



FACULTAD 2

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

Componente para la elaboración de Reibergramas en la
realización del estudio neuroinmunológico del líquido
cefalorraquídeo.

AUTORES

Brenda Esther Leyva Barrio

Dianelis Nuria León Faez

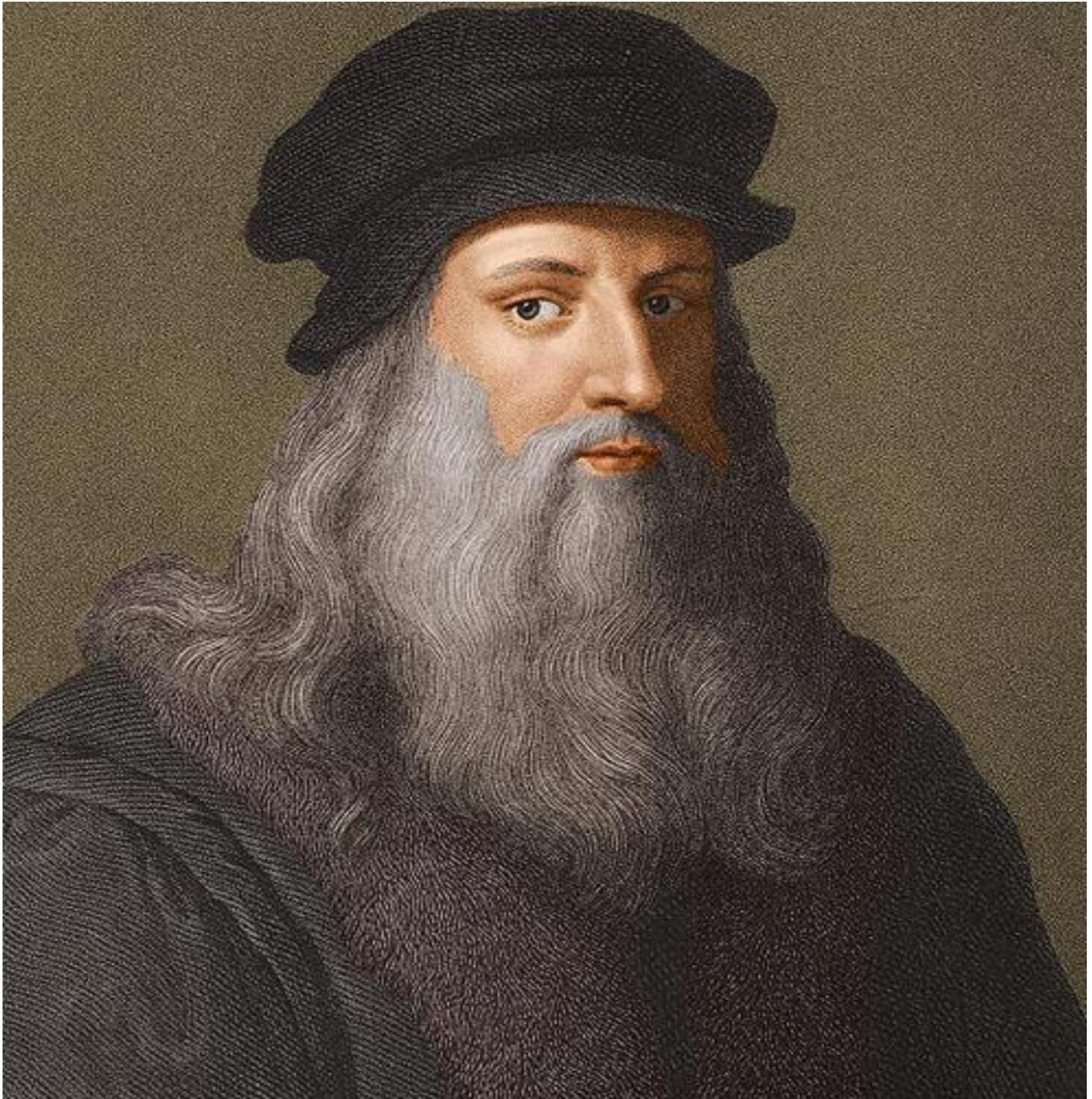
TUTORES

Ing. Yasmani Ledesma Valdés

Ing. Miguel Angel Sánchez Hurtado

La Habana, 13 de junio de 2016

“Año 58 de la Revolución”



“La adquisición de cualquier conocimiento es siempre útil al intelecto, que sabrá descartar lo malo y conservar lo bueno.”

Leonardo Da Vinci

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser únicas autoras del trabajo de diploma: "Componente para la elaboración de Reibergramas en la realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo" y autorizamos al Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Brenda Esther Leyva Barrio

Firma del Autor

Dianelis Nuria León Faez

Firma del Autor

Ing. Yasmani Ledesma Valdés

Firma del Tutor

Ing. Miguel Angel Sánchez Hurtado

Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTO

Ing. Yasmani Ledesma Valdés: graduado de ingeniero en Ciencias informáticas en el año 2013. Se ha desempeñado como Asesor de Supervisión y Control y Jefe de proyecto. Ha participado en los proyectos de desarrollo de software Personalización del Sistema de Información Hospitalaria (ALAS HIS P_2.0.0) para México, Implantación de una Plataforma para la gestión de la información imagenológica en el Hospital Pediátrico de Pinar del Río, Personalización del Sistema XAVIA HIS, Desarrollo del Sistema para el manejo de datos de ensayos clínicos (XAVIA SIDEC) para el Centro de Inmunología Molecular, Desarrollo de la solución desktop para la conducción de ensayos clínicos del sistema ALAS Clínicas para el Centro de Inmunología Molecular en los que se ha desempeñado como implementador y Jefe de Proyecto.

Correo electrónico: yvaldes@uci.cu

Ing. Miguel Angel Sánchez Hurtado: graduado de ingeniero en Ciencias informáticas en el año 2014. Se ha desempeñado como desarrollador en los proyectos Personalización del Sistema XAVIA HIS, Servicio de actualización, formación y sincronización del Sistema de Gestión para Ingeniería Clínica y Electromedicina (ALAS SIGICEM 1.1.1) y Desarrollo de la Plataforma para la Gestión de la Información Imagenológica (XAVIA PACS-RIS).

Correo electrónico: mahurtado@uci.cu

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a esta gran Revolución que nos permite estudiar y superarnos gratuitamente.

A mi mamá por todo su amor, cariño y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermana Bronia, mi hermano Diosneli, mi tía Deysi, mis primas Greshen, Lena y Amanda, mi sobrino Brian y mi abu Tesé por la confianza depositada en mí.

A mis profesores que en todo el transcurso de la carrera contribuyeron en mi formación como estudiante y futura ingeniera.

A mis amigos Leanes, Farisbel, Yamel, Celeste, Yisel, Keimis y Eliuvis que han estado presente en los momentos buenos y malos de mi vida universitaria y a mis compañeros de aula del 2506.

A mis tutor y amigo Yasmari por su ayuda y amistad comprensiva y desinteresada. A mi tutor Miguel Ángel y en especial a mi compañera de tesis Dianelis que hemos sido las mejores amigas desde tercer año.

A todas las personas que han ayudado de una forma u otra a la realización de este trabajo.

¡Muchísimas Gracias!

Brenda Esther Leyva Barrio

A mi mamá por ser por ser todo, por darme la vida y todo el apoyo del mundo, por darme las fuerzas para seguir, por su cariño, su sacrificio y su amor incondicional, sin ti nada sería posible... Gracias por existir Mamá...

A mi padre por siempre ser el guía, el sacrificio, el que me ha enseñado como alcanzar todas mis metas con mi esfuerzo y sacrificio.

A mi hermano que siempre ha estado a mi lado, apoyándome y brindándome toda su ayuda y cariño, por ser la personita más especial en mi vida... Te quiero mucho...

A mi novio y tutor Miguel Ángel por ayudarme, quererme, por su atención infinita, por apoyarme en todas mis dificultades y momentos difíciles.

Gracias...

A mi segunda familia, Ida, Miguel, Ana Iris y demás, que confiaron en mí.



A mi compañera de tesis Brenda Esther que ha pasado conmigo momentos buenos y malos, que sabe todos los sustos y aprietos que hemos tenido, y que lo dio todo para que pudiéramos lograr esta victoria. Te voy a extrañar...

A mi tutor Gasmari que me ha ayudado tanto y me ha guiado en la realización de este trabajo.

A todas mis amistades que me han acompañado en estos cinco años y a los que ya no están aquí pero que siempre me han apoyado y confiado en mí: Heyli, Farisbel, Famel, Lidise, y todos los compañeros que he tenido en el transcurso por la universidad. Gracias a mi grupo 2506.

En fin, a todos los que de una forma u otra han aportado su ayuda para hacer este sueño posible.

¡Muchísimas Gracias!

Dianelis Nuria León Faez



DEDICATORIA

A mi queridísima madre que es lo más importante para mí y lo que más quiero en este mundo: Dora Esther Barrio Rodríguez.

A mis hermanos, mi sobrino, mis primas, tías y tíos y a mi abuela.

A todas aquellas personas que de una forma u otra han contribuido a mi formación profesional.

Brenda Esther Leyva Barrio



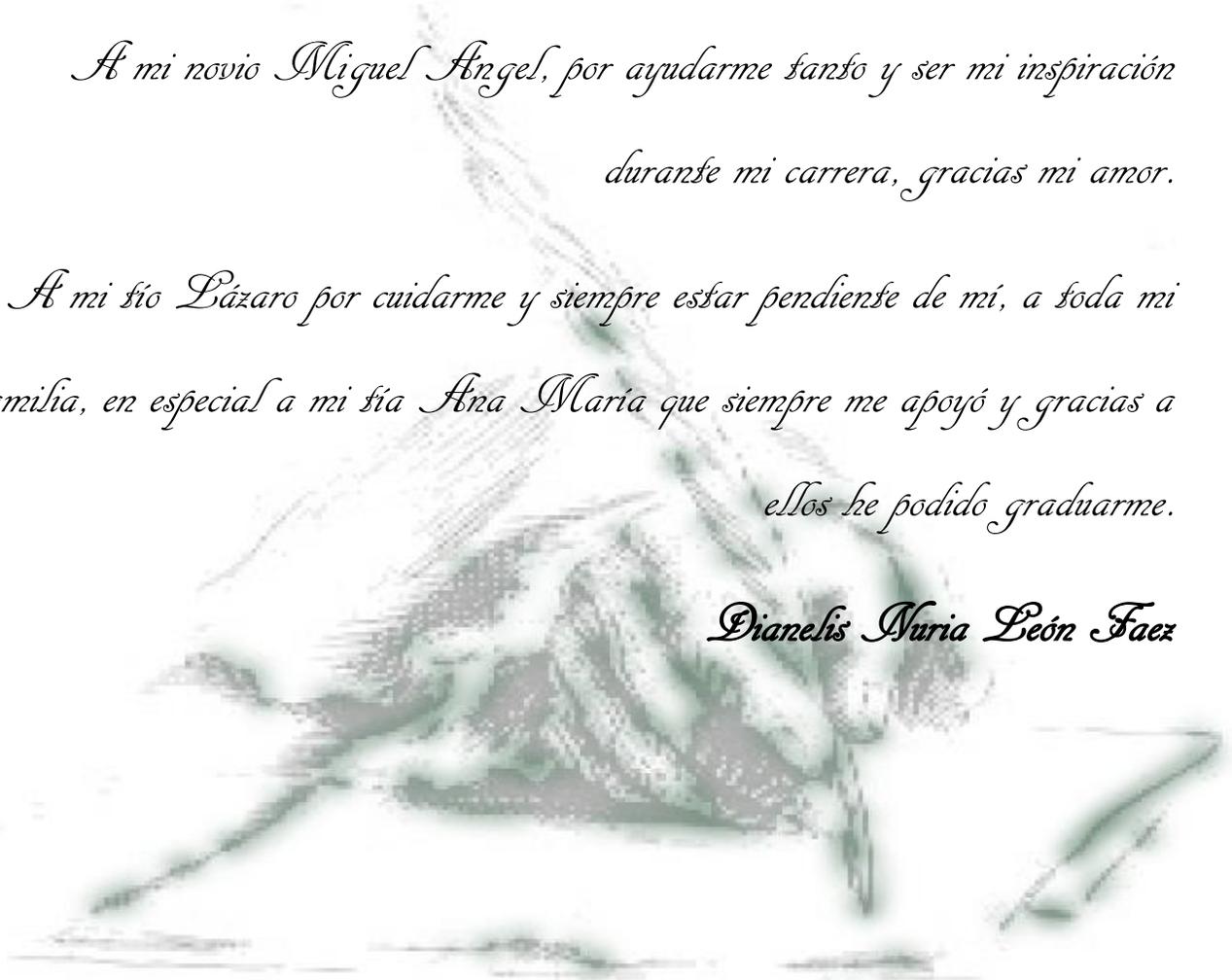
Dedico esta tesis a mi madre Norma, gracias por darme todo el amor y ser mi sostén en todo minuto, a mi padre José Luis por el apoyo y la confianza. A mi hermano Luisito por ser el mejor hermano del mundo.

Gracias por ser la base para llegar hasta donde estoy.

A mi novio Miguel Ángel, por ayudarme tanto y ser mi inspiración durante mi carrera, gracias mi amor.

A mi tío Lázaro por cuidarme y siempre estar pendiente de mí, a toda mi familia, en especial a mi tía Ana María que siempre me apoyó y gracias a ellos he podido graduarme.

Dianelis Nuria León Faez



RESUMEN

En la medicina actual existe un campo aplicado a la neuroinmunología, que realiza el estudio del líquido cefalorraquídeo (LCR). Entre las fórmulas establecidas para este tipo de estudios se ha generalizado la propuesta del doctor alemán Hansotto Reiber mediante el Reibergrama: diagrama donde básicamente se analiza de forma integrada la funcionalidad de la barrera sangre-LCR y la síntesis intratecal de inmunoglobulinas. Ésta se utiliza para el diagnóstico de enfermedades como la meningitis, infarto cerebral, esclerosis múltiple, entre otras. Uno de los centros investigativos que realiza este estudio es el Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo (LABCEL), entidad que tiene como función esencial: el estudio del LCR. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un componente para informatizar el proceso de realización del estudio neuroinmunológico del LCR en el LABCEL utilizando Reibergramas. Se realiza una descripción de las herramientas y tecnologías utilizadas, dando paso a la propuesta de solución. El componente desarrollado facilitará el trabajo de los especialistas del LABCEL, pues dispondrá de mayor rapidez en los procesos desarrollados en el centro. Posibilitando una mejor atención a los pacientes; además el personal médico contará con información referente a otros análisis realizados para efectuar estudios comparativos y poder emitir diagnósticos cada vez más precisos.

Palabras clave: barrera sangre-LCR, estudio neuroinmunológico, inmunoglobulinas, líquido cefalorraquídeo, Reibergramas, síntesis intratecal.

