la Agencia, Tipos de trámites realizados, efectividad de la mesa de ayuda interna y el Call Center (6 cubos y 4 metadatas de reportes).

La capacitación interna para potenciales usuarios del DW se multiplica, y de cada una de ellas surgen nuevos usuarios activos. En esta etapa comienza a mutar el tipo de usuarios del DW, agregándose a los típicos usuarios analíticos, un grupo mayor en número, que comienza a utilizar las ventajas de las herramientas de usuario (facilidad de uso, versatilidad, autonomía del usuario, velocidad de respuesta) para generar reportes de trabajo: listados de entidades que cumplen determinadas condiciones que se utilizan para generar o controlar acciones de control o fiscalización. Por ejemplo, listados de planes en condiciones de caducar, que permiten a las oficinas contactar a los contribuyentes para tratar de evitar la caducidad. Surgen nuevos requerimientos que involucran la creación de modelos de datos no existentes en SIAT, por ejemplo, se ve la posibilidad de cruzar la información de Agentes de Retención con la información de retenciones declaradas por los contribuyentes, esta información existe en SIAT de manera separada y se utiliza la versatilidad de las herramientas de ETL para generar cruces de datos que permitan un análisis integrado. Estos nuevos requerimientos provocan también que se amplíe el DW para facilitar consultas específicas, algunas veces mediante la utilización de una herramienta de Reporting provista por Pentaho: Interactive Reports. Esta herramienta permite generar metadata para cualquier tabla, cruce (join) de tablas, o vistas de la base de datos, y el usuario puede utilizar una herramienta semejante a la generadora de reportes analíticos para crear sus propios reportes interactivos sobre datos que se extraen directamente de la base de datos del DW o incluso de alguna base de datos operacional.

Como muestra de esta consolidación, en 2014 la ARTRN fue considerada por Pentaho como un caso de éxito [4].



### 3.3 La etapa de crecimiento, uso y maduración.

En el estado actual del proyecto, si bien la incorporación del DW permite nuevos y más complejos análisis, el potencial que la herramienta muestra a los usuarios para la explotación de los datos genera nuevos requerimientos cada vez más complejos.

Según el Modelo de Maduración [1] esta etapa es denominada "*Adolescencia*" y es aquí donde aparecen nuevos problemas, varios de los cuales se encuentran vigentes actualmente en la ARTRN:

- *Auto-Service*. La capacidad de análisis provista por el DW muchas veces genera malas prácticas en algunos usuarios, esto requiere de un acompañamiento mayor por parte del equipo de BI, que muchas veces es imposible de coordinar.
- *Volumen*. El volumen de cubos, metadata y reportes de usuario se va tornando inmanejable.
- *Flexibilidad*. El incremento en la complejidad de requerimientos requiere un análisis y modelado también más complejo.
- *Propiedad*. Algunas áreas tienden a manejar sus propias implementaciones y se puede retroceder en algún sentido a las islas de información de las primeras etapas del modelo.

Las soluciones que propone el modelo de maduración son:

- Análisis de uso y eliminación de lo inútil - la idea es generar reportes estándar parametrizables, y tratar de disminuir el auto servicio, analizar la necesidad real según el tipo de usuario. Este es un proceso que la Agencia aún no ha iniciado.
- Adoptar BI como un recurso crítico de toda la organización, reconocerlo como parte del negocio, no como un servicio más de IT. Lentamente el área de BI de la ARTRN comienza a ganar mayor visibilidad e importancia para la organización, pero todavía se la considera como un área no crítica.

A estos problemas se le puede agregar algunos más técnicos, que tienen que ver con la performance de algunas consultas específicas, que es el tema que en este momento está abordando el equipo de BI de la Agencia. Por otro lado, se ha trabajado fuertemente en la generación de un documento de "Buenas Prácticas" que compendia recomendaciones técnicas y analíticas, que se produce y mejora con la participación activa de algunos usuarios del DW y el equipo de BI.

