

Censos en línea en la Universidad de Buenos Aires. Un sistema dinámico que contribuye con la gestión en un contexto diverso y masivo

Gabriela Bucceri^{a,1}, Gonzalo López^{a,2}, Gustavo Hernán Schneider^{a,3}

^a Coordinación General de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
San Martín 640, 1 Piso, Capital Federal, Universidad de Buenos Aires

¹gbucceri@rec.uba.ar; ²glopez@rec.uba.ar; ³gschneider@rec.uba.ar

Resumen. La Universidad de Buenos Aires ha realizado desde mediados del siglo pasado la recopilación de información censal de su población a través de censos en el tradicional formato "papel". Debido a los avances tecnológicos y a la consolidación del uso de las TIC en la universidad, se planteó, a partir de 2010, la necesidad de cambiar la modalidad para la ejecución de los censos, requiriéndose contar con un sistema integrado para realizar la recolección de los datos en línea a través de Internet de más de 300.000 personas totalizando estudiantes, docentes y no docentes. Es entonces cuando se comenzó a delinear el proyecto que se presenta en este trabajo.

Se desarrolló e implementó un Sistema de Información Permanente que posibilitó la realización tanto de los censos para toda la comunidad de la UBA como así también la rematriculación de estudiantes y la revisión y actualización de datos de docentes y no docentes a través de una aplicación web. Realizando un aporte significativo a la gestión de la universidad, sentando un precedente importante para la universidad en la aplicación de TIC para la ejecución masiva de trámites y la recolección automática de datos a través de formularios dinámicos, en ambientes de alta concurrencia. Se presenta en este trabajo la organización del proyecto y aspectos funcionales y tecnológicos del diseño y del desarrollo del sistema. Se explica la experiencia en la implementación, cuáles fueron los principales retos debido a su alcance y envergadura, y las expectativas de la aplicación a futuro.

Palabras Clave: Censo en línea; Rematriculación; Cuestionario Censal; Censo Universitario; Sistema de Gestión; Sistema Dinámico.

1 Introducción

La Universidad de Buenos Aires (UBA), inaugurada el 12 de agosto de 1821, es la mayor universidad argentina. Para dar sólo algunos indicadores de su magnitud se pueden mencionar sus más de 350.000 alumnos de grado, 20.000 de posgrado, 30.000 docentes, 12.000 no docentes. También ayudan a comprender su amplitud las 13 Facultades donde se cursan las carreras de grado y posgrado, un Ciclo Básico Común para todas las carreras, 6 Hospitales, 3 Colegios de enseñanza media, una radio, un cine, una red de museos, un centro cultural, una obra social de salud, 4 campos, una residencia turística, etc.. Todos ellos se distribuyen en más de 60 edificios y diversos predios ubicados principalmente en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Gran

Buenos Aires, y unos pocos en distintas zonas del país alejadas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La Coordinación General de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CGTIC) se crea en septiembre de 2009, con rango equivalente a una Subsecretaría, en el ámbito de la Secretaría de Hacienda y Administración de la universidad.

Sobre la CGTIC descansa el compromiso de lograr que la informática sea una herramienta transformadora, que mejore los procesos, incremente la calidad de los servicios y sirva como un elemento adicional en el prestigio de la Institución. Esto excede el normal puesto de jefe operativo de sistemas, que se venía manejando en la Institución anteriormente, convirtiéndose en una posición superior que enfoca todo su esfuerzo en usar las tecnologías para lograr los objetivos organizacionales establecidos por las autoridades. Estos propósitos incluyen desde brindar un mejor servicio a docentes, investigadores, estudiantes, personal no docente y autoridades, hasta proponer herramientas tecnológicas que contribuyan a una mejor calidad de la educación, la investigación y la extensión, además de trabajar en la actualización tecnológica.

La CGTIC asume, entonces, la responsabilidad de la incorporación y administración de tecnologías de la información y las comunicaciones, debiendo proponer un salto cualitativo que incluya la tarea de trabajar junto a las áreas requirentes, en los objetivos y necesidades de la universidad en materia de TICs.

Entre los sistemas que se desarrollan e implementan desde la CGTIC, se pueden mencionar los de gestión académica, y de tecnología educativa, de investigación, de administración, legales, para la toma de decisiones y estadísticas, etc..

Como parte de la gestión de la universidad es necesario relevar datos de la población que la integra. Por la complejidad para contar con sistemas integrados y, la masividad y la diversidad de sus integrantes, se fueron realizando censos para la recolección de los datos y el procesamiento de los mismos. En este marco se ha desarrollado el Sistema de Información Permanente (SIP) para la realización de los Censos a partir de 2011. En este trabajo se abordará la experiencia de desarrollo e implementación de un sistema para la realización de los Censos de toda la comunidad UBA en forma totalmente on line es decir, a partir de un sitio web de acceso por Internet. Se presentarán aspectos funcionales, metodológicos y técnicos que se aplicaron para el desarrollo del sistema, como así también las características que destacaron la gestión del proyecto y los factores críticos que posibilitaron el logro de los objetivos.

1.1 Censos Anteriores

Desde mediados del siglo pasado en la UBA se realizaron procedimientos de relevamiento censal y rematriculaciones instrumentados en cuadernillos de papel que se completaban en forma manual y se almacenaban en cajas que luego eran trasladadas para la sistematización de datos y su posterior procesamiento. Eran realizados a través de la labor de censistas, lo que demandaba la organización específica del operativo en cada unidad académica, altos costos de papel, impresiones, útiles (sellos, bolígrafos, etc.), lugar físico para el almacenamiento de las cajas, logística de recolección de las cajas en cada unidad académica, traslados de las

mismas para su posterior carga de datos y los altos costos, tanto económicos como de tiempo, para la carga de datos propiamente dicha. Además significaba la afectación de gran cantidad de personal para este fin específico.

“En el año 2010 el Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires determinó por Res. (CS) N°: 1135/10¹ la puesta en funcionamiento del Sistema de Información Permanente (SIP), como respuesta a la necesidad de modernizar y contar con información actualizada sobre la matrícula real de la universidad, los cambios en los perfiles y en las trayectorias académicas de la población estudiantil”[1].² Es a partir de ello que se dispuso la realización del censo y de la rematriculación de estudiantes a través de un sistema disponible en Internet que permitiera la carga directa de los datos de toda la comunidad.

A partir de allí la CGTIC comenzó a trabajar con la Coordinación de Censos, dependiente de la Coordinación General de Planificación Estratégica e Institucional de la UBA, en la planificación e instrumentación del proyecto y en los lineamientos y requerimientos principales del sistema. Se integró un grupo de trabajo dedicado al proyecto compuesto por diferentes perfiles que interactuaron continuamente con los licenciados en sociología y el personal asignado por la Coordinación de Censos.