Índice general

Introducción	10
CAPÍTULO 1 Fundamentación teórica del estudio neuroinmunológico del Líquido Ceforraquídeo.....	15
1.1. Conceptos básicos asociados al dominio del problema.....	15
1.1.1. Neuroinmunología.....	15
1.1.2. Barrera hematoencefálica	15
1.1.3. Síntesis intratecal de inmunoglobulinas	15
1.1.4. Líquido ceforraquídeo (LCR)	15
1.2. Fórmulas para determinar la síntesis intratecal de inmunoglobulinas.....	16
1.2.1. <i>Tourtellotte</i>	16
1.2.2. <i>Link</i>	17
1.2.3. <i>Schuller</i>	17
1.2.4. Reibergrama	18
1.2.5. Evaluación de las fórmulas	20
1.3. Tendencias actuales	20
1.3.1. Ámbito internacional.....	21
1.3.2. Ámbito nacional.....	22
1.4. Herramientas y tecnologías a utilizar.....	24
1.4.1. Arquitectura cliente-servidor.....	24
1.4.2. Arquitectura en capas	24
1.4.3. Tecnologías a utilizar en el proceso de desarrollo.....	24
1.5. Metodologías de desarrollo de software.....	28
1.5.1. Proceso Unificado Ágil modificado para la UCI (AUP-UCI).....	28
1.5.2. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)	29
1.6. Ambiente de desarrollo	29
1.6.1. <i>Eclipse</i>	29
1.6.2. <i>JBoss Tool</i>	30
1.6.3. Sistemas de Gestión de Base de Datos. <i>PostgreSQL</i>	30
1.6.4. <i>Visual Paradigm</i>	31
1.6.5. <i>iReport</i>	31
1.8. Conclusiones parciales	32
CAPÍTULO 2 Características de la propuesta de solución	33
2.1. Modelo Conceptual	33
2.1.1. Descripción de los procesos del negocio.....	33
2.1.2. Diagrama de procesos del negocio	35
2.2. Propuesta de solución.....	38
2.3. Funcionalidades del componente.....	39
2.3.1. Requisitos funcionales	39
2.3.2. Requisitos no funcionales	40
2.4. Actores del sistema.....	41
2.5. Descripción de requisitos por procesos del componente:.....	41
2.5.1. RF1 Crear gráfica.....	42

2.5.2. RF2 Buscar gráfica	43
2.6. Conclusiones parciales	44
CAPÍTULO 3 Diseño, Implementación y Validación del componente.....	45
3.1. Descripción de la arquitectura utilizada	45
3.2. Modelo de Diseño	47
3.2.1. Patrones de Diseño.....	47
3.2.2. Diagrama de Clases del Diseño	48
3.2.3. Descripción de las clases de diseño.....	49
3.3. Modelo de Datos	51
3.4. Descripción de las tablas de la base de datos.....	52
3.5. Diagrama de Despliegue.....	55
3.6. Tratamiento de errores.....	56
3.7. Estándares de codificación.....	57
3.8. Validación de la solución propuesta	58
Prueba de Software.....	58
3.9. Conclusiones parciales	64
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	66
Referencias Bibliográficas	67
Bibliografía	69
Glosario de Términos.....	72
Anexos	73

Índice de Figuras

Figura 1 Reibergrama	19
Figura 2 Modelo Conceptual	33
Figura 3 Diagrama general de los procesos del negocio	35
Figura 4 Diagrama del proceso: P_1 Procesar muestras.....	36
Figura 5 Diagrama del proceso: P_2 Graficar diagrama de Reiber.....	37
Figura 6 Diagrama del proceso: P_3 Elaborar informe final.....	38
Figura 7 Arquitectura MVC	47
Figura 8 Diagrama de Clases de Diseño: AdicionarRibestudio.....	48
Figura 9 Diagrama de Clases de Diseño: AdicionarRibgrafica.....	49
Figura 10 Diagrama Entidad-Relación.....	52
Figura 11 Diagrama de Despliegue	56
Figura 12 Resultados de la primera iteración de las pruebas	63
Figura 13 Resultados de la segunda iteración de las pruebas.....	64

Índice de Tablas

Tabla 1 Comparación entre sistemas existentes	23
Tabla 2 Actor del sistema	41
Tabla 3 Descripción de requisitos por procesos "Crear gráfica"	42
Tabla 4 Descripción de requisitos por procesos "Buscar gráfica"	43
Tabla 5 Descripción de la clase controladora: "AdicionarRibestudio".....	50
Tabla 6 Descripción de la clase controladora: "AdicionarRibgrafica"	50
Tabla 7 Descripción de la tabla "LCR"	53
Tabla 8 Descripción de la tabla "Estudio"	55
Tabla 9 Escenarios de prueba para el descripción de requisitos por procesos "Crear gráfica" ..	60
Tabla 10 Descripción de las variables asociadas al requisito "Crear gráfica".....	61
Tabla 11 Juego de datos del requisito: Crear gráfica.....	61

Introducción

En la actualidad la sociedad está inmersa en un consumo generalizado de "bienes y servicios tecnológicos". Esto ha propiciado la comunicación inmediata, facilidad de acceso y recuperación de información digital. Además, ha favorecido a sistemas inteligentes para la interpretación semántica de datos, alta disponibilidad de información e interoperabilidad entre distintos sistemas informáticos.

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sector de la salud ha venido desarrollándose para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. En la medicina es importante la utilización de la tecnología, favoreciendo el desarrollo de herramientas dirigidas a dar respuesta en áreas como la investigación y prevención en el diagnóstico o tratamiento. Esto ayuda a disminuir las variabilidades y las diferencias del acceso a los servicios de salud de las personas. Es por ello que los servicios de salud están integrados e interconectados para hacer la práctica médica precisa, mejorar los métodos de diagnóstico y beneficiar a los pacientes. (1)

Cuba se ha vinculado de cierta forma al campo de la producción y distribución de software médico, con resultados positivos y reconocidos por los clientes. El uso de la informática médica, se ha hecho habitual a lo largo de los últimos años, dada su importancia y su necesidad. Para ello ha contado con metodologías novedosas, sencillas y eficientes de gestión administrativa en consultas, hospitales y centros investigativos. Brindando mejores servicios y confort a los pacientes, así como la facilidad en el trabajo para el personal médico y administrativo.

El Sistema Nacional de Salud cubano se encamina hacia la informatización de sus servicios. Este cuenta con centros dirigidos al estudio científico utilizando tecnologías novedosas para servir de apoyo a la asistencia médica. Uno de estos centros investigativos es el Laboratorio Central de Líquido Ceforraquídeo (LABCEL) (2). El objetivo fundamental de esta entidad es el estudio del Líquido Ceforraquídeo (LCR) y la barrera sangre-LCR lo que ha contribuido al reconocimiento dentro de sus semejantes cubanos y dentro del continente americano de sus neurocientíficos.

La imagenología es un conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano, o partes de él, con propósitos clínicos (procedimientos médicos que buscan revelar, diagnosticar o examinar enfermedades). A pesar de su desarrollo e impacto en el diagnóstico de las enfermedades neurológicas, esta no es capaz hasta el momento de ofrecer la información

que logra el análisis del LCR obtenido mediante la punción lumbar, cisternal o ventricular a pacientes. El análisis del LCR es un método menos costoso, seguro, y brinda información extensa y exacta de gran ayuda para los especialistas. El estudio del LCR se ha visto limitado en ocasiones debido a la utilización de modelos matemáticos que dificultan su aplicación práctica en la actividad médica asistencial.

Actualmente un grupo de médicos y especialistas cubanos trabajan en el diagnóstico de las diferentes patologías relacionados con el estudio del LCR tales como: la meningitis (bacteriana, fúngica, micobacteriana y amébrica), hemorragia (subaracnoidea, intracerebral e infarto cerebral), enfermedades neurológicas como: esclerosis múltiple, enfermedades desmielinizantes y el síndrome de Guillain Barré. (3)

Los médicos y especialistas antes mencionados utilizan el software *CSF Laboratory* en su versión 3.0 para realizar Reibergramas (diagrama donde básicamente se analiza de forma integrada la funcionalidad de la barrera sangre-LCR y la síntesis intratecal) a partir de la cuantificación de analitos albúmina e inmunoglobulinas: IgA, IgM e IgG. *CSF Laboratory* no es capaz de graficar los distintos tipos de diagramas de Reiber ni permite, en caso que se llegue a un nuevo descubrimiento, agregar nuevas gráficas y sus fórmulas correspondientes en tiempo de ejecución. Esto dificulta realizar el análisis de la funcionabilidad de la barrera sangre-LCR, conocer la existencia de síntesis intratecal de inmunoglobulinas y otras proteínas en el LCR y el suero de un paciente. La no existencia de estas funciones implica que el funcionamiento de la aplicación no sea eficiente y el tiempo de respuesta para los diferentes análisis del LCR, no sea el más adecuado.

Los valores clínicos obtenidos en el análisis de proteínas como IgE, Mbl, C3c y C4, solo existen en formato duro, los cuales pueden deteriorarse o perderse. Al mismo tiempo los especialistas elaboran los diagramas de Reiber y los procesos estadísticos relacionados con los nuevos descubrimientos de forma manual. Esto implica gastos de materiales de oficina, deterioro o pérdida de los resultados de los análisis y demora en la entrega de los mismos a los pacientes afectados.

Sin el análisis de estos diagramas no se obtienen diagnósticos con valores precisos y, por tanto, disminuye la calidad de la atención a los pacientes en el LABCEL. El descubrimiento de patrones básicos de comportamiento de enfermedades inmunodegenerativas se vuelve engorroso y se

dificulta la realización de estudios comparativos y epidemiológicos que contribuyen a la estadística médica y la docencia.

Basado en lo antes expuesto se identifica como **problema a resolver**: ¿Cómo contribuir a la elaboración de Reibergramas en la realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo en el LABCEL?

En correspondencia con el problema el **objeto de estudio** lo constituye: el proceso de realización de Reibergramas en el estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo.

Para dar solución al problema antes mencionado se define como **objetivo general**: Desarrollar un componente informático para la elaboración de Reibergramas en la realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo en el LABCEL, utilizando fórmulas de Reiber para determinar la síntesis intratecal de inmunoglobulinas.

El **campo de acción** delimita el objeto de estudio en: las fórmulas de Reiber para la determinación de la síntesis intratecal de inmunoglobulinas.

Para dar cumplimiento al objetivo general se han derivado las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Elaborar el marco teórico referencial sobre el estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo.
2. Analizar los procesos que se llevan a cabo en el Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo.
3. Generar los artefactos correspondientes al análisis del problema según la metodología.
4. Implementar un componente informático para contribuir en la realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo.
5. Validar los resultados alcanzados en la propuesta de solución a partir de los métodos y técnicas definidas en la investigación.

Los métodos teóricos que se utilizaron para cumplir con las tareas a desarrollar son:

- **Análisis histórico-lógico**: fue de gran importancia para elaborar la fundamentación teórica de la investigación. Permitió estudiar lo más relevante en el plano teórico acerca del comportamiento de la barrera sangre-LCR, las metodologías, herramientas y tecnologías que se utilizaron para el desarrollo del componente y para el estudio de software existentes en Cuba y el mundo.

- **Inductivo-Deductivo:** se utilizó para el planteamiento del objetivo y la extracción de las ideas fundamentales para la elaboración y fundamentación de la investigación del trabajo de diploma.
- **Analítico-sintético:** este método se utilizó en todo el proceso investigativo permitiendo descomponer todo el problema en varias partes que posibilitan una mejor comprensión del mismo. Se usó para analizar la bibliografía encontrada referente al tema en cuestión y sintetizar los aspectos más importantes para la investigación.

Los métodos empíricos que se utilizaron para obtener información sobre el objeto de estudio son:

- **Observación:** se realizaron visitas al LABCEL, para hacer un registro visual y modelado de los procesos que se llevan a cabo en la actualidad en el centro.
- **Entrevista:** se realizaron entrevistas a los trabajadores del LABCEL con el objetivo de llegar a un acuerdo sobre la necesidad actual de los pacientes y lo que el cliente quiere que tenga el producto, además de recopilar toda la información necesaria para el desarrollo del trabajo.

Con el desarrollo de la investigación se esperan los siguientes **beneficios:**

- Agilizar los procesos: Procesar muestras, Graficar diagramas de Reiber y Elaborar informe final, que se realizan en el LABCEL para llevar a cabo el estudio neuroinmunológico del LCR.
- Facilitar la realización de estudios comparativos realizados a pacientes para aumentar la precisión de los diagnósticos médicos.
- Aumentar el control y seguimiento de las enfermedades neuroinmunológicas en los pacientes para su detección de forma anticipada.
- Disponibilidad de una herramienta que satisface las necesidades reales y actuales de los especialistas y pacientes del LABCEL en la obtención del estudio del LCR.

A continuación, se presenta un breve resumen de los capítulos en que se distribuye el desarrollo de la investigación:

Capítulo 1: fundamentación teórica del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo: este capítulo contiene los conceptos asociados al dominio del problema planteado. Se realiza una valoración de los principales sistemas informáticos desarrollados que gestionan información

sobre el LCR. Se justifican las tecnologías, metodologías y herramientas que fueron utilizadas para el desarrollo del software a utilizar.

Capítulo 2: características de la propuesta de solución: este contiene una descripción de los procesos de negocio con la información que será utilizada en la implementación del componente. Se realiza el modelado de los procesos que se llevan a cabo en el estudio, así como su descripción. Se plantea la propuesta del componente, para la cual se identificaron los requisitos funcionales y no funcionales.

Capítulo 3: diseño, implementación y validación del componente: en este capítulo se realiza la modelación detallada y la definición de la estructura del componente. Explica los aspectos referentes a la arquitectura de software, identificando el patrón arquitectónico a utilizar. Se describe y se detallan las especificaciones del estándar de codificación a adoptar. Además, se hace una validación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 1 Fundamentación teórica del estudio neuroinmunológico del Líquido Cefalorraquídeo

En el presente capítulo se muestra el resultado del análisis de la información relacionada con el objeto de estudio que lo constituye: el proceso de realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo, con el objetivo de profundizar en los conceptos que brindan información a la investigación. Se realiza el análisis del estado del arte de los sistemas que usan Reibergramas para el análisis del LCR y se explican las características de las diferentes tecnologías y herramientas propuestas para dar solución al problema.

1.1. Conceptos básicos asociados al dominio del problema

1.1.1. Neuroinmunología

La Neuroinmunología es una rama de la inmunología y la neurología que estudia no sólo los fenómenos inmunológicos en el cerebro, sino también los centros nerviosos que intervienen en la respuesta inmune. Contribuye al desarrollo de nuevos tratamientos farmacológicos para varias afecciones neurológicas. Para comprobar lo que sucede en el cerebro a nivel molecular, se ha recurrido al estudio del líquido cefalorraquídeo (LCR) y a través de éste se trata de llegar a un diagnóstico certero. (4)

1.1.2. Barrera hematoencefálica

La barrera hematoencefálica es una barrera protectora entre los vasos sanguíneos del cerebro y los tejidos cerebrales que permite que la sangre fluya libremente hacia el cerebro. Impide el contacto entre la mayoría de las sustancias del torrente sanguíneo y las células cerebrales. Es una meta a largo plazo de esta área de investigación, el rápido desarrollo en profundizar la comprensión de la patología de ciertas enfermedades. (5)

1.1.3. Síntesis intratecal de inmunoglobulinas

Describe el proceso de síntesis que se lleva a cabo en el espacio lleno de líquido localizado entre las delgadas capas de tejido que recubren el cerebro y la médula espinal.

1.1.4. Líquido cefalorraquídeo (LCR)

El líquido cefalorraquídeo (LCR), actúa como un amortiguador, protegiendo el cerebro y la columna de una lesión.

La función del líquido cefalorraquídeo es la de proteger, alimentar, lubricar, ayudar en la función eléctrica al sistema nervioso central, entre otras. Proporciona el medio más adecuado para la supervivencia y función del principal sistema de coordinación y comunicación del cuerpo humano.

(6)

El líquido cefalorraquídeo tiene varias funciones entre las que se destacan (7):

- Sirve de vehículo para transportar los nutrientes al cerebro y elimina metabolitos del sistema nervioso central.
- Permite el diagnóstico de diversas enfermedades neurológicas y constituye una vía de entrada para la anestesia epidural.
- Cumple funciones de nutrición del encéfalo.
- Sirve como depósito y ayuda en la regulación del contenido del cráneo.

1.2. Fórmulas para determinar la síntesis intratecal de inmunoglobulinas

Existen varias fórmulas que, relacionando las concentraciones de diferentes proteínas en el LCR o las del LCR con las del suero, permiten evaluar el estado de la barrera hematoencefálica y la síntesis intratecal de inmunoglobulinas. De ellas, las más utilizadas son:

1. Tourtellotte(8)
2. Link (9)
3. Schuller (10)
4. Reiber (11)

Estos índices presentan su máxima utilidad en aquellos casos que no queda demostrada la presencia de bandas oligoclonales en el LCR mediante estudios electroforéticos. Es aconsejable que las muestras de LCR y de suero se procesen en la misma serie analítica.