## 4 Discusión

En los últimos cinco años la ARTRN recorrió un proceso de inmersión en la inteligencia empresarial. Se designó y capacitó un equipo de trabajo perteneciente a la

Gerencia de Tecnologías de la Información para encarar un proyecto de creación de un DW. Mediante la utilización de la metodología de implementación conocida como bottom up, se construyó un cubo prototipo con información histórica de los Planes de Facilidades de Pagos administrados por la Agencia. Se coordinó la capacitación a usuarios, potenciales analistas de datos, junto con la utilización del prototipo para la generación de información analítica, lo que dio lugar a una importante retroalimentación de las etapas de análisis y diseño y un crecimiento en la generación de cubos que fueron conformando diferentes “Data marts” temáticos. El aumento en la utilización por parte de los usuarios y las sucesivas capacitaciones a nuevos grupos de analistas fueron generando nuevas demandas que contribuyeron al crecimiento del modelo. Hoy en día la Agencia cuenta con un DW empresarial que es utilizado tanto como herramienta central de análisis de datos, como fuente de generación de Reportes avanzados.

El proceso de implantación de la tecnología de BI no fue un trayecto libre de obstáculos. Si se analiza el proyecto en su totalidad, se pueden encontrar una buena cantidad de decisiones que se traducen en retrasos en la obtención de resultados. La falta de experiencia en el modelado multidimensional hizo que las primeras iteraciones en el diseño tuvieran falencias que los usuarios detectaron rápidamente, pero también generó la necesaria retroalimentación entre usuarios y diseñadores, reforzando el trabajo conjunto, lo que provocó mejoras sustanciales en los modelos subsiguientes. La carencia de conocimiento respecto a herramientas de ETL generó un punto crítico en los inicios del proyecto, cuando se tuvo la necesidad de cambiar de herramienta, lo que obligó a migrar todos los procesos productivos. Como resultado, el equipo de BI ha adquirido una sólida experiencia en el manejo de las herramientas y en el modelado multidimensional. En la actualidad es posible encarar procesos de mejoras y ampliaciones del DW y se empieza a evaluar la utilización de nuevas herramientas de BI para extender la funcionalidad de la solución.

## **5 Conclusiones y Trabajos Futuros**

El presente trabajo es una breve descripción de un largo proceso que llevó a la ARTRN a implementar una solución de BI que resuelve algunas de sus necesidades de información para la toma de decisiones, pero que está aún lejos de transmitir una visión única e integrada de la Organización (objetivo primordial de un DW Empresarial). En el camino se han resuelto muchos inconvenientes y se ha estabilizado una herramienta que está dando sus frutos, y también poniendo en evidencia el camino que queda por transitar. El impacto de la solución, en particular la mejora en la calidad de la toma de decisiones y los posibles ahorros indirectos por la implementación de la solución son áreas de especial relevancia y de estudio a futuro.

En la actualidad, el foco está puesto en resolver los problemas de performance que aún quedan y así poder comenzar a pensar los procesos de BI como procesos críticos,

similares a los procesos transaccionales de la Agencia, esto permitirá ubicar la organización en la etapa evolutiva denominada "*Adulter*".

Una vez finalizada la consolidación de un DW Empresarial, se espera poder abordar las tecnologías de Data Mining, análisis de información no estructurada, etc. para brindar un servicio de BI mucho más completo, entrando así en la etapa de "*Sabiduría*", un agregado al modelo de maduración que apunta a la explotación del conocimiento por medio de las más recientes tecnologías.

## Referencias

1. Datalytics. Modelo de Maduración.  
<https://www.yumpu.com/es/document/view/24966346/datalytics-intelligence-consulting-ongei/26>
2. Hernández Orallo, J., Ramírez Quintana, M., and Ferri Ramírez, C.: Introducción a la Minería de Datos. Editorial Pearson. (2004).
3. Ralph Kimball. Margy Ross :The Datawarehouse Toolkit. Second Edition.
4. <http://www.pentaho.com/resources/case-studies>  
[http://www.pentaho.com/sites/default/files/uploads/resources/artn\\_-\\_english\\_1.pdf](http://www.pentaho.com/sites/default/files/uploads/resources/artn_-_english_1.pdf)