1.2 Objetivos del Proyecto y del Sistema

Se requería disponer de una aplicación para la ejecución de los Censos de más de 350.000 estudiantes, 28.000 docentes, y 12.000 no docentes, respondiendo a los cuestionarios censales de las diferentes poblaciones, como así también la realización de la Rematriculación de estudiantes y la Revisión y Actualización de Datos de docentes y no docentes. Se pretendía contar con una aplicación ágil, dinámica y performante que permitiera, en forma permanente e integrada, registrar, actualizar, procesar y consultar datos sobre estudiantes, docentes y no docentes de la Universidad de Buenos Aires. Para ello, era necesario que el sistema posibilitara la realización, a través de Internet y para toda la Universidad de Buenos Aires de:

- La Rematriculación (anual), el Censo (cada 4 años) y la Actualización de Datos (anual) para Estudiantes: incluiría a los estudiantes de la universidad que estén cursando carreras de grado, de posgrado o en establecimientos de enseñanza secundaria.
- El Censo (cada 4 años) y la Actualización de Datos (anual) de Docentes: incluiría tanto a Profesores como a Auxiliares de la Universidad de Buenos Aires, sean rentados o ad-honorem.
- El Censo (cada 4 años) y la Actualización de Datos (anual) de No Docentes: incluiría a todo el personal no-docente ya sea administrativo, de

¹ La Res. (CS) N°: 1135/10 instituyó la obligatoriedad del procedimiento para todos aquellos “...estudiantes de la Universidad de Buenos Aires inscriptos en los Establecimientos de Enseñanza Secundaria, el Ciclo Básico Común y en las Facultades en carreras de grado (de cualquier duración) y de posgrado (de especialización, maestría, y doctorados organizados de acuerdo con la reglamentación vigente).” También establece que “... la información será procesada estadísticamente resguardando la confidencialidad y según los requisitos establecidos por la Ley N° 25.326 de Protección de Datos Personales y la Ley N° 17.622 de Estadística Nacional.”

² [1] Informe de Resultados del Censo de Estudiantes 2011, Coordinación de Censos, Coordinación General de Planificación Estratégica e Institucional (UBA).

mantenimiento, producción y servicios generales; técnico-profesional y asistencial, pertenecientes a las plantas permanente y transitoria de la universidad.

Los tres Censos mencionados serían de carácter obligatorio y anónimo. Lo cual exigía un complejo diseño de la aplicación ya que una porción de los datos deberían ser nominados, como así también conocer quiénes lo había completado y quiénes no.

Para cada grupo se utilizaría un cuestionario diferente. Las preguntas serían cerradas y con respuestas de opción múltiple. Algunas preguntas serían condicionales según la respuesta cargada en otras preguntas. En todos los casos se deseaba contar con una aplicación que permitiera ejecutar distintas funcionalidades según el rol de los usuarios: estudiantes, usuarios clave, administradores, mesa de ayuda y autoridades.

Fue un requerimiento adicional y muy destacado que la información fuera almacenada y procesada estadísticamente resguardando la confidencialidad y según los requisitos establecidos por la Ley N° 25.326³ de Protección de Datos Personales y la Ley N° 17.622 de Estadística Nacional. Lo que se traducía, desde el punto de vista funcional en que las respuestas al cuestionario censal se almacenaran de manera anónima mientras que, tanto la identificación de usuario, los datos necesarios para cambiar o regenerar contraseñas como las respuestas a la rematriculación y a la revisión y actualización de datos fueran nominados.

2 Diseño Funcional del Sistema. Aspectos Destacados

2.1 Identificación de Necesidades

Según las primeras reuniones de relevamiento con los usuarios clave, se detectó que se requería contar con un sistema que tuviera la capacidad para trabajar con un universo de más 300.000 usuarios, donde el nivel de concurrencia y la exigencia a la aplicación y a la base de datos serían altos. Asimismo, desde un primer momento se identificaron claramente tres grupos de necesidades funcionales:

Padrones. Las principales necesidades detectadas en este grupo se tradujeron en contar con una aplicación que permitiera realizar: Carga de padrones por parte de las Unidades Académicas, Validación de los padrones enviados por las Unidades Académicas, Gestión de cambios en los padrones, Consultas individuales al padrón, Sitio web para verificar la pertenencia en los padrones, Devolución de padrones y novedades de rematriculación a las Unidades Académicas. A su vez era importante contemplar la integración y/o validación de los datos con otras aplicaciones desarrolladas por la CGTIC utilizadas para la gestión de la universidad (Puerto - estudiantes, Prisma - personal docente y no docente -)

Configuración y Carga de Datos. En este grupo se encontraba la mayor parte de las funcionalidades del sistema: Confección de la convocatoria censal o de actualización anual de datos, Configuración del instrumento censal (preguntas y respuestas

³ La ley 25.326 tiene por objeto la protección integral de los datos personales asentados en archivos, registros, bancos de datos así como también el acceso a la información que sobre las mismas se registre.

posibles), Ingreso de usuarios al sistema: identificación y autenticación considerando la complejidad de distribución de usuarios y claves en un universo tan amplio y heterogéneo, Acceso Web, Carga de rematriculación y censo o actualización anual de datos, Asignación de cuestionario censal según perfil del usuario que ingresa al sistema, Adaptación de formularios según respuestas ingresadas, Carga de datos en formularios anónimos, Carga de datos en formularios nominados, Suspensión de carga de datos para continuar más adelante (sin perder datos guardados), Control "Captcha", Ayudas en pantalla, Control cruzado entre distintas respuestas (fundamental para asegurar la calidad de la información), Generación de comprobantes separados (Rematriculación o actualización anual de datos y Censo), Creación de un código de validación para el comprobante, Monitoreo del avance del operativo discriminado por unidades académicas, Gestión de consultas y soluciones, Diseño personalizado del sitio y cada subsitio (Docentes, No docentes, Estudiantes).

Exploración de la Información. Diferenciación entre resultados de distintas unidades académicas, Generación de reportes de rutina, Cubos de Análisis multidimensional, Tableros con gráficos e indicadores, Cruce de datos con otras aplicaciones de la universidad (Puerto, Prisma, Sistema Integrado de Concursos Docentes) que refuerzan la calidad de la información que se gestiona en la universidad, Análisis de datos de distintos censos o actualizaciones anuales de datos.

2.2 Herramientas y Metodología Utilizada

Al igual que con otros proyectos de la CGTIC fueron utilizados, para el diseño funcional del sistema, distintos documentos, algunos de ellos comprendidos dentro del Lenguaje Unificado de Modelado. Por ejemplo, se diseñaron casos de uso para especificar al equipo de desarrollo el funcionamiento esperado del sistema, el diagrama de entidad-relación para diseñar, documentar y comunicar al equipo de desarrollo el diseño de la base de datos, minutas de reunión para documentar el resultado de los distintos encuentros, y las conclusiones a las que se arribaron en cada uno, entre otros.