1.2.1. *Tourtellotte*

La razón de IgG, descrita por *Tourtellotte* en 1971, representa el cociente entre las concentraciones de IgG y de albúmina en el LCR. Se asume que un aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica conduce a un aumento proporcional en las concentraciones en el LCR tanto de albúmina como de IgG. Por lo tanto, esta razón no debería modificarse ante alteraciones aisladas de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica. Contrariamente, se eleva si existe un aumento de síntesis intratecal de

inmunoglobulinas. El valor de esta razón en adultos sanos es inferior a 0,25; valores por encima de 0,27 son indicativos de síntesis intratecal de IgG (hasta un 70% de pacientes con esclerosis múltiple presenta valores superiores a 0,27). Sin embargo existen situaciones que se dan, como las alteraciones de permeabilidad de la barrera hematoencefálica y el aumento de la síntesis intratecal de inmunoglobulinas. Para discriminar correctamente si el aumento de concentraciones de IgG en el LCR es debido al primer proceso o al segundo, se utiliza el Índice de Link.

$$\text{Cociente de Albúmina} = \frac{Alb_{LCR} (mg/L)}{Alb_S (g/L)}$$

1.2.2. *Link*

El índice de *Link* o de IgG establece una corrección para eliminar la contribución o el efecto del paso de las inmunoglobulinas plasmáticas hacia el sistema nervioso central en condiciones de funcionalismo normal de la barrera hematoencefálica, teniendo en cuenta a la vez el paso de proteínas por alteración de esta barrera. Constituye el indicador más utilizado de todos los índices establecidos mediante la medición de las concentraciones de las distintas proteínas en el LCR y en el plasma. El intervalo de referencia del índice de *Link* se sitúa entre 0,3 y 0,7; valores superiores a 0,7 indican aumento de la síntesis intratecal de inmunoglobulinas. En aproximadamente un 90% de pacientes con esclerosis múltiple, el índice de *Link* es superior a 0,7.

$$\text{Índice de IgG} = \frac{IgG_{LCR} * Alb_S}{IgG_S * Alb_{LCR}}$$

1.2.3. *Schuller*

La fórmula de *Schuller* y *Sagar* parece el más sensible, detectando la síntesis local del sistema nervioso IgG central en el 79% de los pacientes con EM, en comparación con el 54% de los pacientes con EM que utiliza el índice de *Tibbling* y compañeros de trabajo y el 50% de los pacientes con EM utilizando *Tourtellotte* fórmula. No hay correlación entre el suero y las concentraciones de albúmina en el líquido cefalorraquídeo, ni entre la albúmina sérica y los niveles de IgG en el líquido cefalorraquídeo. Por lo tanto, no existe evidencia para apoyar la inclusión de las variaciones en los niveles de albúmina sérica en el cálculo de la síntesis intratecal de IgG. Por otra parte, la fórmula *Schuller* y de *Sagar* permite la clasificación de las enfermedades neuroinmunitarios y la evaluación de la actividad del anticuerpo específico (ASA) en la IgG producida localmente. La comparación de síntesis

intratecal de IgG ASA con suero IgG ASA, que refleja la inmunidad local y general, respectivamente, parece potencialmente importante.

$$\text{Ratio de IgG} = \frac{\text{IgG}_{\text{LCR}}(\text{mg/L})}{\text{Alb}_{\text{LCR}}(\text{mg/L})}$$

1.2.4. Reibergrama

El Reibergrama o diagrama de las razones de Reiber constituye una herramienta fundamental para el análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR). Se basan en la relación hiperbólica entre la razón albúmina (QAlbúmina) y las razones de inmunoglobulinas (QIg).

Los analitos son una especie química que pueden ser identificados y cuantificados, es decir, determinar su cantidad y concentración en un proceso de medición química. Para confeccionar un reibergrama, se utilizan los siguientes analitos: albúmina como proteína marcadora y otras proteínas como IgA, IgM, IgG, IgE, MBL, C3c y C4, tanto en LCR como en el suero. La razón LCR/suero (Q) es el cociente obtenido de la división entre la concentración del analito en LCR y en suero.

El reibergrama consta de las siguientes partes:

- La curva superior hiperbólica más fuerte representa la línea de discriminación entre la fracción de inmunoglobulinas proveniente de la sangre y la fracción proveniente del cerebro.
- Valores por encima de la línea hiperbólica indica que hay síntesis intratecal de IgG, IgA o IgM. Las líneas discontinuas indican en qué medida ha ocurrido la síntesis intratecal como fracción intratecal (FI IgG, FI IgA o FI IgM) expresada en porcentaje con 20%, 40%, 60% y 80% del total de inmunoglobulina medida en el LCR, donde la línea de discriminación es la referencia del 0% de síntesis intratecal.
- También el reibergrama brinda información sobre la barrera sangre LCR; la primera barra vertical (Qalb= 5) indica el límite superior normal hasta los 15 años, la segunda (Qalb= 6,5) hasta los 40 años y la tercera (Qalb= 8) hasta los 60 años. Valores superiores a éstos, de acuerdo con la edad, indican una disfunción de la barrera sangre LCR. (12)

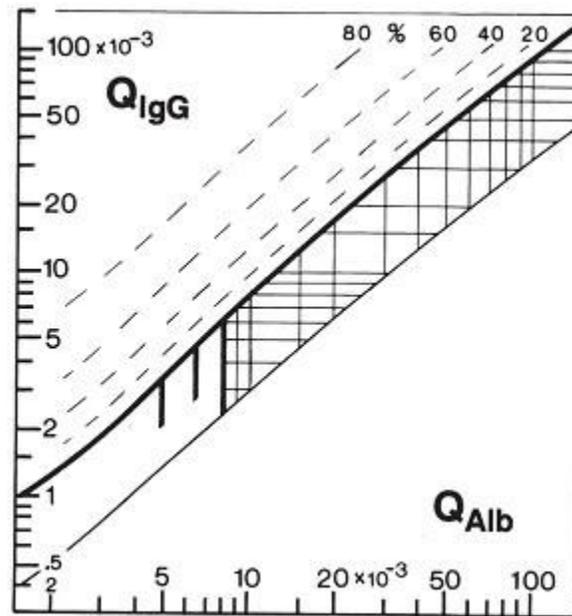


Figura 1 Reibergrama

La función hiperbólica general:

$$Qlg = a/b\sqrt{(Qalb^2 + b^2)} - c$$

Donde a/b , b^2 y c se han reportado para Q (lim), Q_{media} y Q_{bajo} del rango de referencia para la IgG, IgA e IgM derivada de la sangre en LCR.

Los valores superiores límites Q (lim) de los rangos de referencia del reibergrama se describen como:

$$Qlim(IgA) = 0.77 \sqrt{(Qalb^2 + 23 \times 10^{-6})} - 3.1 \times 10^3$$

$$Qlim(IgG) = 0.93 \sqrt{(Qalb^2 + 6 \times 10^{-6})} - 1.7 \times 10^3$$

$$Qlim(IgM) = 0.67 \sqrt{(Qalb^2 + 120 \times 10^{-6})} - 7.1 \times 10^3$$

Ventajas que ofrece el Reibergrama (13):

- Permite conocer las condiciones de la barrera sangre LCR y si hay síntesis de inmunoglobulinas.
- Puede comprobar parte del aseguramiento de la calidad del análisis y puede sugerir al neurólogo o el clínico la posibilidad de un análisis adicional para llegar a un diagnóstico para el laboratorio.

- Contribuye a conocer la causa de la enfermedad en el caso de que esté producida por un microorganismo (con otras pruebas adicionales como el índice de anticuerpo) que provoca el proceso inflamatorio.
- Detecta la presencia de un tumor metastásico intratecal, monitoriza la eficacia de terapias y el curso de una enfermedad, así como saber el origen orgánico cerebral de síntomas psiquiátricos, la detección temprana de una infección posquirúrgica o el pronóstico clínico resultado de una hipoxia o infarto cerebral a partir de pistas que se abren cuando se realiza el reibergrama.

1.2.5. Evaluación de las fórmulas

Al realizar el análisis bibliográfico relacionado con las investigaciones que abordan el tema del estudio neuroinmunológico del LCR para la determinación de la síntesis intratecal de inmunoglobulinas, se evidencia que existen varias fórmulas que pueden solucionar esta problemática, debido a su impacto en la mortalidad y repercusión en la calidad de vida de las personas.

Existen algunas bibliografías que hacen una descripción entre las diversas fórmulas descritas anteriormente (14–17). Según los autores Souverjin, Sten Ohman y James Peter que hacen una comparación de dichas fórmulas, recomiendan la utilización de la fórmula de Hanssotto Reiber (17) llamada Reibergramas para realizar dicho estudio.

Como parte de la investigación se concluye que la elaboración de Reibergramas permite descartar otras enfermedades tales como las infecciones oportunistas, neurotuberculosis y enfermedad inflamatoria autoinmune. Representan la mejor manera de caracterizar la función de la barrera hematoencefálica-líquido cefalorraquídeo y la síntesis intratecal de las inmunoglobulinas en enfermedades neurológicas.

1.3. Tendencias actuales

Realizar un estudio de las tecnologías en dependencia del lenguaje de programación a utilizar, es una de las partes más indispensable en el inicio de un software, definiendo cuáles son las herramientas y técnicas a utilizar para desarrollar un software con la calidad requerida.

Debido a la evolución en el mundo del software se han desarrollado sistemas para el estudio del LCR, mejorando la calidad y grado de compromiso de los productos desarrollados. A continuación, se hace una exposición centrada en los sistemas que apoyan este estudio.

1.3.1. **Ámbito internacional**

CSF Research Tool – Reibergrams 4.0

CSF Research Tool (18) es un sistema que permite la evaluación numérica y gráfica de grupos de pacientes para su uso en los estudios clínicos y control de terapia. Fue desarrollada por Werner Albaum junto a Hansotto Reiber, profesor de la Universidad de Göttingen (Alemania).

Principales características:

- Realiza el cálculo de estadísticas para la síntesis intratecal de inmunoglobulinas en los grupos de pacientes y de funciones matemáticas para el análisis de LCR de un solo paciente.
- Efectúa el análisis gráfico de múltiples pacientes en una misma vista.
- Muestra en Reibergramas el diagnóstico y las interpretaciones estadísticas de los datos.

La caracterización de niveles de importancia para trastornos de la barrera sangre-LCR patológico o síntesis intratecal de proteínas. Los datos procesados en esta herramienta permiten:

- Crear y seleccionar los juegos de datos para la evaluación gráfica en los Diagramas de LCR / suero.
- Realizar el cálculo estadístico para los trastornos de la barrera sangre-LCR.
- Efectuar el cálculo del nivel de importancia por la comparación con el grupo de control (t-Test).

CSF Laboratory 3.7 (LCR Laboratorio 3.7)

CSF Laboratory (19) es un sistema para apoyar la evaluación e interpretación de líquido cefalorraquídeo (LCR) y los parámetros de laboratorio relacionados. Está basado en el conocimiento creado en colaboración a largo plazo con el Prof. Hansotto Reiber de Göttingen, Alemania, el principal experto internacional en el análisis del LCR. Está disponible en los siguientes idiomas: inglés, alemán, francés y español.

Principales características:

- Apoya la evaluación e interpretación del líquido cefalorraquídeo (LCR) relacionando los parámetros de laboratorio.
- El software se suministra con una base de datos SQL para archivar y conservar los datos.

- Evalúa e interpreta los datos disponibles.
- No realiza el análisis gráfico de múltiples muestras en una misma interfaz, haciendo más complejo el trabajo al establecer comparaciones.
- Los datos de proteínas se visualizan con Reibergramas.
- Puede dar formato a los resultados en un documento o archivo PDF y activar la impresión.
- Permite el análisis de un solo paciente.

1.3.2. **Ámbito nacional**

Neuroinmunolab

La herramienta Neuroinmunolab (20) es un sistema de menús tipo “*pull-down*” que interrelaciona, de modo fácil y amigable para el usuario, aspectos de tratamientos de base de datos, procesamiento aritmético, procesamiento de gráficos y toma de decisiones, con sistemas de ayuda “*on-line*”.

Esta aplicación fue desarrollada en el año 1993 por el Instituto Central de Investigaciones Digitales (ICID) en coordinación con el Hospital Pediátrico de San Miguel del Padrón. A pesar de la labor dedicada para su fabricación actualmente no se cuenta con esta, sólo existen publicaciones científico-técnicas que exponen sus características y funcionalidades fundamentales. La pérdida tuvo lugar cuando se realizaron las migraciones en Cuba al sistema operativo *Windows XP*, que no se tuvieron en cuenta los procedimientos de seguridad para salvar la información referente al mismo. Posteriormente dejó de funcionar y aplicarse en institución hospitalaria.

El sistema está hecho en Turbo Pascal, versión 5.5 y cuenta con un manual de usuario disponible en inglés y español.

Opciones fundamentales del sistema:

- Manejo de base de datos: el usuario tiene la posibilidad de crear una base de datos nueva, abrir una creada, listar los elementos, actualizar o adicionar un paciente. Es compatible con el sistema de bases de datos *DBASE PLUS* lo que permite que una base de datos creada para otra aplicación pueda ser utilizada por la base de datos creada o viceversa.

- Resolución de fórmulas: realiza los cálculos de más de veinte fórmulas, entre los que se encuentran los índices, razones, además de las fórmulas *Tibbling* y *Link*, *Tourtellotte*, *Schuller*, *Reiber*, *Felgenhauer* y *Ohman*, entre otras.
- Gráficos: salida gráfica de los resultados por pantalla o por impresor.

Elaboración de un reporte por paciente y por fórmula, que muestra los resultados y en base a ello da un diagnóstico o sugiere la evaluación de otras fórmulas para obtener más información al respecto, y en algunos casos ofrece recomendaciones terapéuticas.

En la **Tabla 1** Comparación entre sistemas existentes se puede evidenciar las principales desventajas que presentan los sistemas, evidenciando que no son idóneas para darle solución al objetivo planteado:

- *CSF Research Tool* realiza varios estudios sobre un Reibergramas mientras que los otros solo realizan uno lo que no posibilita realizar estudios comparativos.
- Estos sistemas no permiten cuantificar las inmunoglobulinas: IgE, Mbl, C3c y C4, debido a que sus descubrimientos fueron posterior a la creación de los mismos.
- Estos sistemas no son multiplataforma, ya que requieren instalación y actualización personalizada.
- Son sistemas de licencia privativa, las cuales no permiten modificar ni añadir nuevas funcionalidades al código.
- Son aplicaciones de escritorio por lo que su acceso se limita al ordenador donde están instaladas.
- *CSF Research Tool* no presenta base de datos lo cual no permite guardar información y los restantes presentan base de datos locales, impidiendo su uso por más de un especialista al mismo tiempo creando demoras en los procesos.

Tabla 1 Comparación entre sistemas existentes

Software	Múltiples estudios	No cuantifica	Plataforma	Licencia	Tipo de software	Base de Datos
CSF Research Tool	SI	IgE,Mbl,C3c y C4	Win XP	Privativa	Escritorio	-
CSF Laboratory	NO	IgE,Mbl,C3c y C4	Win XP	Privativa	Escritorio	InstantDB
Neuroinmunolab	NO	IgE,Mbl,C3c y C4	MS-DOS v 3.3	Privativa	Escritorio	dBase III+

1.4. Herramientas y tecnologías a utilizar

1.4.1. Arquitectura cliente-servidor

La arquitectura cliente-servidor es un modelo de aplicación distribuida, en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Esta arquitectura consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a otro programa (el servidor) que le da respuesta. Aunque esta idea se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras. La interacción cliente-servidor es el soporte de la mayor parte de la comunicación por redes.

1.4.2. Arquitectura en capas

La arquitectura basada en capas es la vista conceptual de la estructura de la arquitectura de una aplicación. Se enfoca en la distribución de roles y responsabilidades de forma jerárquica facilitando una forma muy efectiva de separación de responsabilidades. El rol indica el modo y tipo de interacción con otras capas, y la responsabilidad indica la funcionalidad que está siendo desarrollada. Describe la descomposición de servicios de forma que la mayoría de la interacción ocurre solamente entre capas vecinas.

