

Sistema para estimación de dosis interna de radiación absorbida en tratamientos de medicina nuclear como resultado de I+D+i

Pablo Argañaras^{1,2}, Francisco Hefner^{2,3}, Pablo Quelin², Roberto Saliba¹

¹ CNEA, Centro Atómico Bariloche, GAATN, Mecánica Computacional,
Av. Bustillo 9500, (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina
{banda, salibar}@cab.cnea.gov.ar
<http://www.cab.cnea.gov.ar>

² Universidad FASTA, Av. de los Pioneros 38, (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina
pablo.quelin@gmail.com

³ Invap S.E., Av. Luis Piedrabuena 4950, (R8403CPV) Bariloche, Río Negro, Argentina
f.hefner@invap.com

Resumen. Si bien existen programas para calcular la cantidad de dosis interna absorbida en tratamientos de radioterapia, los profesionales de la salud reportan problemas en el uso de los mismos por la complejidad en la interacción, y los resultados de cálculos obtenidos no siempre satisfacen las expectativas de los profesionales. Esto genera rechazo en la utilización de tales programas de cálculo y los profesionales terminan usando hojas de cálculo para la determinación de la dosis a administrar, sin una elevada certeza en el control del cálculo de dosis, porque esos cálculos se realizan para un órgano aislado y por la imposibilidad de personalizar el cálculo para cada paciente. Este trabajo busca ofrecer un software que además de ser user-friendly para los profesionales de la salud permita incluir cualquier método de cálculo de dosis, minimizando el margen de error en dicho cálculo. Este tipo de proyectos entre Universidad e Industria sólo pueden llevarse adelante en forma razonable y exitosa si desde la Industria que fomenta el proyecto se dedica una buena cantidad de tiempo para atender a las consultas de los alumnos involucrados eficientemente.

1 Caracterización General del Proyecto

1.1 Instituciones y Empresas Participantes

- *CNEA:* En el Centro Atómico Bariloche se encuentra el Departamento Mecánica Computacional (Mecom) que depende de la Gerencia de Investigación Aplicada, y este a su vez de la Gerencia de Área Aplicaciones de la Tecnología Nuclear. Entre las actividades principales de Mecom se encuentran: “Desarrollar o implementar herramientas computacionales para la resolución de problemas específicos, tanto para el uso interno del Departamento como también para su transferencia a terceros” e “Implementar la

solución integral de problemas tecnológicos concretos, interviniendo en las etapas de evaluación, modelado, simulación y análisis de los mismos”.

- *Universidad FASTA Bariloche*: Esta universidad que depende de Fasta Mar del Plata, formaba sus últimos profesionales en Licenciatura en Sistemas y en Ingeniería en Informática en Bariloche, tratando de dar apoyo y respuesta a necesidades locales y regionales.

1.2 Descripción del proyecto:

El objetivo del proyecto contempla “diseñar, desarrollar e implementar un sistema que permita estimar la dosis interna absorbida de radiación por tratamiento de medicina nuclear utilizando, en principio, el modelo compartimental”.

1.3 Tipo de Interacción

Colaboración en I+D	X
Asistencia técnica de investigadores a empresas	
Comercialización de resultados de I+D	
Desarrollo de currícula y clases en conjunto	
Emprendedorismo (start-up, spin-off)	
Otro Especificar: Tesis de grado para optar al título de Lic. en Sistemas	X

Tabla 1: Tipo de interacción universidad-empresa

2 Detalles de Ejecución del Proyecto

2.1 Actividades Realizadas

- *Etapa 1*: Investigación Preliminar.
- *Etapa 2*: Análisis y especificación (prototipo 1).
- *Etapa 3*: Diseño y construcción (prototipo 1).
- *Etapa 4A*: Evaluación (prototipo 1).
- *Etapa 5A*: Modificación (prototipo 1).
- *Etapa 2B*: Análisis y especificación (prototipo 2).
- *Etapa 3B*: Diseño y construcción (prototipo 2).
- *Etapa 4B*: Evaluación (prototipo 2).