Respecto a los prototipos, fueron generados utilizando la herramienta Microsoft Expression Web generando páginas web. Los mismos fueron utilizados tanto para validar con los usuarios la presentación de las distintas pantallas de la aplicación, como para comunicar al equipo de desarrollo el diseño final a programar.

Cabe aclarar que tanto el diseño de los cuestionarios y las respectivas validaciones como el análisis de los resultados censales y su presentación en el informe, estuvieron a cargo de la Coordinación de Censos, dependiente de la Coordinación General de Planificación Estratégica e Institucional de la UBA.

2.3 Conceptos Principales

Para una correcta interpretación del diseño tanto funcional como tecnológico, resulta importante comenzar con una breve definición de los conceptos básicos que fueron definidos en el contexto del desarrollo del proyecto:

Encuesta. Una encuesta consiste en un operativo. Se utiliza como termino más genérico que “censo”.

Encuestado. Un encuestado es un individuo que está completando o ha completado una encuesta en particular. Si ya la ha completado, sus datos se encuentran escindidos, es decir, no pueden relacionarse con los datos de la persona que los completó.

Perfil de Encuestado. Si bien todos los individuos correspondientes a la población de una encuesta deben completarla, no todos ellos la visualizarán de la misma manera. Cada uno de ellos poseerá su perfil, el cual estará definido según distintos aspectos personales, como su nivel académico, estado de carrera, etc.. El perfil de encuestado, en consecuencia, indicará cual es el cuestionario adecuado que deberá visualizar la persona.

Página. Las páginas son el primer nivel de agrupación que tienen las preguntas. Su objetivo es el de organizar las preguntas que la componen en una misma página web, a fin de amenizar la exposición de las mismas.

Bloque. Los bloques consisten en un conjunto de páginas ordenadas que tienen un área temática en común. Por ejemplo, el bloque de preguntas socio-demográficas.

Recorrido. Dentro de un recorrido se agrupan todos los bloques ordenados que le corresponden a un encuestado según su perfil.

Cuestionario. Es el conjunto de recorridos a utilizar durante una encuesta.

Validación. Una validación es una condición de coherencia que se debe cumplir al momento en que el encuestado guarde lo respondido en una página. Si la condición no está dada, el encuestado no podrá avanzar hasta que resuelva la inconsistencia encontrada.

Relación. Una relación puede estar dada entre una respuesta y otra respuesta o entre una respuesta y una pregunta. Lo que implica, es que para que el segundo elemento le sea mostrado al usuario, se debe haber seleccionado la respuesta indicada en el primer elemento con anterioridad. Por ejemplo, para que al usuario le aparezca una pregunta solicitando detalles de su discapacidad, primero debe haber indicado que posee una discapacidad.

2.4 Roles

Respecto a los potenciales usuarios del sistema, se identificaron los siguientes roles:

Usuarios a Censar. Son los usuarios finales de la aplicación. Interactúan con el sistema para registrarse, completar sus datos nominados relacionados con la encuesta abierta, y contestar las encuestas que tengan asignadas. Adicionalmente, pueden generar consultas a las unidades académicas y reimprimir comprobantes anteriores. El sistema se encuentra preparado para que estos usuarios no requieran completar una encuesta en una sola sesión, sino que siempre tienen la posibilidad de continuar en otro momento, hasta la fecha de fin del operativo mientras que no hayan realizado el cierre y confirmación.

Usuarios de Equipo Censal de las Unidades Académicas. Son aquellos usuarios que corresponden a las Unidades Académicas, y brindan soporte al operativo. Pueden responder consultas, visualizar estadísticas, consultar y modificar la población a censar. Una vez finalizado el operativo, podrán descargar el padrón resultante.

Usuarios de Coordinación Censal. Son usuarios que tienen la posibilidad de monitorear una encuesta a nivel universidad, o desagregar la información para ver el estado de una Unidad Académica en particular.

Usuarios Autoridades. Se trata de aquellos usuarios que, teniendo un cargo de autoridad en la Universidad de Buenos Aires, pueden acceder a ciertos datos exclusivos como por ejemplo rol decano.

2.5 Módulos

Las distintas funcionalidades a resolver por la aplicación fueron divididas en los siguientes módulos:

Módulo de Carga de Archivos. Dentro de la aplicación, existe un módulo de carga de archivos. El mismo se utiliza para que los usuarios de las distintas Unidades Académicas ingresen al sistema grandes volúmenes de datos. Los mismos son ingresados como archivos de extensión txt, y son validados en línea. Es decir, si se encontrara alguna inconsistencia o error en el archivo, el usuario podrá visualizarlo para poder corregirlo y volver a subir la información.

Módulo de Conformación de Población. Para cada operativo que se realice en el SIP, es necesario conformar el conjunto de individuos que deben participar. Cada operativo posee sus particularidades, por lo que es necesario desarrollar un proceso específico que las contemple. En este módulo, están contenidos todos los procesos relacionados con la conformación de las distintas poblaciones para los distintos operativos.

Módulo de Ingreso al Sistema. El módulo de ingreso contempló todas las funcionalidades que permitían a los usuarios registrarse, identificarse y regenerar o cambiar su contraseña. Adicionalmente, si los usuarios encontraban algún conflicto en su registro, podían generar una consulta a través de la aplicación, que luego era visualizada por los responsables de la Unidad Académica correspondiente.

Módulo de Cuestionario. Comprendió todas las secciones del sistema en las que el usuario, una vez identificado, completaba sus datos nominados, se le era asignado un recorrido, y se le generaban las pantallas para que complete el censo (datos anónimos).

Módulo de Cierre. El módulo de cierre consistió en todo el proceso que iniciaba cuando un estudiante finalizaba el cuestionario censal. Dentro del mismo, se verificaban las respuestas del estudiante, para identificar si era necesario preguntarle si deseaba ser contactado por alguna de ellas, se escindían los datos anónimos de los nominados y se generaba el comprobante correspondiente.

Módulo de Soporte. El módulo de soporte comprendió todas las funcionalidades que se le ofrecieron tanto a los usuarios administrativos de las Unidades Académicas, como a los usuarios de la Coordinación Censal, e incluía la posibilidad de monitorear el operativo, visualizar y registrar novedades respecto a las consultas y consultar y modificar el padrón censal.

A continuación se muestra un ejemplo del diseño de las pantallas de algunos bloques correspondientes al Censo de Estudiantes de 2011:

Fig. 1. Pantalla ilustrativa de algunas páginas incluidas en el Censo de Estudiantes 2011.

2.6 Diseño de Base de Datos

El diseño de la base de datos de SIP fue orientado para que se almacenara en ella una parte considerable de las reglas de negocio identificadas, ya que se destacó que existían ciertos aspectos que podían recibir modificaciones, y que las mismas no debían estar atadas a los plazos establecidos para el proyecto. Durante el diseño se hizo especial hincapié, en que el mismo cumpliera con ciertas buenas prácticas del diseño de base de datos relacionales: Se minimizó la utilización de claves primarias subrogadas, se buscó no utilizar nombres resumidos para campos y tablas, fueron definidas todas las claves foráneas correspondientes y se buscó minimizar la utilización de campos que pudieran poseer valores nulos.