1.4.3. Tecnologías a utilizar en el proceso de desarrollo

Siguiendo la arquitectura definida en el Centro de Informática Médica, se utilizarán tecnologías y herramientas que permitan su uso sin necesidad del pago por su licencia. A continuación, se describe el lenguaje de programación empleado y se presentan las tecnologías asumidas, según su ubicación dentro de la arquitectura en capas (presentación, negocio, acceso a datos). Se mostrará además una relación de las herramientas propuestas para el desarrollo del componente en cuestión.

1.4.3.1. Java

El lenguaje de programación *Java*, es un lenguaje orientado a objeto, de una plataforma independiente. Fue desarrollado por la compañía *Sun Microsystems*, con la idea original de usarlo para la creación de páginas WEB. Permite modularidad por lo que se pueden hacer rutinas individuales que sean usadas por más de una aplicación y además aprueba el desarrollo de aplicaciones bajo el modelo Cliente-Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar.

1.4.3.2. Capa de presentación

La capa de presentación realiza ciertas funciones que se piden con suficiente frecuencia para justificar la búsqueda de una solución general, en lugar de dejar que cada usuario resuelva los problemas. En particular, y a diferencia de todas las capas inferiores que se interesan solo en mover bits de manera confiable de acá para allá la capa de presentación se ocupa de la sintaxis y la semántica de la información que se transmite.

Java Server Faces (JSF)

JSF (*Java Server Faces*) es un framework de desarrollo para crear aplicaciones J2EE basado en el patrón MVC (Modelo Vista Controlador). Utiliza páginas JSP para generar las vistas, añadiendo una biblioteca de etiquetas propia para crear los elementos de los formularios HTML. Asocia a cada vista con formularios un conjunto de objetos java manejados por el controlador (*managed beans*) que facilitan la recogida, manipulación y visualización de los valores mostrados en los diferentes elementos de los formularios. Introduce una serie de etapas en el procesamiento de la petición. Es extensible, pudiendo crearse nuevos elementos de la interfaz o modificar los ya existentes y maneja un sencillo fichero de configuración para el controlador en formato XML.

RichFaces

RichFaces es una biblioteca de código abierto basada en Java que permite crear aplicaciones web con *Ajax*. Está desarrollado y mantenido por JBoss. Se integra perfectamente en el ciclo de vida de JSF, incluye funcionalidades *Ajax*, de modo que nunca vemos el *JavaScript* y tiene un contenedor *Ajax* propio, contiene un set de componentes visuales, los más comunes para el desarrollo de una aplicación web rica (*Rich Internet Application*), con un número bastante amplio que cubren casi todas nuestras necesidades, soporta *facelets*, soporta *css themes* o *skins*, es un proyecto *open source*, activo y con una comunidad también activa.

Ajax4jsf

Ajax4jsf es un proyecto de un marco de código abierto que añade capacidades de *Ajax* de forma limpia y sin añadir código *JavaScript* a la *JavaServerFaces* framework de aplicaciones web. El funcionamiento del framework es sencillo. Mediante sus propias etiquetas se generan eventos que envían peticiones al contenedor *Ajax*. Estos eventos se pueden producir por pulsar un botón, un enlace, una región específica de la pantalla, un cambio de estado de un componente, cada cierto tiempo. En definitiva, *Ajax4jsf* permite dotar a nuestra aplicación JSF de contenido mucho más profesional con muy poco esfuerzo.

Facelets

Facelets es un framework para plantillas (*templates*) centrado en la tecnología JSF (*JavaServer Faces*) como lenguaje por defecto, por lo cual se integran de manera muy fácil. Provee un proceso de compilación más rápido que JSP. No depende de un contenedor Web. Se basa en algunas de las ideas de *Apache Tiles* y *Tapestry*. Trata los bloques de los elementos HTML como componentes del marco apoyados por las clases de Java.

XHTML

XHTML es un lenguaje similar a HTML, pero con algunas diferencias que lo hacen más robusto y aconsejable para la modelación de páginas web con adaptaciones para que sea compatible con el lenguaje XML. Las siglas corresponden con las palabras inglesas *Extensible Hypertext Markup Language* (Lenguaje Extensible de Marcación Hipertexto). Es más estricto a nivel técnico, pero esto permite que posteriormente sea más fácil al hacer cambios o buscar errores entre otros. Su objetivo es avanzar en el proyecto del *World Wide Web Consortium* de lograr una web semántica, donde la información, y la forma de presentarla estén claramente separadas.

Seam UI

Seam UI (Interfaz de Usuario de la Costura) es un marco web de próxima generación que integra tecnologías estándar de Java EE con una amplia variedad de tecnologías no estándar en un modelo coherente, unificada de programación. *Seam* impulsó el desarrollo de *Web Beans* (JSR-299) y continúa desarrollando innovaciones que están cambiando la cara del desarrollo web y mejoras a JSF.

1.4.3.3. Capa de negocio

La capa de negocios ocupa un lugar preeminente en la construcción de una infraestructura de software, al permitir el crecimiento y la extensión de servicios para todas las aplicaciones existentes y futuras. Además, brinda soporte de persistencia e implementación de la lógica de negocio.

Seam

Seam es una potente plataforma de integración de tecnologías que tiene como objetivo facilitar el desarrollo de aplicaciones JEE (sobre todo aplicaciones web) de código abierto. Ha sido diseñado desde cero para eliminar la complejidad, en los niveles de arquitectura y el API. Es

declarativo y al mismo tiempo elimina los errores más comunes encontrados en las aplicaciones web tradicionales.

1.4.3.4. Capa de acceso a datos

En la capa de acceso a datos se gestiona el acceso a los datos almacenados de la aplicación. Se emplean gestores de bases de datos que realizan la recuperación y el almacenamiento físico de los datos a partir de solicitudes de la capa de negocio. Esta capa hace uso de una propiedad denominada persistencia de objetos, que permite vincular objetos de bases de datos relacionales a objetos de lenguajes de programación como Java, para aumentar el nivel de abstracción y facilitar el acceso a los datos desde la capa de negocio.

Hibernate

Hibernate es una herramienta de Mapeo objeto-relacional (ORM) que está bajo la licencia de código abierto GNU *Lesser General Public License* (LGPL) y se puede descargar gratis. Es un servicio de alto rendimiento y muy popular entre las aplicaciones *Java* e implementa la API de *Java Persistence*. Facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer estas relaciones.

Enterprise Java Beans (EJB3)

La tecnología de *Enterprise JavaBeans* (EJB) es la arquitectura de componentes de servidor para *Java Platform, Enterprise Edition* (Java EE) que permite el desarrollo rápido y simplificado de aplicaciones distribuidas, transaccionales, seguras y portátiles basados en la tecnología Java. Brinda comunicación remota, control de la concurrencia, servicios de nombre y directorios. Es una de las interfaces de programación de aplicaciones (API) que forman parte del estándar de construcción de aplicaciones empresariales J2EE (ahora JEE) de *Oracle Corporation* (inicialmente desarrollado por Sun Microsystems).

Java Persistence API (JPA)

La API de *Java Persistence* (JPA) es un framework del lenguaje de programación Java que maneja datos relacionales en aplicaciones. Fue desarrollada por el grupo de expertos de software 3.0 EJB como parte de JSR 220, proporciona un modelo de persistencia POJO para el mapeo objeto-relacional. Puede ser utilizada directamente por las aplicaciones web y clientes de aplicaciones, e incluso fuera de la plataforma *Java EE*. Ha sido incluida en el estándar EJB3.

1.4.3.5. Java Enterprise Edition 8 (JEE 8)

Java EE 8 (JSR aprobados el 22/09/2014) su foco principal es el soporte para HTML5 y el estándar emergente HTTP 2.0 que brinda apoyo a los eventos enviados por el servidor API de Java para JSON Binding (JSR-367) basado en la acción Modelo Vista Controlador (MVC) (JSR-371) para complementar el JSF basado en componentes *JCache* (JSR-107). Tiene mayor simplificación y ha logrado la integración de frijol; y mejora de la infraestructura de aplicaciones que se ejecutan en la nube, continuando la dirección de una mayor simplificación, al tiempo que amplía la gama de la plataforma *Java EE* para abarcar las nuevas tecnologías en el espacio web y en la tecnología de nube.

1.4.3.6. JBoss Application Server

JBoss Enterprise Application Platform es la plataforma para aplicaciones Java líder en la industria, integrada, simplificada y proporcionada por el líder en software de código abierto para empresas son sencillas, abiertas y asequibles. Con la Plataforma de Aplicaciones *JBoss Enterprise*, la creación y alojamiento de servicios en una arquitectura orientada a servicios es sencilla, abierta y asequible. Ya sea para migrar hacia un escenario basado en estándares más flexible, o para crear aplicaciones de última generación.

1.4.3.7. Java Virtual Machine

Una máquina virtual Java (en inglés *Java Virtual Machine*, JVM) es una máquina virtual de proceso nativo, es decir, ejecutable en una plataforma específica, capaz de interpretar y ejecutar instrucciones expresadas en un código binario especial (el *bytecode Java*), el cual es generado por el compilador del lenguaje *Java*. Tributa portabilidad al lenguaje, de manera que desde *Sun Microsystems* se han creado diferentes máquinas virtuales java para diferentes arquitecturas. Tan solo es necesario disponer de dicha máquina virtual para dichos entornos.

1.5. Metodologías de desarrollo de software

Para el desarrollo del componente se seguirán las pautas de la metodología Proceso Unificado Ágil (AUP-UCI), haciendo uso del Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) como lenguaje de modelado.

1.5.1. Proceso Unificado Ágil modificado para la UCI (AUP-UCI)

Al no existir una metodología de software universal, pues toda metodología debe ser adaptada a las características de cada proyecto (equipo de desarrollo, recursos, etc.) exigiéndose así que el

proceso sea configurable. En la universidad se decide hacer una variación de la metodología “Proceso Unificado Ágil” (AUP por sus siglas en inglés), de forma tal que se adapte al ciclo de vida definido para los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Dicha definición se basa en una variación de dicha metodología en unión con el modelo CMMI-DEV v 1.3. El cual constituye una guía para aplicar las mejores prácticas en una entidad desarrolladora. Estas prácticas se centran en el desarrollo de productos y servicios de calidad.

Esta metodología define cuatro escenarios para modelar el sistema en los proyectos:

- **Escenario No 1:** Modelado del negocio con CUN
- **Escenario No 2:** Modelado del negocio con MC
- **Escenario No 3:** Modelado del negocio con DPN
- **Escenario No 4:** Modelado del negocio con HU

Según el negocio de la investigación el escenario más adecuado es el escenario No 3, el cual cumple con las siguientes características:

Escenario No 3: Aplica a los proyectos que hayan evaluado el negocio a informatizar y como resultado obtengan un negocio con procesos muy complejos, independientes de las personas que los manejan y ejecutan, proporcionando objetividad, solidez, y su continuidad. Se debe tener presente que este escenario es muy conveniente si se desea representar una gran cantidad de niveles de detalles y la relaciones entre los procesos identificados.

1.5.2. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés) es un estándar OMG diseñado para visualizar, especificar, construir y documentar software orientados a objetos. Permite comunicar la estructura de un sistema complejo, especificar el comportamiento deseado del sistema, comprender mejor lo que estamos construyendo y descubrir oportunidades de simplificación y reutilización. El UML tiene una notación gráfica muy expresiva que permite representar en mayor o menor medida todas las fases de un proyecto informático: análisis, diseño, implementación y configuración.

1.6. Ambiente de desarrollo

1.6.1. Eclipse

Eclipse es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés). Es una plataforma de desarrollo, diseñada para ser extendida de forma indefinida a través de extensa colección de

plug-ins. Fue concebida desde sus orígenes para convertirse en una plataforma de integración de herramientas de desarrollo. No tiene en mente un lenguaje específico, sino que es un IDE genérico, aunque goza de mucha popularidad entre la comunidad de desarrolladores del lenguaje *Java* usando el *plug-in* JDT que viene incluido en la distribución estándar del IDE. Proporciona herramientas para la gestión de espacios de trabajo, escribir, desplegar, ejecutar y depurar aplicaciones, perspectivas, editores y vistas, gestión de proyectos y depurador de código.

1.6.2. **JBoss Tool**

JBoss Tools es un proyecto que agrupa a un conjunto de *plugins* de Eclipse que incluye soporte para tecnologías JBoss y relacionados, como *Hibernate*, JBoss AS, CDI, *Aerogear* híbrido móvil, Apache Cordova, Trabajador Portuario, *FeedHenry*, *JSF*, (X) *HTML*, *Seam*, *Maven*, y más. Incluye entre otros los siguientes módulos:

- **Page Editor Visual (VPE):** el editor visual aportado por Exadel admite la edición visual de páginas *HTML* y *JSF* (JSP y *Facelets*). VPE también incluye soporte visual para bibliotecas de componentes *JSF* incluyendo *JBoss RichFaces*.
- **Herramientas de costura.** Incluye soporte para (por ejemplo) la costura generación, *RichFaces* VE integración, finalización de código *Seam* relacionada y refactorización.
- **Hibernate Herramientas.** Apoyando archivos de asignación, anotaciones y JPA con la ingeniería inversa, la finalización de código, los magos del proyecto, refactorización, interactiva HQL / APP-QL ejecución / Criterios y más.
- **Drools IDE:** reglas de edición de archivos, *Rete View*, la memoria de trabajo de depuración / inspección y más.
- **Herramientas JST / JSF:** *RichFaces* textuales, Código Ayuda, Editores XML Web / JSP / XHTML, CSS estilo de edición, validación web.xml, *Faceleted* en taglib.xml es compatible con la ubicación de esquema XSD.

1.6.3. **Sistemas de Gestión de Base de Datos. PostgreSQL**

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarles a otras bases de datos comerciales. Utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando. Brinda estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares. Funciona muy

bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema.

1.6.4. Visual Paradigm

Visual Paradigm es una herramienta CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computación. La misma propicia un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, pasando por el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación. Esta herramienta permite aumentar la calidad del software, a través de la mejora de la productividad en el desarrollo y mantenimiento del software. Aumenta el conocimiento informático de una empresa ayudando así a la búsqueda de soluciones para los requisitos.

También permite la reutilización del software, portabilidad y estandarización de la documentación, además del uso de las distintas metodologías propias de la Ingeniería de Software. Posee disponibilidad en múltiples plataformas (*Windows, Linux*), diseño centrado en la descripción de requisitos por procesos y enfocado al negocio que generan un software de mayor calidad, usa un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación, capacidades de ingeniería directa e inversa, modelo y código que permanece sincronizado en todo el ciclo de desarrollo, licencia gratuita y comercial, soporta aplicaciones Web, generación de código para *Java* y exportación como HTML y es fácil de instalar y actualizar.

1.6.5. iReport

iReport es una herramienta visual de código abierto diseñador de informes libre para *JasperReports* y *JasperReports Server*. Crea diseños muy sofisticados que contienen gráficos, imágenes, subinformes, tablas de contingencia y mucho más. Acceda a sus datos a través de JDBC, *TableModel*, *Java Beans*, XML, *Hibernate*, CSV, y las fuentes personalizadas. La nueva versión *iReport*: 5.1.0. Esta versión incluye varias mejoras y correcciones de errores. Las nuevas características y cambios: Soporte completo para *JasperReports* 5.1.0 Mejorado el soporte para marcadores para el *Google Map* de componentes correcciones de errores menores. Soporta todos los formatos de salida más importantes y prácticamente cualquier fuente de datos.

1.8. Conclusiones parciales

En este capítulo se elaboró el marco teórico de la investigación abordando los principales conceptos teóricos asociados al dominio de la investigación. Mediante el análisis para comprender la problemática y el campo de acción, se crearon las bases para el desarrollo de la misma. A partir de la investigación realizada sobre las fórmulas existentes para realizar el estudio neuroinmunológico del LCR se determinó utilizar la fórmula de Hansotto Reiber llamada Reibergramas para realizar dicho estudio. El análisis de las soluciones existentes, demostraron que no satisfacen el objetivo trazado en la presente investigación. Por tal motivo, se evidencia la necesidad de elaborar un componente para realizar el estudio neuroinmunológico del LCR utilizando Reibergramas. Este podrá ser capaz de graficar las proteínas existentes, realizar varios estudios sobre un Reibergrama y que, además, se encuentre apropiadamente argumentado y documentado para facilitar su comprensión durante el perfeccionamiento de versiones futuras. El estudio de las herramientas y tecnologías permitió la selección de las necesarias para el desarrollo del componente.