- *Etapa 5B*: Modificación (prototipo 2).
- *Etapa 2C*: Análisis y especificación (prototipo 3).
- *Etapa 3C*: Diseño y construcción (prototipo 3).
- *Etapa 4C*: Evaluación (prototipo 3).
- *Etapa 5C*: Modificación (prototipo 3).
- *Etapa 6*: Diseño Técnico.
- *Etapa 7*: Programación y Pruebas.
- *Etapa 8*: Documentación Final.

2.2 Hitos y Cumplimiento de los Objetivos

Diseño detallado final: 16/09/2015 al 20/09/2015.

Rediseño del prototipo: 21/09/2015 al 28/09/2015.

Codificación: 10/10/2015 al 15/11/2016.

Adición de base de datos: 15/11/2015 al 10/12/2015.

Pruebas: 10/12/2015 al 17/01/2016.

Aplicación de patrones de diseño: 05/02/2016 al 18/05/2016.

Codificación: 22/05/2016 al 30/08/20162017.

Rediseño de base de datos: 01/09/2016 al 25/11/2016.

Codificación: 01/09/2016 al 15/08/2017.

Pruebas: 01/09/2016 al 01/10/2017.

Documentación y revisiones: 01/09/2016 al 14/11/2017.

2.3 Principales Desafíos

Entre los principales desafíos estuvo el de incorporar los conocimientos básicos necesarios de medicina nuclear, que se resolvió estudiando durante todo un año.

3 Resultados del Proyecto

3.1 Resultados de cada Actividad

- *Resultados para el Cliente*: Implementación del sistema S.E.D.I.R.A. Con Manual de usuario, Manual de instalación, Manual de diseño, Casos de uso, Requerimientos, Documento de módulo de red neuronal, Manual de biblioteca Math JS, Modelo de datos y el instalador de S.E.D.I.R.A.

- *Resultados para los Alumnos:* Presentación del proyecto, Postulación formal y Memorias, Experiencia laboral en investigación y desarrollo.

3.2 Evaluación de los Resultados y Lecciones Aprendidas

El producto entregado cumplió con las expectativas requeridas por el cliente y por la cátedra Proyecto Final, gracias a reuniones periódicas en las que los alumnos podían retroalimentar la información del proyecto. Los alumnos se sintieron acompañados por el cliente y por la cátedra, y también sienten que ganaron una experiencia importante realizando un sistema completo para una organización como la GAATN.

Entre las lecciones aprendidas están:

La metodología de desarrollo de una aplicación completa vista en la materia Seminario de Informática permitió a los alumnos, comenzar el proyecto con ideas claras.

Los conocimientos adquiridos durante la cursada de Sistemas de Información II permitió la aplicación de patrones de diseño al proyecto. Gracias a ello, un fuerte cambio de último momento en el modelo de datos pudo ser manejado correctamente y se solucionó.

Para los estudiantes fue difícil compatibilizar el tiempo requerido por la materia Proyecto Final y otras materias pendientes de la facultad, con su horario laboral.

La comunicación fluida y constante con el cliente es muy importante para un proyecto que requirió tanto tiempo.

La correcta documentación del código con la utilización de la herramienta JavaDoc fue muy importante para el desarrollo y para las correcciones.

Fue complejo para los estudiantes comprender los conceptos matemáticos necesarios asociados con el tema del proyecto.

Es complejo estimar el esfuerzo en la comprensión de nuevas tecnologías y herramientas. Es necesario investigar ventajas, desventajas y realización de pruebas de factibilidad. En este caso el cliente exigía como requerimiento el estudio y análisis de las tecnologías a utilizar.

Es importante llevar a cabo un historial de trabajos y encuentros para la correcta realización de los documentos finales.

4 Balance y Conclusiones

El producto entregado cumplió con las expectativas requeridas por el cliente y por la cátedra gracias a reuniones periódicas. La metodología de desarrollo basada en prototipos resultó conveniente. La correcta documentación del proyecto permitió lograr un producto escalable y fácil de mantener. Se ganó experiencia importante por realizar un sistema completo en una organización real y porque se interactuó con profesionales de diversas especialidades. Y se pudo contribuir a la investigación científica en un tema tan sensible como la dosimetría interna en medicina nuclear.