El diseño actual de la base de datos, se encuentra preparado para brindar el almacenamiento apropiado de:

Carga de Archivos con Validaciones en Línea. El esquema diseñado es altamente parametrizable, permitiendo configurar a través de la base de datos los distintos tipos de solicitudes, sus validaciones, la apertura de solicitudes, los permisos de carga y confirmación de datos, etc..

Respecto a las validaciones, hay solamente un subconjunto muy específico que se encuentra codificado dentro de la aplicación. Este subconjunto corresponde a todas las validaciones de formato que deben realizarse al archivo, para garantizar que el mismo pueda ser volcado a las tablas temporarias de la base de datos. Todas las validaciones que no correspondan con el formato del archivo, se realizan sobre los datos que se encuentren ya volcados en las tablas temporarias, utilizando procesos almacenados. A cada validación le corresponderá un proceso almacenado, que se encargará de identificar si alguna fila no cumple con lo requerido, para almacenar

luego la lista de filas que no satisfagan las condiciones establecidas. El esquema descrito puede visualizarse en la figura 2.

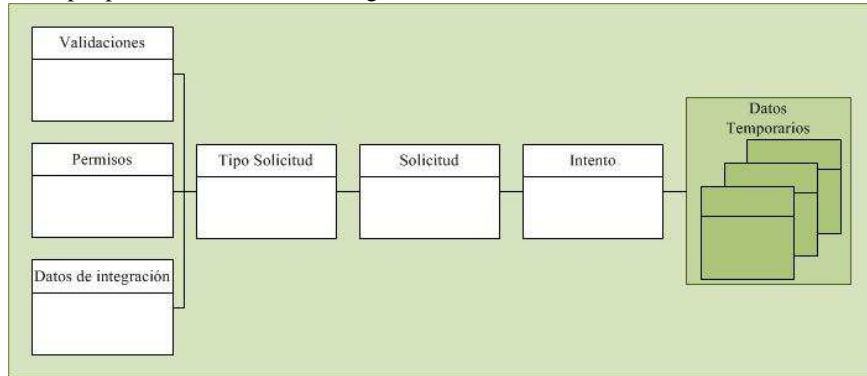


Fig. 2. Esquema de almacenamiento para la carga de archivos.

Datos Anónimos y Nominados. El diseño de la base de datos del SIP permite realizar el almacenamiento anónimo de las respuestas de los usuarios a las encuestas, pero sin perder la trazabilidad entre las respuestas de un mismo individuo. Es decir, permite reconocer todas las respuestas que una persona dio a una encuesta, sin saber quién es esa persona. Sin embargo, el sistema mantiene la nominalidad de las respuestas mientras el individuo se encuentre completando la misma. Esto permite que una persona responda una encuesta durante distintas sesiones.

Adicionalmente a la información anónima, también se almacenan datos nominados en la base de datos. Normalmente, estos datos son obtenidos durante un breve formulario nominado obligatorio, la rematriculación, que se encuentra previo al formulario anónimo. La división entre los datos nominados y los anónimos se visualiza en la figura 3.

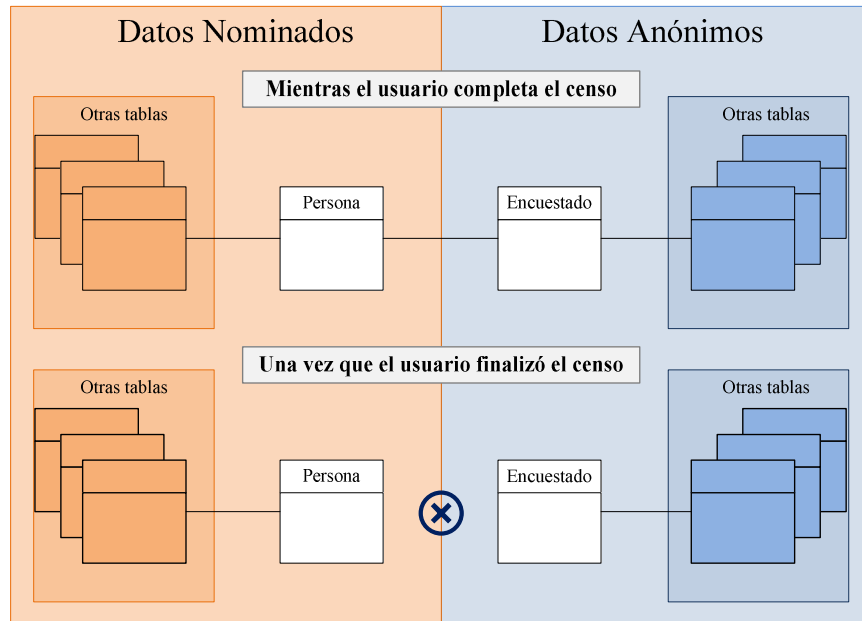


Fig. 3. Esquema de almacenamiento de datos anónimos y nominados.

Almacenamiento de Cuestionarios. El SIP se encuentra preparado para almacenar distintos tipos de preguntas. Estos tipos podrán ser, por ejemplo, preguntas de fechas, de números, de opciones, etc.. Adicionalmente, estas preguntas podrán ser utilizadas varias veces en la en distintas encuestas o dentro de la misma. La distribución de preguntas en páginas y bloques permite una presentación homogénea de los cuestionarios.

Cada tipo de pregunta posee su propia tabla que incluye parámetros para personalizarlas, como por ejemplo desde qué y hasta qué fecha se le muestra al usuario, si la pregunta geográfica debe solicitar el país, si las preguntas de opción permiten más de una respuesta, etc..

Adicionalmente, no todos los tipos de preguntas tienen almacenados todas las distintas respuestas posibles en la base de datos. Algunas preguntas buscarán sus respuestas posibles en tablas maestras determinadas, como las preguntas geográficas o las preguntas sobre carreras de la universidad. Otras, como las respuestas de tipo fecha, buscarán los parámetros en su tabla particular, para luego conformar el conjunto de respuestas posibles. Este esquema se puede visualizar en la figura 4.

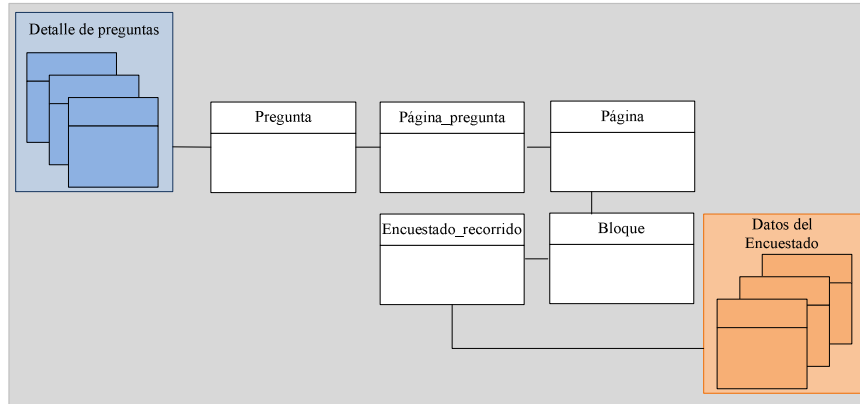


Fig. 4. Esquema de almacenamiento de cuestionarios.