CAPÍTULO 2 Características de la propuesta de solución

En este capítulo, se hace referencia al Modelo Conceptual para comprender el contexto en el cual se desarrolla el componente, donde se exponen conceptos relacionados con el mismo y los vínculos entre estas definiciones. Se especifican los requisitos funcionales y no funcionales que va a tener el componente a desarrollar.

2.1. Modelo Conceptual

El Modelo Conceptual es una representación visual de los conceptos u objetos que se manejan en el dominio del componente. Los objetos o conceptos incluidos en el Modelo de Dominio no describen clases u objetos del software; sino entidades o conceptos del mundo real que están asociadas al problema en cuestión. Dicho modelo podrá ser utilizado como una base de las abstracciones relevantes en el proceso de construcción del componente. (21)

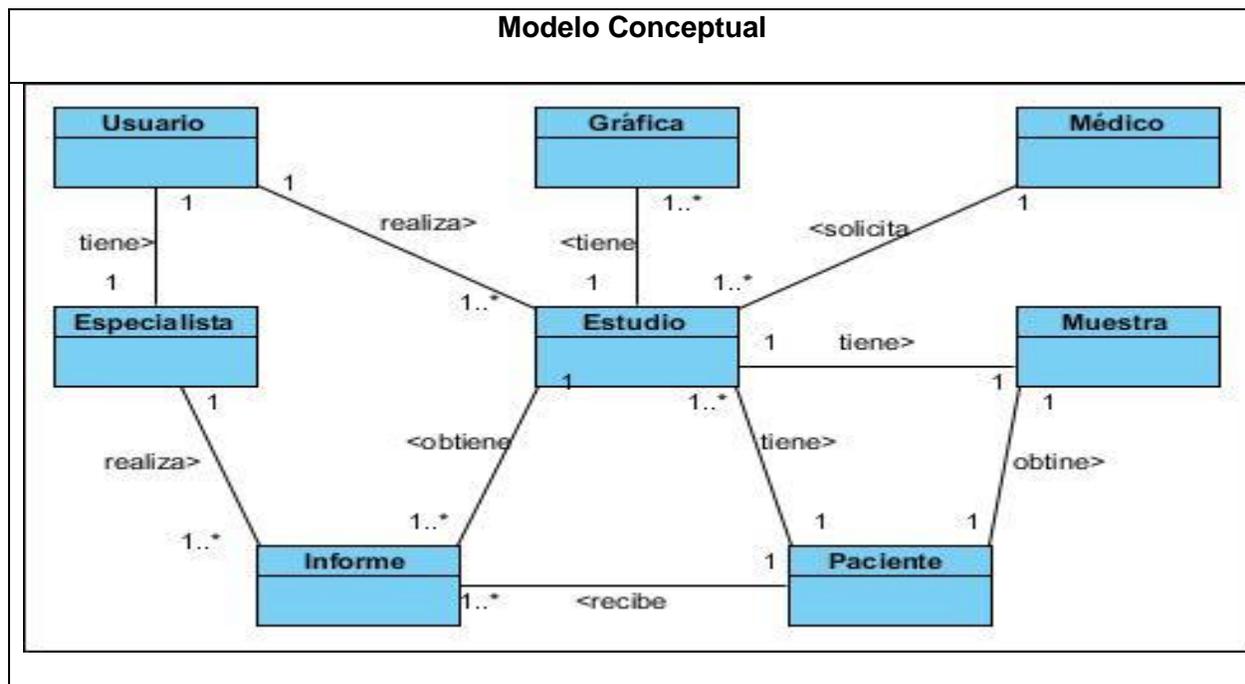


Figura 2 Modelo Conceptual

2.1.1. Descripción de los procesos del negocio

Para el desarrollo de un sistema es importante comprender los procesos existentes en el negocio. La investigación se realizó en el Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo, especializado en el análisis avanzado de líquido cefalorraquídeo. Este centro tiene como objetivo prestar servicios científico-técnicos de alto valor agregado a las instituciones hospitalarias del país. El estudio neuroinmunológico del LCR se divide en tres procesos fundamentales:

El primero recoge las actividades relacionadas con el procesamiento de las muestras de punción y suero de un paciente, desde su recepción hasta su análisis bioquímico. Dichas muestras son almacenadas en el banco de muestras perteneciente al laboratorio. Luego se desarrolla el proceso de graficado de los diferentes diagramas de Reiber y por último el proceso generar informe, donde se recoge la información obtenida.

El **procesamiento de las muestras** inicia cuando el especialista del LABCEL recibe por parte de un médico de una institución hospitalaria una solicitud de estudio. La acción se realiza por parte de un trabajador mensajero del LABCEL o un familiar del paciente quien entrega la solicitud, la muestra del LCR y de suero del paciente.

El especialista procede a registrar toda la información de la solicitud de estudio. Las muestras recepcionadas pasan a ser analizadas por un especialista en neuroinmunología con ayuda de equipos médicos; obteniéndose un informe con los resultados bioquímicos del análisis realizado, para luego ser registrados por el especialista.

Los datos obtenidos pasan a ser evaluados utilizando fórmulas de Reiber con cálculos establecidos que determinan la síntesis intratecal de las inmunoglobulinas que se desean analizar. El especialista procede a graficar los reibergramas correspondientes haciendo uso de los datos derivados mediante el cálculo. Una vez obtenidos y analizados los gráficos se determina un diagnóstico para el paciente. Los resultados son guardados para estudios futuros y se elaboran dos informes, el informe final LCR y el de conteo diferencial de células, que serán entregados al mensajero de la institución remitente o al paciente, acción que finaliza el proceso.

El **graficado de los diagramas de Reiber** comienza luego que el especialista procesa las muestras de LCR y suero de un paciente. El especialista selecciona los diagramas de cada inmunoglobulina que necesita analizar para el estudio, posteriormente procede a la elaboración de los Reibergramas correspondientes. Luego los datos obtenidos en el informe de resultados bioquímicos son evaluados en fórmulas de cálculos establecidos. Con estos resultados el especialista añade los puntos en el diagrama que representan el estudio en específico. El proceso concluye cuando los gráficos obtenidos son analizados por el especialista en neuroinmunología, determinando una impresión diagnóstica para el paciente.

El proceso **generar informe** comienza una vez obtenidos y analizados los gráficos se determina un diagnóstico para el paciente. Los resultados son guardados para estudios futuros y se elaboran dos informes, el informe final LCR y el informe de conteo diferencial de células. El informe final LCR contiene los resultados de los estudios realizados, mientras que el informe de conteo

diferencial de células contiene los datos de las células presentes en las muestras de LCR y suero de un paciente.

2.1.2. Diagrama de procesos del negocio

La notación de modelado de procesos de negocios es un estándar gráfico para crear diagramas que pueden ser entendidos con facilidad por todas las partes interesadas, como analistas, desarrolladores, programadores y gestores de base de datos. Este estándar debe ser entendido fácilmente por gran variedad de usuarios en todos los niveles de las organizaciones y al mismo tiempo debe ser capaz de representar procesos de negocios complejos que afecten a varias empresas y grupos (22). Los diagramas de procesos del negocio ayudan a describir detalladamente que es lo que se desarrolla dentro del negocio, para ello se examinaron los roles específicos que desempeñan los trabajadores del negocio y las actividades que realizan.

A continuación, se muestra el diagrama de procesos del negocio:

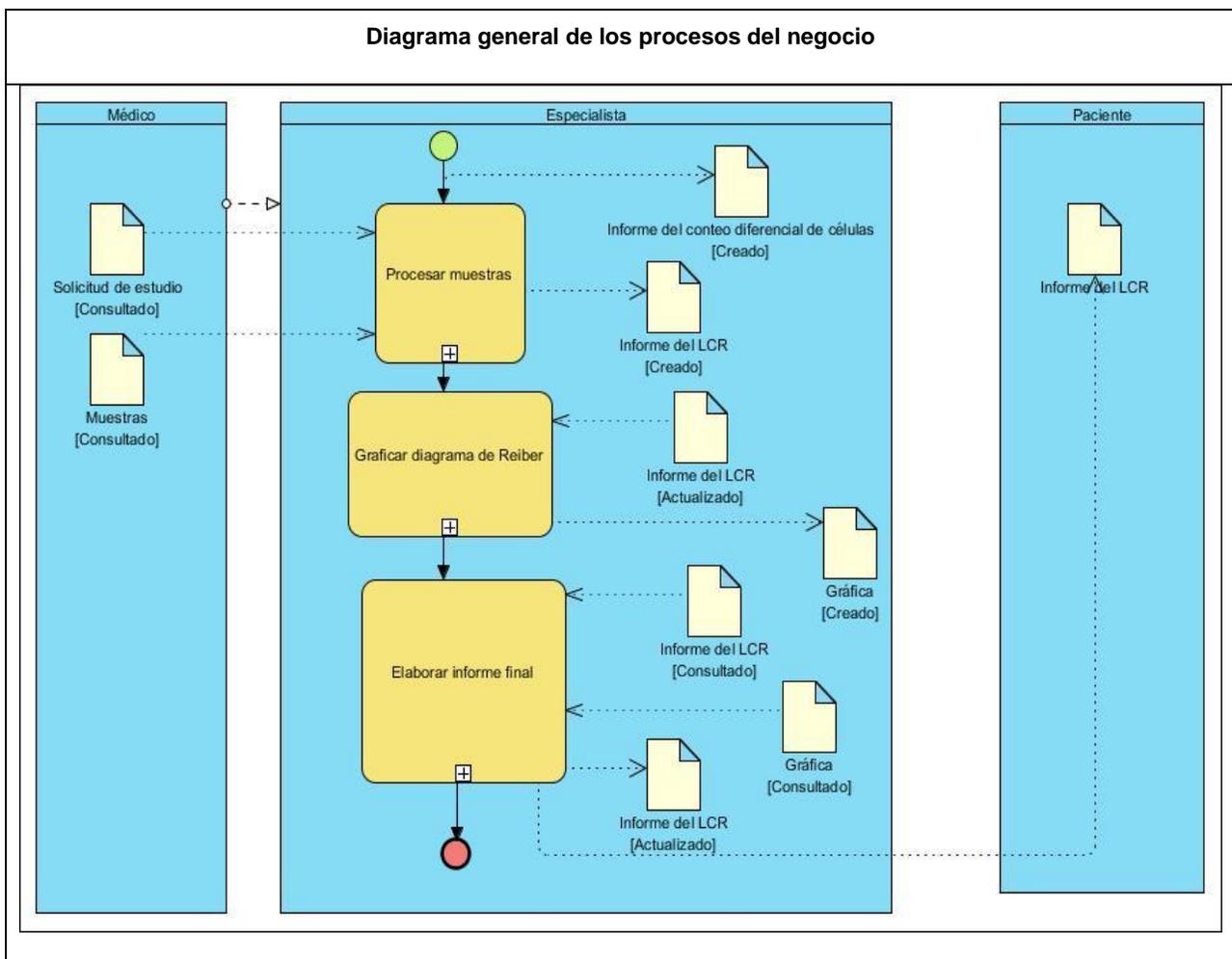


Figura 3 Diagrama general de los procesos del negocio

Seguidamente se muestran los diagramas de proceso correspondiente a los procesos antes mencionados:

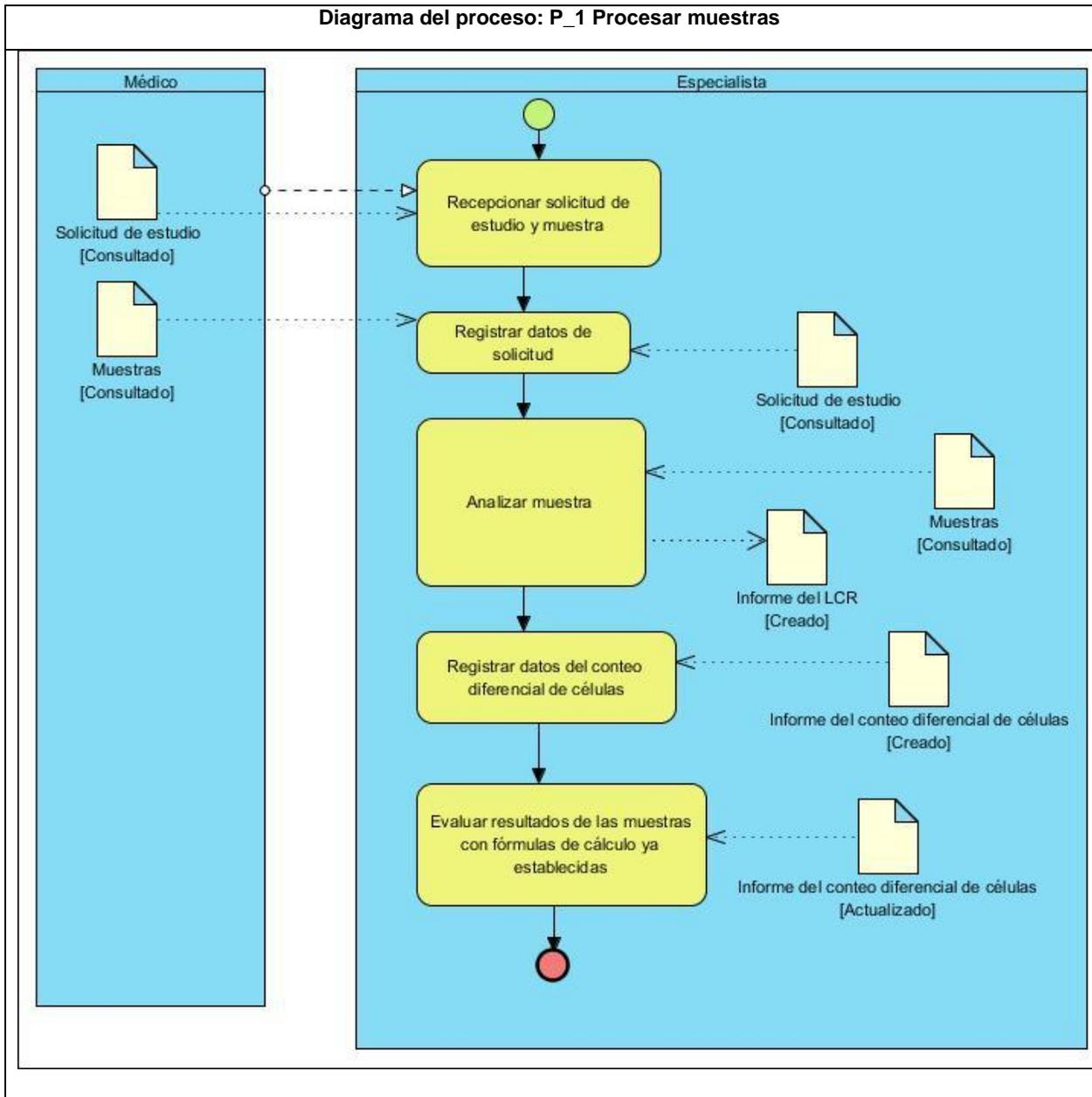


Figura 4 Diagrama del proceso: P_1 Procesar muestras

Diagrama del proceso: P_2 Graficar diagrama de Reiber

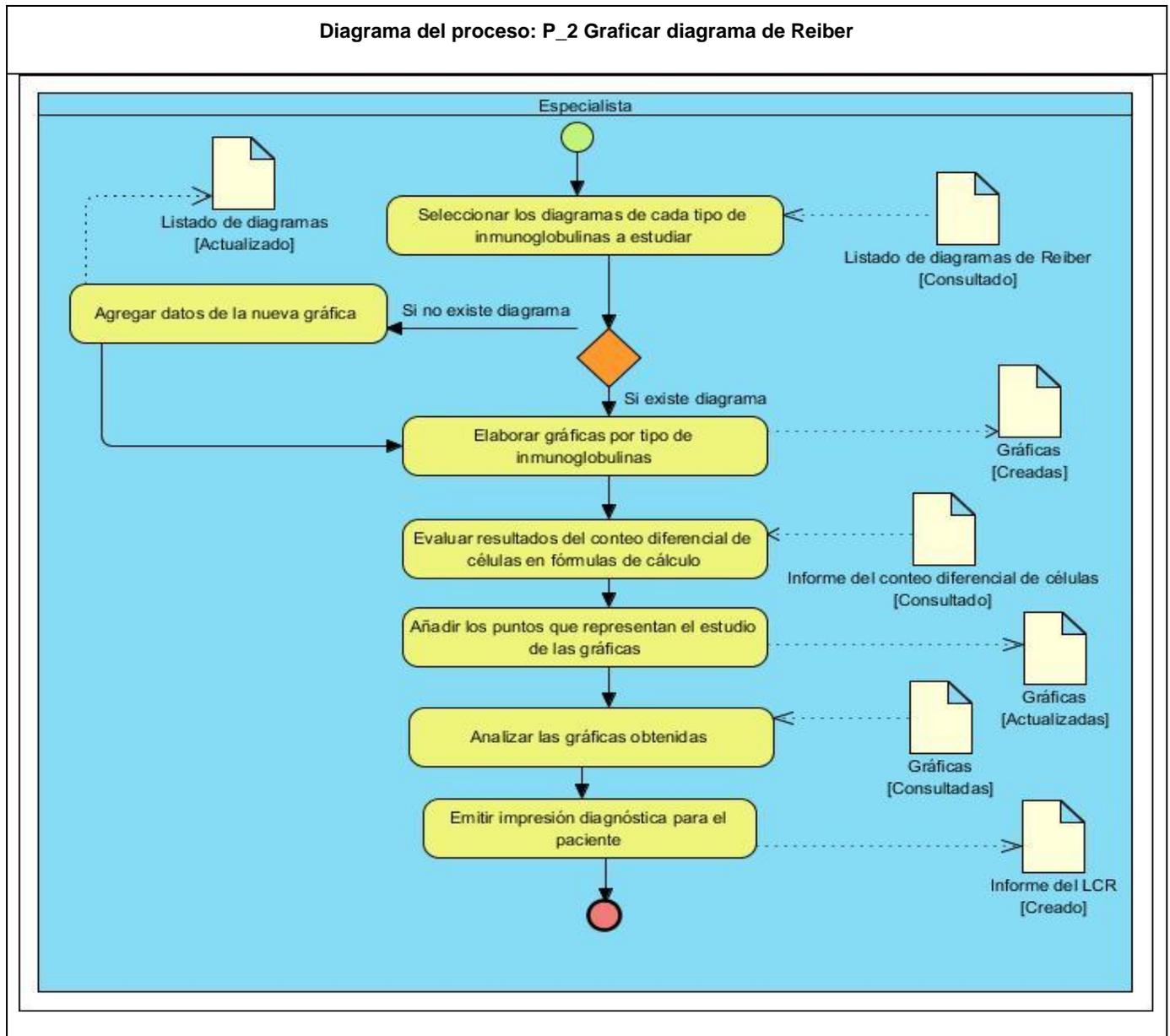


Figura 5 Diagrama del proceso: P_2 Graficar diagrama de Reiber

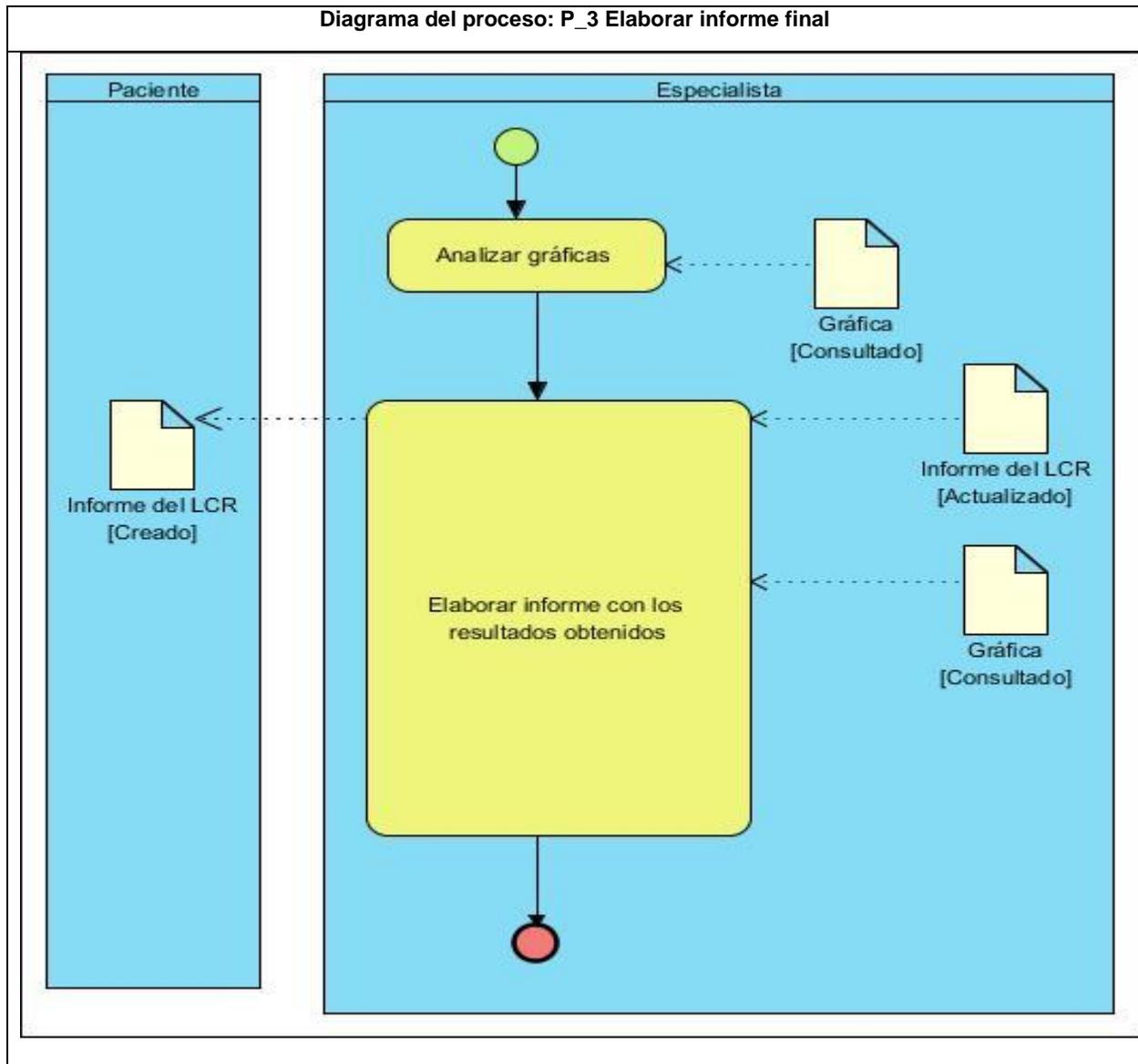


Figura 6 Diagrama del proceso: P_3 Elaborar informe final

2.2. Propuesta de solución

Para resolver el problema antes mencionado se define como propuesta de solución, desarrollar un componente que utilizando fórmulas para la determinación de la síntesis intratecal de inmunoglobulinas permita obtener Reibergramas. Dicho componente permitirá gestionar los datos de un estudio neuroinmunológico a las muestras de LCR y suero de la sangre de un paciente determinado, agregar nuevas fórmulas que permitan graficar los Reibergramas y generar informes con los resultados finales de los estudios realizados a los pacientes.

2.3. Funcionalidades del componente

Los requerimientos de un sistema describen los servicios que ha de ofrecer el sistema y las restricciones asociadas a su funcionamiento. Tienen como propósito principal llegar a un mejor entendimiento entre el cliente y los desarrolladores del componente, para así determinar lo que debe o no hacer. (23)

2.3.1. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el componente debe cumplir, no alteran la funcionalidad del software, deben tener una sola interpretación y estar definidos en una forma medible y verificable (23). A continuación, se muestran los requisitos funcionales definidos:

RF1 Crear gráfica: permite crear gráficas con los valores asociados a los datos que las componen.

RF2 Buscar gráfica: permite realizar una búsqueda de gráficas a partir de la introducción del nombre de la gráfica a buscar, muestra las gráficas que cumplen con el criterio seleccionado y permite seleccionar dicha gráfica.

RF3 Disponibilidad de las gráficas: permite cambiar la visibilidad de las proteínas que se desean graficar a la hora de realizar el estudio.

RF4 Modificar gráfica: visualiza los datos de la gráfica previamente creada y permite cambiar sus valores ya sea introduciendo nuevos o seleccionando diferentes.

RF5 Ver detalles de gráfica: visualiza los datos asociados a las gráficas ya creadas.

RF6 Eliminar gráfica: Oculta la gráfica seleccionada de la lista de gráficas creadas.

RF7 Graficar estudio neuroinmunológico: permite al usuario representar el estudio sobre Reibergramas.

RF8 Graficar múltiples estudios: permite al usuario representar varios estudios sobre un mismo Reibergrama.

RF9 Crear estudio: permite crear estudios con valores asociados a los datos que los componen.

RF10 Buscar estudio: permite realizar una búsqueda de gráficas a partir de la introducción de un criterio determinado a buscar, muestra los estudios que cumplen con el criterio seleccionado y permite seleccionar dicho estudio.

RF11 Ver detalles de estudio: permite visualizar los datos asociados al estudio ya creado.

RF12 Buscar estudios realizados: permite al usuario buscar todos los estudios anteriores que se le han realizado a un paciente.

RF13 Graficar estudios realizados: permite al usuario visualizar todos los estudios anteriores que se le han realizado a un paciente en una misma gráfica.

RF14 Exportar informe del conteo diferencial de células: permite exportar en formato PDF, Word o Excel un informe con los datos de las células presentes en las muestras de LCR y suero de un paciente.

RF15 Exportar informe del LCR: permite exportar en formato PDF, Word o Excel un informe con los resultados del estudio neuroinmunológico realizado. En él se recoge información de los valores clínicos asociados a las muestras, los gráficos en dependencia de los valores de las proteínas que fueron registrados, una evaluación del componente y una valoración del especialista.

2.3.2. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son capacidades o cualidades que el producto debe tener, o sea, características que hagan al producto atractivo, rápido, usable o confiable. Son fundamentales para el éxito del mismo. (23)

RNF Usabilidad: el componente brindará, a través de una barra de navegación, un acceso fácil y rápido a todas las funcionalidades. La información que se muestra al usuario no será redundante, con dobles sentidos y mantendrá una estructura lógica. El significado de los íconos y los textos serán claros para la persona que interactúe con el componente. Las opciones que se proveen serán comprensibles, sin explicaciones excesivas sobre su uso, y admitirán flujos alternativos, como cancelar la operación.

RNF Hardware: los requerimientos de hardware estarán dados por la plataforma específica que se utilice para la instalación del componente, en cuanto a sistema operativo, servidor de aplicaciones y gestor de bases de datos.

Estaciones de trabajo: Se necesitan estaciones de trabajo de 1GB de memoria RAM y Microprocesador *Intel® Core-2 Duo* o *Intel® Dual-Core*, con plataforma *Windows* o *Linux*.

Servidores: Para los servidores la solución estará conformada, fundamentalmente, por alta capacidad de procesamiento y redundancia, que permitan garantizar movilidad y residencia de la información y las aplicaciones bajo esquemas seguros y confiables.

Servidores de Base de datos: CPU 3.1 GHz Core i3, 4GB de memoria RAM, 1TB de disco duro y sistema operativo *OpenSuse* 13.2, servidor de base de datos PostgreSQL 9.3

Servidores de Aplicaciones: CPU 3.1 GHz Core i3, 4GB de memoria RAM, 1TB de disco duro y sistema operativo *OpenSuse* 13.2.

RNF Software: dicho componente puede ser desplegado en plataformas *Windows* y *Linux*, utilizando la Máquina Virtual de Java-*Java Enterprise Edition*, el servidor de aplicaciones JBoss AS y PostgreSQL como sistema para la gestión de la base de datos. Los usuarios deberán disponer de un navegador web, este puede ser *Firefox* 36, *Google Chrome* 14, Internet Explorer 8, Opera 35 o versiones superiores de ellos.

RNF Interfaz de usuario: las interfaces creadas como parte del componente contendrán los datos legibles y bien estructurados, además de permitir la interpretación correcta de la información. La entrada de datos incorrecta será detectada claramente y se mostrará al usuario.

2.4. Actores del sistema

El actor del sistema representa el rol que desempeñan una o varias personas, un equipo o un sistema automatizado que interactúa con el sistema y que es externo a él. Los actores pueden corresponderse con los trabajadores o actores del negocio. (24) Ver **Tabla 2 Actor del sistema.**

Tabla 2 Actor del sistema

Actor	Función
Especialista en neuroinmunología	Persona encargada del estudio neuroinmunológico del LCR. Puede gestionar toda la información relacionada con los datos de las células presentes en el estudio y los resultados los mismos. Facultado para emitir diagnóstico.

2.5. Descripción de requisitos por procesos del componente:

Para conocer en detalle cada descripción de requisitos por procesos se muestra a continuación la descripción general asociada a estos: Proceso Graficar diagramas de Reiber.

2.5.1. RF1 Crear gráfica

Tabla 3 Descripción de requisitos por procesos "Crear gráfica"

Descripción textual		Brinda la posibilidad de crear gráficas con los datos asociados a las diferentes secciones que la componen.
Actores		Usuario (Especialista)
Precondiciones		N/A
Flujo de eventos		
Flujo básico Crear gráfica		
1	El actor selecciona la opción "Crear gráfica."	
.2	El componente muestra por defecto la información asociada a la opción "Crear gráfica": <ul style="list-style-type: none"> Datos de la gráfica. Ver Sección N° 1: "Datos de la gráfica." Y permite: <ul style="list-style-type: none"> Aceptar crear gráfica. Cancelar. Ver Alternativa N° 1: "Cancelar." 	
3	El actor selecciona la opción "Aceptar."	
4	El componente valida los datos. Si hay datos incompletos, ver Alternativa N° 2 : "Existen datos incompletos".	
5	El componente crea la gráfica.	
Secciones		
Sección N° 1 "Datos de la gráfica."		
1	El componente muestra los datos predeterminados: <ul style="list-style-type: none"> Nombre Lim: a/b Lim: b² Lim: c Low: a/b Low: b² Low: c 	
2	El actor registra los datos.	
3	Regresa al paso 2 del Flujo básico N° 1	
Pos-condiciones		

1	Se gestionó la lista de gráficas.
Flujos alternativos	
Flujo alternativo N° 1 “Cancelar.”	
1	El actor selecciona la opción “Cancelar.”
2	El componente regresa a la vista anterior.
Pos-condiciones	
1	N/A
Flujo alternativo N° 2 “Datos incompletos.”	
1	El componente valida si los datos estan completos, de lo contrario, muestra un indicador (asterisco rojo) al lado de los campos incompletos señalando que son “Datos requeridos”.
2	Regresa al paso 2 del Flujo básico N° 1.
Pos-condiciones	
1	N/A
Prototipo elemental de interfaz gráfica de usuario	
<p>The screenshot shows a web form titled "Crear gráfica" with a search bar labeled "Buscar...". Below the title, there are sections for "Datos de gráfica", "Constantes de la función hiperbólica - Lim", and "Constantes de la función hiperbólica - Low". Each section contains input fields for "Nombre:", "a/b:", "b²:", and "c:". At the bottom right, there are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.</p>	

2.5.2. RF2 Buscar gráfica

Tabla 4 Descripción de requisitos por procesos "Buscar gráfica"

Descripción textual	Brinda la posibilidad de realizar una búsqueda de gráficas a partir de la introducción del nombre de la gráfica a buscar, muestra las gráficas que cumplen con el criterio seleccionado y permite seleccionar dicha gráfica.
Actores	Usuario (Especialista)
Precondiciones	N/A
Flujo de eventos	
Flujo básico Buscar gráfica	
1	El actor selecciona la opción “Buscar gráfica.”