Otras Funcionalidades Contempladas en el Diseño de Base de Datos. El sistema permite identificar rápidamente cuál es la última página completada por un individuo, y ofrecer a ciertos individuos la posibilidad de un futuro contacto por alguna respuesta específica, manteniendo anónimo el resto de sus respuestas. Además contiene tablas que permiten almacenar recorridos individuales para cada individuo que responde una encuesta. Por otra parte, almacena las respuestas en la base de datos con sus campos correspondientes, lo que permite aprovechar las validaciones de integridad referencial del motor de base de datos, como última instancia de control y, por lo tanto, parametrizar las relaciones y validaciones entre los distintos elementos del cuestionario. Finalmente, se almacenan y, por lo tanto, parametrizan las relaciones y validaciones entre los distintos elementos del cuestionario.

3 Diseño Tecnológico

A nivel tecnológico, los requerimientos mencionados anteriormente representaron un gran desafío para el área de desarrollo e infraestructura de la CGTIC, ya que nunca en la Universidad de Buenos Aires se había desarrollado un sistema que en un periodo determinado de tiempo atendiera a semejante cantidad de usuarios concurrentes ofreciéndoles una herramienta dinámica y flexible.

En primer lugar, la interfaz de usuario difería bastante con los sistemas que habitualmente se desarrollaron en el área, conformados habitualmente por formularios web poco dinámicos. En cambio, este sistema presenta contenido generado dinámicamente en el momento y de acuerdo a las particularidades del encuestado.

En segundo lugar, asegurar disponibilidad frente a cualquier contingencia y ante la gran concurrencia prevista, significaba trabajar fuertemente en lograr un delicado equilibrio entre la redundancia requerida, el poder de procesamiento necesario y los recursos disponibles.

3.1 Arquitectura del Sistema

En base a las condiciones descritas anteriormente, se decidió emplear una arquitectura sencilla pero que sea escalable a través del tiempo, esto es, que permitiera aumentar o disminuir la infraestructura en base al volumen de trabajo esperado sin que para ello haya que modificar el código de la aplicación.

Es por ello que las dos aplicaciones web .Net que conforman el sistema se encuentran divididas en tres capas: Capa de Interfaz de Usuario, Capa Lógica y Capa de Datos.

La capa de Interfaz de Usuario (IU) se encarga de presentar el sistema al usuario, capturar las órdenes del mismo, así como también permite el ingreso de datos y su posterior visualización en forma amigable y entendible. Se comunica únicamente con la capa de Negocio. El principal componente de la capa de IU se llama Núcleo de Cuestionario. Este se ejecuta del lado del servidor y se encarga de generar el código que luego enviará al cliente: HTML y Jscript necesario para ocultar y mostrar preguntas y opciones, validar las respuestas, etc..

La capa de negocio contiene toda la lógica necesaria para procesar la información según los requerimientos del sistema. Recibe órdenes desde la capa de interfaz de usuario y le devuelve la información solicitada. Usualmente, para ello, solicita información a la capa de datos y la procesa, a fin de obtener la respuesta requerida por la capa de IU. El componente principal de la capa de negocio se llama Asignador de recorrido y se encarga de definir cuáles bloques de preguntas deberá contestar el encuestado. También indica cuál es el bloque y página actual, cuáles están pendientes, etc..

La capa de datos se encarga de comunicarse con la fuente de datos, usualmente una base de datos, para realizar consultas u operaciones sobre los registros allí guardados. Debido al enfoque utilizado para desarrollar el sistema, gran parte del código perteneciente a dicha capa pudo ser automatizado, a través de un ORM, LinQ en este caso.

Gráficamente, se representa a continuación lo mencionado en los párrafos anteriores:

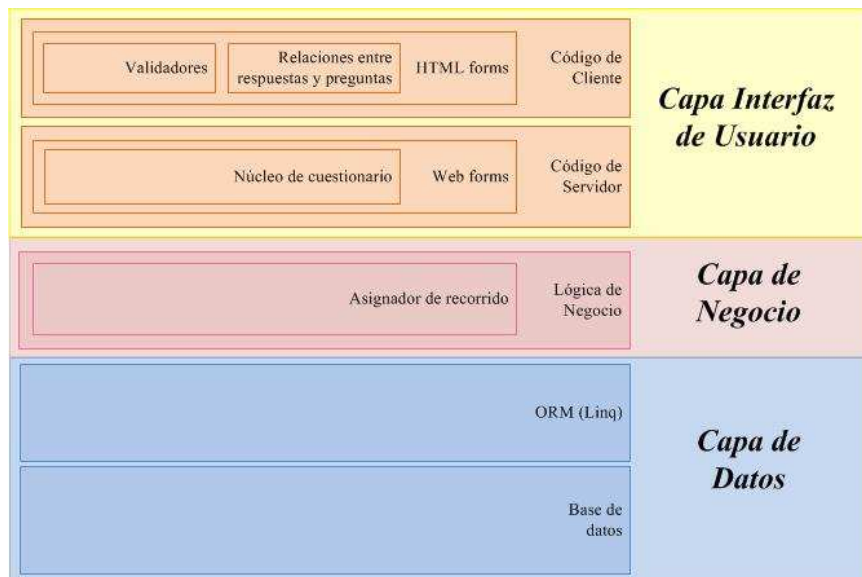


Fig. 5. Las tres capas lógicas en que está dividida la aplicación y sus componentes principales.

3.2 Diseño de la Aplicación

Una de las características del cuestionario que más influyó en el desarrollo fue la extensión del mismo, ya que en promedio un encuestado debería responder cerca de 100 preguntas como mínimo, y hasta 200 aproximadamente como máximo, de acuerdo a su situación académica, social, laboral, etc., traducándose esto para el usuario en un tiempo mínimo estimado de 20/30 minutos, frente al computador respondiendo preguntas.

Dada esta característica, se decidió trabajar fuertemente en mejorar la experiencia del usuario, focalizándonos en exponer las preguntas de forma clara e intuitiva y ocultándole las cosas que, por lógica censal, eran irrelevantes, aliviando con ello al encuestado de ambigüedades y pérdidas de tiempo. Por ejemplo, ante la pregunta de cuál es el estado civil del encuestado, si responde que es soltero o viudo, automáticamente se oculta todo el grupo de preguntas referentes a su cónyuge, pero a la vez, se ocultan sólo algunas opciones en preguntas como con quién convive.