2	El componente brinda la opción de criterio de búsqueda por el nombre de la gráfica. Y permite la opción "Cancelar". Ver Alternativa N° 1: "Cancelar" .	
3	El actor registra el nombre a buscar.	
5	El actor selecciona Buscar.	
6	El componente muestra un listado con las gráficas.	
Flujos alternativos		
Flujo alternativo N° 1 "Cancelar."		
1	El actor selecciona la opción "Cancelar."	
2	El componente regresa a la vista anterior.	
Pos-condiciones		
1	N/A	
Prototipo elemental de interfaz gráfica de usuario		

2.6. Conclusiones parciales

En este capítulo se elaboró el Modelo Conceptual como una base de las abstracciones relevantes en el proceso de construcción del componente. Se realizó una descripción completa de la propuesta de solución de acuerdo con los elementos del negocio. Al profundizar en el funcionamiento del laboratorio LABCEL, se identificaron los requisitos funcionales y no funcionales del componente lo que permite el fácil mantenimiento y gestión de los mismos. Se presentaron además los artefactos generados como parte de la caracterización y definición del componente.

CAPÍTULO 3 Diseño, Implementación y Validación del componente

En el presente capítulo se realiza una descripción detallada del componente propuesto a través de la descripción de requisitos por procesos. Se presentan los Diagramas de Clases del Diseño, una breve descripción de las clases para el funcionamiento del componente. Se detalla el Modelo de Datos, en el que se ve la estructura donde se almacena toda la información requerida. Luego se muestra el Diagrama de Despliegue y Diagrama de Componentes, estos describen los componentes a construir, su organización y dependencias entre los nodos físicos en los que funcionará el componente. También se exponen aspectos referentes a la validación del componente y a las estrategias de codificación, así como la forma en que se tratarán los errores.

3.1. Descripción de la arquitectura utilizada

La arquitectura de software, también denominada arquitectura lógica, es un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un software dentro de un sistema informático. Es considerada el diseño de mayor nivel de la estructura de un sistema. Permite a los programadores, diseñadores, ingenieros y analistas trabajar bajo una línea común que les posibilite la compatibilidad necesaria para lograr el objetivo deseado.

Para el desarrollo del componente y teniendo en cuenta las herramientas, tecnologías y metodologías propuestas, se define como parte de la línea base de la arquitectura, la implementación del patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC) (26). Este patrón permite la separación de los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control, en tres componentes distintos: el modelo, para la administración de los datos; la vista, que muestra la información del modelo al usuario y el controlador, que gestiona las entradas del usuario.

De manera genérica, los componentes de MVC se podrían definir como sigue:

El Modelo: Es la representación de la información con la cual el sistema opera, por lo tanto, gestiona todos los accesos a dicha información, tantas consultas como actualizaciones, implementando también los privilegios de acceso que se hayan descrito en las especificaciones de la aplicación (lógica de negocio). Envía a la “vista” aquella parte de la información que en cada momento se le solicita para que sea mostrada (típicamente a un usuario). Las peticiones de acceso o manipulación de información llegan al “modelo” a través del “controlador”.

El Controlador: Responde a eventos (usualmente acciones del usuario) e invoca peticiones al “modelo” cuando se hace alguna solicitud sobre la información (por ejemplo, editar un documento o un registro en una base de datos). También puede enviar comandos a su “vista” asociada si se solicita un cambio en la forma en que se presenta el “modelo” (por ejemplo, desplazamiento o *scroll* por un documento o por los diferentes registros de una base de datos), por tanto, se podría decir que el 'controlador' hace de intermediario entre la “vista” y el “modelo”.

La Vista: Presenta el “modelo” (información y lógica de negocio) en un formato adecuado para interactuar (usualmente la interfaz de usuario) por tanto requiere de dicho “modelo” la información que debe representar como salida.

Con este patrón se logra realizar un diseño que desacople la vista del modelo y permita la reusabilidad de los componentes. De esta manera, las modificaciones en las vistas impactan, en menor medida, en la lógica de negocio o de datos. Brinda mejor organización según la función que realizan, permitiendo que en un momento determinado un elemento de una capa pueda ser modificado o sustituido completamente causando el mínimo de alteraciones en otro elemento que lo utilice.

La capa de presentación está conformada principalmente por páginas XHTML. Estas están compuestas por formularios que mediante controles JSF, *Seam UI*, *Facelets* y *RichFaces* obtienen y validan los datos que el usuario provee en cada una de las operaciones que realiza. El uso de estos componentes enriquece el diseño de la interfaz de usuario. Además, al realizar el envío y la carga de datos mediante los componentes *Ajax4jsf*, se logra un efecto más agradable y natural al interactuar con el componente.

La capa de negocio está constituida por clases controladoras que se encargan de definir la lógica del negocio del módulo, así como del manejo y validación de los datos capturados en la capa de presentación.

Por último, la capa de acceso a datos tiene la principal función de cargar, modificar, eliminar y persistir la información existente en la base de datos una vez que sea validada. Este proceso se logra gracias al uso de componentes Hibernate por los que se encuentra constituida dicha capa. Estos componentes logran abstraer al desarrollador, del gestor de base de datos utilizado, mediante el mapeo de tablas. Esto da la posibilidad de llevar las consultas a un lenguaje de objetos.

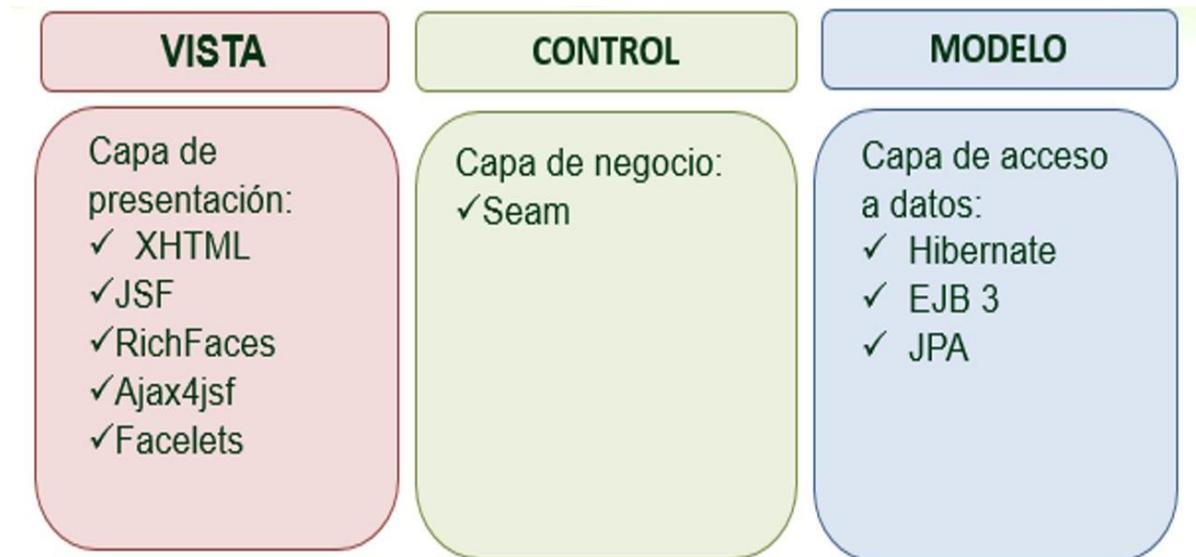


Figura 7 Arquitectura MVC

3.2. Modelo de Diseño

El Modelo de Diseño tiene como objetivo formular los modelos que se centran en los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación. El resultado obtenido de la etapa de Diseño facilita la implementación posterior, pues proporciona la estructura básica del sistema y como los componentes actúan y se relacionan entre ellos.

3.2.1. Patrones de Diseño

Para llevar a cabo la definición del diseño de la solución propuesta se tuvo en cuenta una serie de patrones, entre los que se encuentran los Patrones de Software para la Asignación General de Responsabilidad (27) (GRASP, por sus siglas en inglés). Se utilizaron con el objetivo de asignarle a las clases las tareas que podían realizar según la información que poseían, además de crear las instancias de otras clases en correspondencia con la responsabilidad dada, poniéndose de manifiesto los patrones Experto y Creador.

Otro de los utilizados es el de Alta cohesión, que garantiza que la información contenida en las clases sea coherente y que, en la medida de lo posible, esté relacionada con las mismas. Se puede ver en cada una de las clases entidades [RiberGrafica_ensayo](#), [Persona_ensayo](#), entre otras.

Se hace uso del Bajo acoplamiento en las clases [RibestudioList](#), [RibergraficaList](#) con el fin de tener las clases lo menos ligadas posibles, de tal forma que, en caso de producirse una

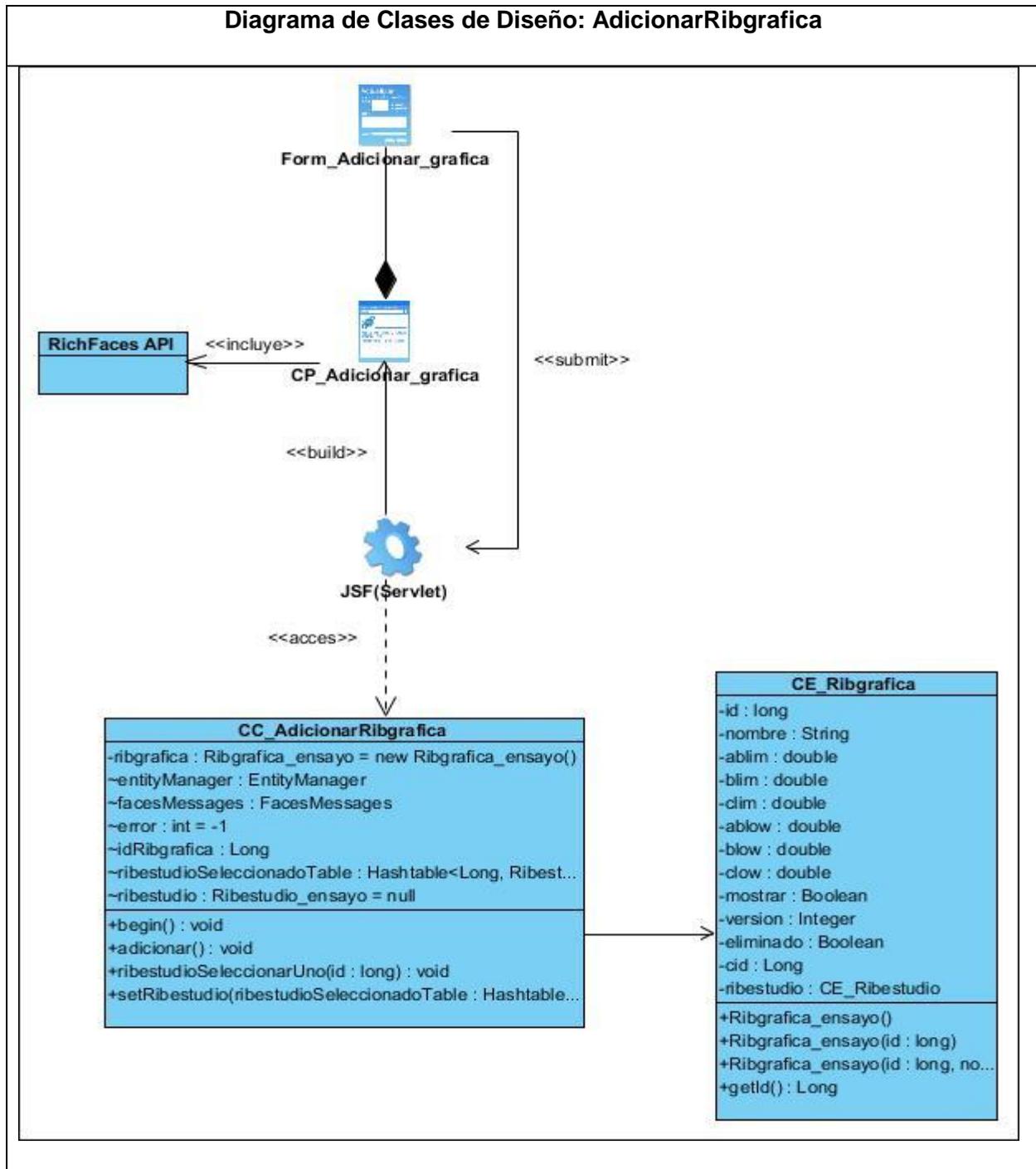


Figura 9 Diagrama de Clases de Diseño: AdicionarRibgrafica

3.2.3. Descripción de las clases de diseño

La descripción de las clases del diseño permite saber los atributos que conforman las mismas, así como las operaciones principales con las que cuenta cada una de estas. A continuación, se realiza la descripción de la clase controladora asociada al componente.

Tabla 5 Descripción de la clase controladora: “AdicionarRibestudio”

AdicionarRibestudio	
Descripción:	Es la encargada de adicionar toda la información relacionada con el estudio
Tipo de clase	Controladora
Nombre	Tipo
entityManager	EntityManager
facesMessages	FacesMessages
Error	Int
Para cada responsabilidad	
Nombre	Descripción
AdicionarRibestudio()	Constructor de la clase
getRibdiferenciaCelulasSource()	Devuelve el listado del conteo diferencial de células que pertenecen a este estudio.
setRibdiferenciaCelulasSource(List<Ribdiferenciascelulas> ribdiferenciacelulasSource)	Permite modificar el listado del conteo diferencial de células que pertenecen a este estudio.
getRibanalisisEspecialTarget()	Devuelve el listado del análisis especial que pertenecen a este estudio.
setRibanalisisEspecialTarget (List<Ribanalisisespecial> ribanalisisespecialTarget)	Permite modificar el listado del análisis especial que pertenecen a este estudio.

Tabla 6 Descripción de la clase controladora: “AdicionarRibgrafica”

AdicionarRibgrafica	
Descripción:	Es la encargada de adicionar toda la información relacionada con las gráficas
Tipo de clase	Controladora
Nombre	Tipo
entityManager	EntityManager
facesMessages	FacesMessages
Error	Int
idRibgrafica	Long

Para cada responsabilidad	
AdicionarRibgrafica()	Constructor de la clase
ribestudioSeleccionarUno(long id)	Permite seleccionar un estudio donde estará visible la gráfica.
setRibestudio(Hashtable<long, ribestudioSeleccionadoTable> Ribestudio>	Permite modificar el estudio que será mostrado por la gráfica.
graficarEstudio()	Permite graficar un estudio.