Para resolver esta complejidad, se desarrollaron los siguientes componentes:

Asignador de recorrido. Ubicado en la capa lógica, se encarga de establecer en base al perfil del encuestado (situación laboral / académica, etc.) cuál es el recorrido preestablecido que le corresponde. Un recorrido es un grupo ordenado de bloques de preguntas que el usuario deberá contestar para que se considere que ha finalizado la encuesta. La lógica específica a aplicar para determinar el recorrido es particular a cada operativo censal y responde a las exigencias funcionales de la Coordinación Censos. Se evalúan determinadas variables del usuario y en base a ello, se asigna en primera instancia, un recorrido básico que consta de una serie de bloques comunes al

perfil, y luego se agregan, de corresponder, aquellos bloques que se repiten según el estado de determinadas variables. Por ejemplo, hay bloques referentes a los títulos que tenga el encuestado y por lo tanto, se repetirán n veces de acuerdo a cuántos títulos haya obtenido.

Núcleo. Es un componente de IU que genera dinámicamente el código HTML y Jscript necesario para que se muestren u oculten las preguntas y opciones de la página en el cliente, como así también las reglas de validación de respuestas. Para ello, se sirve de la estructura de cuestionario (recorrido) asignada por el componente mencionado anteriormente más lo que haya respondido el encuestado hasta el momento.

3.3 Plataforma de Desarrollo

Ambas aplicaciones fueron construidas utilizando lenguaje VB.Net. Uno de los sitios está dedicado a usuarios administrativos y el otro a los usuarios finales.

La persistencia de datos se realiza contra una base de datos MS SQL2008, empleando para ello a LinQ de MS como ORM (del inglés Object Relational Mapping).

Tanto para los reportes administrativos como para emisión de los comprobantes se utilizan reportes locales de MS Reporting Services.

Se utiliza AJAX en los formularios web para reducir el tráfico de red empleado por la aplicación.

Las pruebas de carga se realizaron con Visual Studio Test Center.

3.4 Infraestructura de Servidores y Comunicaciones

Desde el punto de vista de la infraestructura, brindar la escalabilidad y resiliencia necesaria para la concurrencia prevista planteaba un importante desafío técnico. Por este motivo la arquitectura de servidores y comunicaciones dedicada al proyecto, se dimensionó y conceptualizó de forma sinérgica con el diseño de la aplicación. Es decir, la totalidad de la solución se planteó de forma previa a la fase de codificación de la aplicación.

A la hora de plantear la arquitectura requerida se tuvieron en cuenta la redundancia, la economía de recursos de procesamiento por transacción, y la extensibilidad de la plataforma de procesamiento como criterios rectores de diseño, por sobre otras consideraciones posibles.

A nivel de la base de datos, se planteó una solución de espejado de datos en línea, con recuperación automática ante la caída del servidor primario, garantizado en su integridad por una tercera instancia de base de datos oficiando como testigo.

A nivel de la capa de aplicación se planteó una arquitectura inicial de tres servidores de aplicación con la posibilidad de extenderse inmediatamente y bajo demanda a N equipos, según fuera requerido por las demandas de procesamiento. Asimismo, para liberar recursos de procesamiento y estratificar adecuadamente los recursos HTTP, se dispuso un equipo dedicado a alojar todos los componentes

estáticos de la publicación web (imágenes, instructivos en formato PDF, y cualquier otro tipo de archivo que no debiera generarse de forma dinámica por la aplicación).

Para poder manejar eficientemente la capa de contenidos de aplicación se dispuso un proxy reverso en configuración de alta disponibilidad (activo-pasivo), con balanceo por afinidad del navegador web del cliente hacia uno de los servidores de aplicación de la granja, mediante una cookie de sesión. Este mecanismo garantiza que, una vez atendido por un servidor, el cliente permanece en el mismo hasta completar las operaciones. Esta estrategia posibilita operar sobre el **back-end** de aplicación de forma transparente, agregando más nodos de procesamiento o dando de baja nodos existentes por razones de mantenimiento, ocasionando el menor trastorno posible a la operatoria. El esquema de la infraestructura tecnológica utilizada se representa gráficamente a continuación:

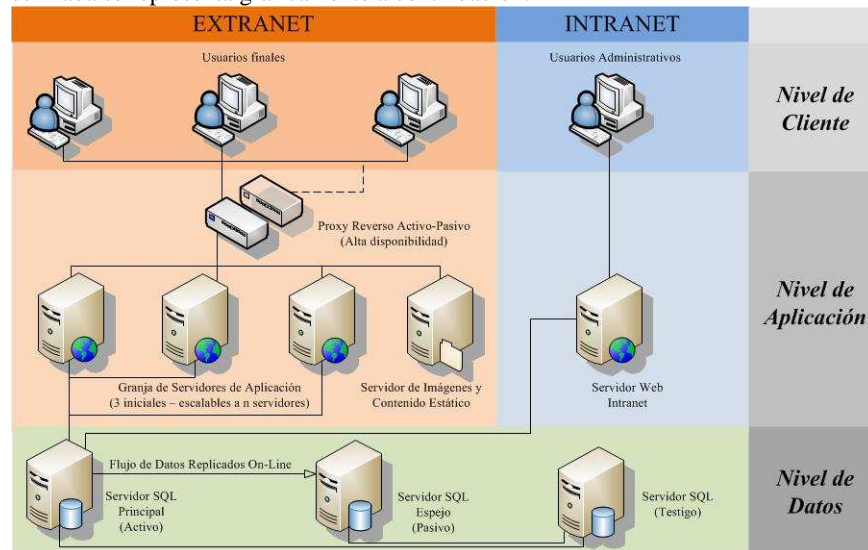


Fig. 6. Diagrama de la infraestructura empleada para asegurar alta disponibilidad y performance.

La sinergia lograda entre el diseño de la infraestructura y el diseño de la aplicación constituyó uno de los factores destacados en la implementación satisfactoria del sistema, combinando eficientemente requisitos de misión crítica en un entorno de alta concurrencia.

3.5 Seguridad

En cuanto a la seguridad de la solución expuesta a Internet, las distintas capas de datos y aplicación se situaron en diferentes zonas de seguridad (DMZ) detrás de un firewall. A la capa de los servidores proxy reversos le correspondió una DMZ de accesos externos, a la aplicación propiamente dicha una DMZ interna con permisos mucho más restringidos, y a la capa de acceso a los datos una tercera DMZ dedicada,

aislando de forma tal los datos de la aplicación bajo sucesivas capas de seguridad, accesibles solamente desde interfaces estrictamente definidas.

Asimismo, se dispuso un acceso diferenciado para los usuarios internos de la institución en un servidor, conformando un acceso de Intranet dedicado al módulo administrativo de la aplicación destinado a usuarios internos del operativo, pudiendo brindar de esta manera un acceso con mínimos privilegios a los usuarios externos del operativo.

4 Planificación, Diseño y Gestión del Proyecto

4.1 Análisis del Contexto y Aplicaciones Disponibles

Al inicio, se estudió en forma general el mercado y el contexto nacional e internacional en búsqueda de experiencias similares con el objetivo de reconocer instituciones de referencia y alguna aplicación que estuviera disponible y lista para implementar. En este sentido, no se encontraron referentes muy parecidos en cuanto al requerimiento de dinamismo y concurrencia exigido para el caso particular de la UBA. Se realizó un informe que tuvo como objetivo documentar el análisis general realizado sobre soluciones informáticas alternativas que posibilitaran dar respuesta a la necesidad que tenía la universidad de disponer de una herramienta que permitiera, en forma permanente e integrada: registrar en línea y consultar en forma flexible, información sobre estudiantes, docentes y no docentes de la Institución. Ello incluía datos censales, de matriculación y de actualización anual de datos. El informe incluyó un análisis preliminar sobre las soluciones informáticas estudiadas, los aspectos más destacados de cada una, una comparación entre las alternativas que se reconocieron y las conclusiones a las que se arribaron. El análisis comprendió, en primer lugar, un relevamiento general de necesidades funcionales a cubrir por la aplicación y, en segundo lugar, la cobertura que las aplicaciones disponibles seleccionadas podían ofrecer a la totalidad de las funciones y requerimientos demandados por la Coordinación de Censos. Cabe aclarar que había urgencia por disponer de esta herramienta en un periodo de entre 6 y 8 meses, lo que no ha hecho factible extender la búsqueda a otros paquetes de software que pudieran existir para estos fines, sin poner en riesgo las fechas de implementación solicitadas, habiéndose entonces limitado el informe a evaluar solamente dos sistemas que se encontraban disponibles para universidades y la alternativa de un desarrollo a medida.

Finalizado el análisis se recomendó la alternativa de desarrollo a medida en caso que se contara con los recursos propios necesarios y se priorizara:

- La flexibilidad en el diseño y desarrollo que otorga un sistema a medida;
- Un mayor grado de cobertura informática a los procesos identificados como críticos y específicos de la UBA;
- La integración, validación y el control cruzado de datos con otros sistemas ya implementados;

Se consideraron elementos decisivos en la recomendación, la posibilidad de dar respuesta a las necesidades específicas de la universidad en lo que respecta a un Sistema de Información Permanente, así como la sinergia de integrar este sistema con

otros de la universidad, que permitiera avanzar en una estrategia donde se priorice la calidad de la información acerca de los alumnos y del personal de la institución para la toma de decisiones. Asimismo, se destacó como un aspecto esencial la posibilidad de considerar, desde el inicio en la concepción de la arquitectura técnica y funcional del software, un nivel de respuesta aceptable para una experiencia de uso de TIC que sería inédita para la universidad, considerando la disponibilidad, la concurrencia, la autenticación y el grado de cobertura pretendido para censar en línea a más de 300.000 personas. Fue entonces donde se decidió desarrollar un sistema a medida de la envergadura planteada y acorde a las necesidades solicitadas, combinando la respuesta en la concurrencia con la flexibilidad de los cuestionarios.

4.2 Un Sistema de Información Permanente a medida de la UBA

Desde el inicio y, teniendo en cuenta los requerimientos y la envergadura que este sistema debía contemplar, se empezó a delinear la planificación del proyecto que implicaba tanto el desarrollo de cada operativo como el diseño y programación del sistema. Se aplicó con constancia el uso de metodología tanto para el diseño y desarrollo de la aplicación como para la gestión del proyecto.

Se trató de contar con objetivos claros y bien definidos. Precisar hitos o entregables perfectamente delimitados que incluyeran etapas y módulos. Se utilizaron cronogramas viables y consensuados entre los integrantes del proyecto tanto de la CGTIC como con el equipo de la Coordinación de Censos. Se asignaron responsabilidades bien definidas a cada área, dirección o sector. El proyecto se basó rigurosamente en una metodología de trabajo adecuada a las circunstancias y a la envergadura del proyecto. En todo momento, se confeccionó la documentación pertinente y detallada del sistema y sus modos de uso. Asimismo, fue indispensable realizar un seguimiento constante y persistente del proyecto accionando de ser necesario, en la resolución de conflictos o en la combinación de las tareas de cada grupo de trabajo.

Fue necesario convocar un equipo de personas que estuviera acorde a las circunstancias tanto a nivel profesional como de compromiso. Lo que fue fundamental para el cumplimiento de los objetivos y para que, tanto el proyecto como el sistema, pudieran sostenerse en el tiempo. Se integró entonces, un grupo de trabajo dedicado al proyecto compuesto por diferentes perfiles: líder de proyecto, jefe de análisis, analistas funcionales, arquitecto de aplicación y desarrolladores que interactuaron continuamente con los licenciados en sociología y el equipo operativo asignados por la Coordinación de Censos. Asimismo, antes de la puesta en marcha se consultó a los especialistas en administración de bases de datos y a los técnicos administradores de la Dirección General de Infraestructura Informática y de Comunicaciones para definir la tecnología en la que se basaría el sistema y las principales características de configuración para garantizar un funcionamiento constante y eficiente.

Tanto el proyecto como el diseño y construcción de la aplicación estuvieron organizados en operativos, etapas y módulos. Se denominó operativo a cada encuesta que se organizó, primero el Censo de Estudiantes 2011, luego el de Docentes, posteriormente el de No Docentes, la Rematriculación de Estudiantes 2012, y así

sucesivamente. En cada uno de ellos se fue delineando el diseño del sistema dividido en módulos que pudieran reutilizarse en operativos posteriores. Este objetivo estuvo desde el principio y se fue cumpliendo con las experiencias sucesivas. Actualmente, se intenta realizar mínimos cambios para cada operativo y esto permite dar una respuesta más rápida al cronograma de implementaciones.

Como se citó anteriormente, el diseño de la aplicación fue documentado en casos de uso, prototipos, diagrama de entidades y relaciones, y la programación fue realizada en capas integrando los componentes críticos de la aplicación como fueron el asignador de recorridos y el núcleo. Asimismo, se aplicaron intensivas pruebas integrales en diferentes ambientes de trabajo que se utilizan frecuentemente en la CGTIC – desarrollo, prueba interno, prueba externo y producción - , intentando aplicar un exigente control, sincronización e integración de versiones del código fuente a través del MS Team Foundation Server, también utilizado como repositorio de código fuente y controlador de versiones. Asimismo, antes de la puesta en marcha, se realizaron pruebas de carga y de concurrencia sobre la aplicación a través del VS Test Center. De ese modo, se simulaban hasta 10.000 usuarios virtuales que se conectaban concurrentemente y se registraban, ingresaban al sitio y contestaban la primera página del cuestionario, entre otras cosas. Durante la prueba, se analizaban el nivel de los recursos insumidos como el porcentaje de utilización de CPU, la memoria Ram, la red, I/O de disco, etc.. Paralelamente, se hizo un rastreo sobre el servidor SQL para determinar las consultas más costosas, las más ejecutadas, etc.. Esta información, permitió realizar varios ajustes, tanto en el código, como en la infraestructura. Algunas de estas modificaciones incluyeron mejoras en el uso de la caché de servidor, optimización de consultas SQL y transacciones, creación de índices, etc..

Para la actualización de las versiones en el entorno de producción se aplican procedimientos y documentos de implementación que generalmente se utilizan en la CGTIC, donde se detallan las tareas a seguir para la correcta actualización del sistema por parte de los administradores de la infraestructura tecnológica.

El sistema se puso en marcha a fines de julio de 2011, para la realización de la primera Rematriculación y Censo de Estudiantes en forma totalmente en línea. Fue entonces donde se pudo comprobar la concurrencia real y debido a ello, fue necesario realizar algunos ajustes tanto en la aplicación como en la infraestructura tecnológica asignada y su configuración, que permitieron optimizar los tiempos de respuesta y garantizar un funcionamiento correcto y constante del sistema. En esa oportunidad, el sistema permitió que más de 280.000 estudiantes empadronados se registraran con un usuario y clave únicos, y que completaran los datos correspondientes a su re matriculación y a las respuestas de los diferentes formularios censales, obteniendo su comprobante de re matriculación y censo.

Con las mismas bases y metodología se organizó y adaptó el sistema para la realización del Censo de Docentes en el segundo semestre de 2011. Se integraron a la aplicación los padrones de docentes y se desarrollaron nuevas funciones en el sistema a efectos de que pudiera soportar los cuestionarios de docentes con diferentes recorridos. De ese modo, más de 28.000 docentes pudieron registrarse y confirmar su situación de revista – datos personales y cargos docentes -, todos ellos completaron el formulario censal, obteniendo su comprobante. Posteriormente, se llevó a cabo el Censo de No Docentes, integrando finalmente en un solo sistema los datos nominados

y las respuestas anónimas al censo. Durante el año 2012, y en lo sucesivo, se utilizó el sistema nuevamente para la realización de la rematriculación de estudiantes y la actualización anual de datos. Actualmente, nos encontramos preparando la Rematriculación y Actualización Anual de Datos de Estudiantes de 2013.

Con la ejecución sucesiva de los operativos, fuimos capitalizando la experiencia y reduciendo los tiempos de preparación y de desarrollo del sistema para cada puesta en marcha, lo que actualmente permite a la universidad contar con un Sistema de Información Permanente para la recolección e integración de datos de su comunidad y para la realización de cualquier tipo de encuestas.

5 Conclusiones

La ejecución de este proyecto ha brindado a la universidad una posibilidad concreta de aplicar el uso de las TICs en colaboración con la gestión, realizando un aporte significativo y dando la posibilidad de tener una herramienta potente y adecuada para la recolección e integración de datos de toda la comunidad de la UBA. Produciendo información valiosa y esencial para la gestión y para la toma de decisiones, en una institución de educación superior con una población masiva y diversa como es la UBA.

Algunos de los beneficios alineados con los objetivos de gestión alcanzados por este proyecto fueron:

- La identificación y la integración en un mismo sistema de los datos de más de 280.000 estudiantes, 28.000 docentes de la universidad y 11.500 no docentes, con actividades en más de 20 dependencias.
- La recolección y actualización en línea de datos de calidad y homogéneos que posibilitaron la obtención de información confiable y oportuna.
- La estandarización de procedimientos que permitieron obtener mayor eficiencia en la gestión de los procesos involucrados en la obtención y el almacenamiento de la información de la comunidad de la UBA.
- La reducción no sólo de los tiempos de carga de datos sino también de los costos asociados a los operativos censales, evitando la utilización de papel, de materiales, el traslado de los formularios, la contratación de servicios para la carga de datos, entre otros.

Como características distintivas del desarrollo del proyecto se pueden destacar: la claridad de los objetivos alineados con la gestión y la institución, la planificación detallada, el diseño orientado hacia un sistema dinámico y flexible, el trabajo colaborativo de equipos interdisciplinarios, el correcto dimensionamiento y configuración de la infraestructura tecnológica adecuada, el poder dar respuesta a la concurrencia y a la diversidad de poblaciones - tanto desde el aspecto de comunicaciones, como funcional - y el permanente, tenaz y constante seguimiento del equipo y del proyecto.

A continuación y, a modo de resumen, se muestran algunos indicadores de los resultados obtenidos a nivel del sistema:

Tabla 1. Algunos indicadores de resultados obtenidos a nivel de sistema.

Concepto	Total 2011/2012
Cantidad de usuarios registrados ⁴	354.802
Cantidad de preguntas en sistema	1.803
Cantidad de encuestas respondidas en su totalidad	546.497
Cantidad de respuestas registradas en sistema ⁵	39.406.103

En la UBA seguimos trabajando sobre este sistema a fin de garantizar una correcta adaptabilidad a la realidad de la institución y una apropiada actualización tecnológica. Actualmente se están desarrollando las adaptaciones necesarias para unificar el inicio de sesión, agregar de módulos adicionales, integrar con otros sistemas de gestión utilizados en la universidad.

Finalmente, destacamos el rol de la tecnología como conductor, complementario e integrador, asumiendo el desafío de agregar valor concreto, e introducir aplicaciones potentes que se alineen y contribuyan a los objetivos de la gestión universitaria.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Lic. Juan Pablo Villa, Director General de Infraestructura Informática y Comunicaciones de la UBA; y a la Lic. María Laura Buccolo, integrante de la CGTIC de la UBA por su aporte y participación en el desarrollo de este trabajo.

Referencias

1. Informe de Resultados del Censo de Estudiantes 2011, Coordinación de Censos, Coordinación general de Planificación Estratégica e Institucional (UBA)
2. Ernesto Chinkes: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - Informe de Gestión 2007-2011 (2012)
3. Ernesto Chinkes: Estrategia TIC: la experiencia de la Universidad de Buenos Aires, TICAL, Lima (2012)
4. Informe de Resultados del Censo 2011, Coordinación Gral. de Planificación Estratégica e Institucional, Coordinación Censal de la UBA (2012)
5. Página web de la Universidad de Buenos Aires
<http://www.uba.ar/institucional/censos/Estudiantes2011/estudiantes%202011.pdf>

⁴ Se contabilizaron usuarios, lo que no necesariamente implica cantidad de estudiantes, docentes y no docentes. Los resultados obtenidos de los procedimientos se difundieron en el Informe de Resultados del Censo de Estudiantes realizado por la Coordinación de Censos y se encuentra publicado en la página web de la UBA.

⁵ El valor contabiliza cada respuesta que haya dado una persona, haya completado o no la encuesta.