3.3. Modelo de Datos

Un modelo de datos es un sistema formal y abstracto que permite describir los datos de acuerdo con reglas y convenios predefinidos o podríamos decir que es un conjunto de conceptos que permiten describir, a distintos niveles de abstracción, la estructura de una base de datos. Este modelo proporciona una representación visual y física de los datos persistentes del sistema, que en el futuro serán la base de datos. Es uno de los artefactos más importante dentro del diseño. Se obtiene a partir del diagrama de clases persistentes y su forma se expresa mediante un diagrama de UML, siendo sus elementos esenciales las entidades, atributos y relaciones entre entidades. (29)

Diagrama Entidad-Relación

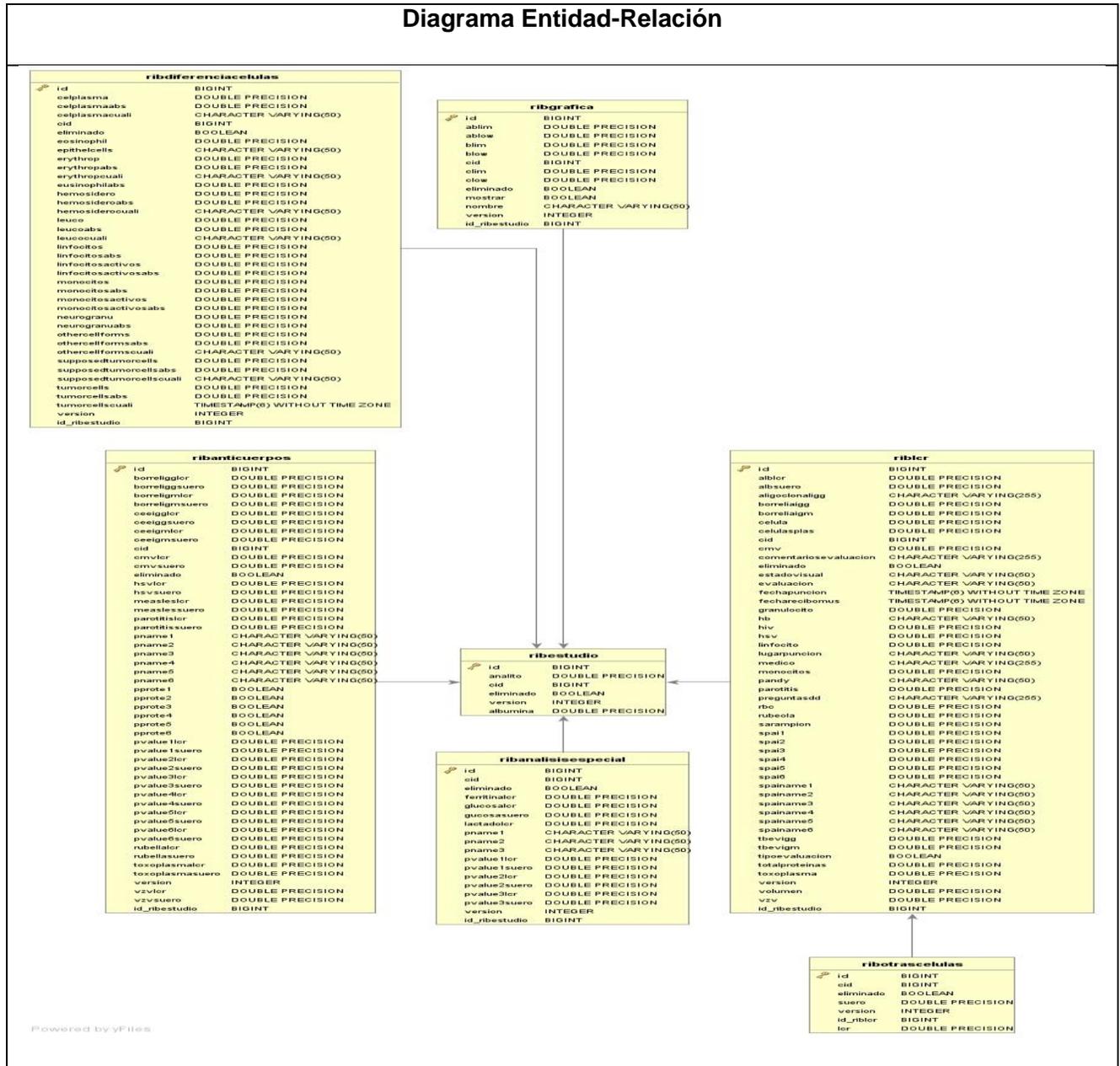


Figura 10 Diagrama Entidad-Relación

3.4. Descripción de las tablas de la base de datos

En las tablas LCR y Estudios se representan los principales elementos que existen en el estudio neuroinmunológico, los cuales están diferenciados por sus propiedades y por las relaciones que tienen establecidas. Son objetos concretos que pueden establecerse como un suceso o un concepto abstracto. Cada tabla creada debe tener un nombre único en la base de datos.

Tabla 7 Descripción de la tabla "LCR"

Nombre: LCR		
Descripción: almacena los datos correspondientes a las muestras LCR que posee un paciente.		
Atributo	Tipo	Descripción
Alblcr	Double	Contiene el total de proteínas de este tipo presente en la muestra de LCR.
Albsuero	Double	Contiene el total de proteínas de este tipo presente en la muestra de LCR.
Oligoclonaligg	Char	Contiene el estado de las proteínas
Borreliaigg	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Borreliaigm	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Celula	Double	Contiene la cantidad total de células de la muestra
Celulasplas	Double	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células
Cmv	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Comentariosevaluacion	Char	Contiene un comentario emitido por el especialista acerca del análisis
Estadovisual	Char	Contiene el estado en que estaba la muestra.
Evaluacion	Char	Contiene una evaluación emitida por el especialista
Fecha puncion	Date	Contiene la fecha en que al paciente se le realizó la punción.
Fecha recibomus	Date	Contiene la fecha en que la muestra fue recibida en el laboratorio.
Granulocito	Double	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.
Hb	Char	Contiene detalles sobre la hemoglobina del paciente.
Hiv	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Hsv	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Linfocito	Double	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.
Lugar puncion	Char	Contiene de qué forma se le realizó la punción al paciente.

Medico	Char	Contiene el nombre del médico que orientó la realización de extracción de la muestra al paciente para posterior estudio.
Monocitos	Double	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.
Pandy	Char	Contiene el resultado del test de Pandy, prueba general para la detección de globulinas en el LCR.
Parotitis	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Rubeola	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Sarampión	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Spai1	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spai2	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spai3	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spai4	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spai5	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spai6	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista
Spainame1	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Spainame2	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Spainame3	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Spainame4	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Spainame5	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Spainame6	Char	Contiene el nombre de un anticuerpo introducido por el especialista
Tbevig	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente

Tbevigm	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Totalproteinas	Double	Contiene el total de proteínas presente en la muestra LCR.
Toxoplasma	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente
Volumen	Double	Contiene el volumen en ml.
Vzv	Double	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente

Tabla 8 Descripción de la tabla “Estudio”

Nombre: Estudio		
Descripción: almacena los datos correspondientes del estudio.		
Atributo	Tipo	Descripción
Analito	Double	Contiene el valor de analito
Eliminado	Bool	Si está eliminado o no el estudio
Version	Int	Contiene el control de la versión del estudio
Albumina	Double	Contiene el valor de la albumina

3.5. Diagrama de Despliegue

Un Diagrama de Despliegue (30) muestra las relaciones físicas entre los componentes de hardware y software en el sistema final. Es un grafo de nodos unidos por asociaciones de comunicación. Estas asociaciones indican algún tipo de ruta de comunicación entre los nodos, donde estos últimos intercambian objetos o envían mensajes a través de esta ruta.

Asimismo, el tipo de comunicación se identifica con un estereotipo que indica el protocolo de comunicación o la red.

Teniendo en cuenta las características del sistema, el Diagrama de Despliegue quedó estructurado de la siguiente manera:

Nodo PC cliente: nodo en el cual el usuario podrá acceder al componente por el protocolo HTTP con la utilización de un Navegador WEB.

Nodo servidor de aplicaciones: nodo donde se instalará el servidor de aplicaciones que contendrá el componente, este se conectará por el protocolo TCP/IP al servidor de Base de Datos para la comunicación con él.

Nodo servidor BD: nodo en el cual se instalará el servidor de Base de datos del componente, este permitirá comunicación por el protocolo TCP/IP con el servidor de aplicaciones.

Nodo Impresora: es el periférico directamente conectado a la estación cliente, el cual permitirá la impresión en papel de los informes realizados por el componente. La conexión con la estación cliente es a través del puerto USB o LTP.

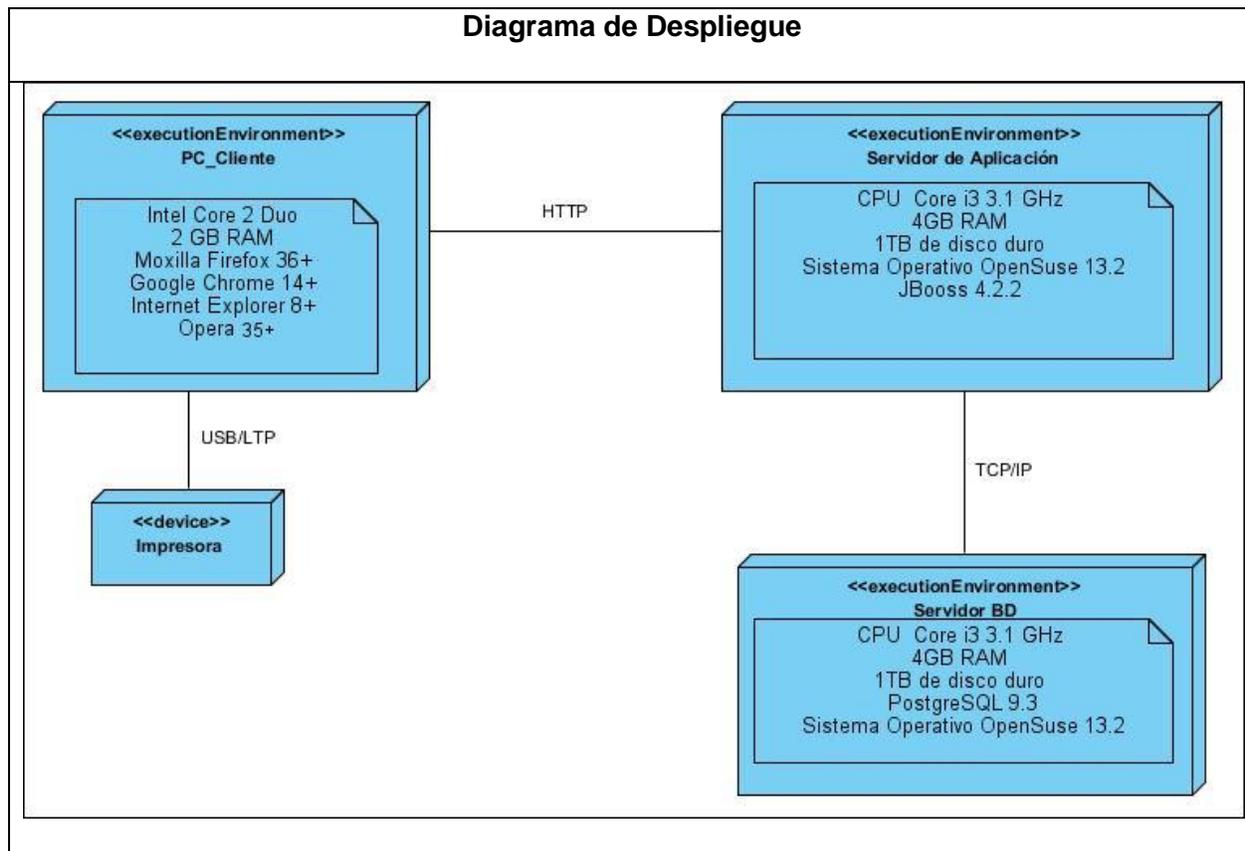


Figura 11 Diagrama de Despliegue

3.6. Tratamiento de errores

El tratamiento de errores es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta durante el desarrollo del componente. La validación de la información garantiza la corrección y precisión de todos los valores introducidos en la aplicación, además de lograr elevar la calidad de la misma. A toda porción de código donde pueda surgir cierta situación inesperada se lleva a cabo el control de las excepciones, principalmente donde se ejecutan sentencias que manipulan datos que viajan desde y hacia la base de datos. Por otra parte, se hace uso de la clase *Validator* con el objetivo de validar los datos entrados por el usuario.

Para el control de las demás excepciones es utilizado el componente *FacesMessages* del framework *Seam*, el cual se encarga de mostrar los mensajes que se manejan a través del objeto *facesMessages* inyectado en las clases controladoras.

3.7. Estándares de codificación

Un Estándar de codificación comprende todos los aspectos de la generación de código, de tal manera que sea práctico y entendible para todos los programadores. Por lo general, incluye pautas sobre cómo nombrar variables y constantes, dónde ubicar comentarios, cómo poner entre paréntesis, forma de guión, entre otras. No detecta los errores existentes, más bien evita la ocurrencia de estos, lo que permite obtener un código de alta calidad. (31)

Indentación

El indentado debe ser de dos espacios por bloque de código. No se debe usar el tabulador; este puede variar según la computadora o la configuración de dicha tecla. Los inicios (}) y cierre (}) de ámbito deben estar alineados debajo de la declaración a la que pertenecen y deben evitarse si hay sólo una instrucción. Para el inicio y fin de bloque se recomienda dejar dos espacios en blanco desde la instrucción anterior para el inicio y fin de bloque { }. Lo mismo sucede para el caso de las instrucciones: *if, else, for, while, do while, switch, foreach*.

Variables y constantes

El nombre empleado para las variables y constantes, debe permitir que con sólo leerlo se conozca el propósito de la misma. El nombre que se le da a las variables debe comenzar con la primera letra en minúscula e identificará el tipo de datos al que se refiere. En caso que sea un nombre compuesto, la segunda palabra, comenzará con letra inicial mayúscula.

Ejemplo: *graficaActiva*.

Las constantes deben declararse con todas sus letras en mayúsculas.

Comentarios, separadores, líneas, espacios en blanco y márgenes

Ubicación de comentarios: se recomienda comentar al inicio de cada clase o función de forma que se especifique el objetivo de la misma, así como los parámetros que usa (declarar tipos de datos, y objetivo del parámetro) entre otras cosas.

Líneas en blanco: se recomienda dejar una línea en blanco antes y después de la declaración de una clase o de una estructura y de la implementación de una función.

Espacios en blanco: se recomienda usar espacios en blanco entre operadores lógicos y aritméticos para lograr una mayor legibilidad del código. Ejemplo: `usuario = nombreUsuario`. No se debe usar espacio en blanco después del corchete abierto y antes del cerrado de un arreglo, luego del paréntesis abierto y antes del cerrado o antes de un punto y coma.

Clases y objetos

El nombre empleado para las clases, objetos, atributos y funciones debe permitir que con sólo leerlo se conozca el propósito de los mismos.

Los nombres de las clases deben comenzar con la primera letra en mayúscula y el resto en minúscula, en caso que sea un nombre compuesto se empleará notación *PascalCasing*. Ejemplo: `AdicionarRibestudio()`. Para el caso de las instancias se comenzará con un prefijo que identificará el tipo de dato, este se escribirá en minúscula.

El nombre que se le da a los atributos de las clases debe comenzar con la primera letra en minúscula y estará en correspondencia al tipo de dato al que se refiere, en caso que sea un nombre compuesto, la segunda palabra comenzará con mayúscula.

Para nombrar las funciones se debe tratar de utilizar verbos que denoten la acción que hacen las mismas.

Ejemplo: `GraficarEstudio()`. Si son funciones que obtienen un dato se emplea el prefijo “*get*” y si fijan algún valor se emplea el prefijo “*set*”.

3.8. Validación de la solución propuesta

A continuación, se realiza la validación de la solución propuesta a partir de los métodos y técnicas definidos. Se ejecutarán pruebas de software para validar el correcto funcionamiento del componente desarrollado para elaborar Reibergramas.

Prueba de Software

Las pruebas de software son un elemento crítico para la garantía de la calidad del software y presentan una revisión final de las especificaciones, diseño y de la codificación. No es raro que el coste de las pruebas del software suponga el 40% del coste total de todo el desarrollo. (32)

La fase de pruebas es de vital importancia en el desarrollo de un software, la misma se centra en 7 elementos fundamentales: contenido, interfaz, navegación, componente, configuración, desempeño y prueba de seguridad. Estas pruebas son una actividad a través de la que un sistema se ejecuta sobre unas condiciones o requerimientos específicos. Los resultados obtenidos a partir

de estos procesos son observados, registrados y evaluados por los desarrolladores del software. Una vez concluida la implementación del componente es necesario realizar pruebas para determinar errores antes de la interacción de los usuarios finales con el componente.

Nivel de Prueba:

Pruebas de Sistema (seguridad, carga / estrés)

Después de implementar los requisitos funcionales del componente se procede a la revisión del mismo para verificar su correcto funcionamiento. Estas pruebas verifican que se alcanza las funcionalidades y el rendimiento del componente total. Las pruebas de sistema tienen como propósito ejercitar profundamente el componente, verificar el cumplimiento de los requisitos funcionales establecidos, el funcionamiento y rendimiento de las interfaces hardware, software y de usuario, la adecuación de la documentación de usuario y el rendimiento y respuesta en condiciones límite y de sobrecarga. En este tipo de prueba se recomienda realizar pruebas de funcionalidad, seguridad, de volumen/estrés.

Descripción de las pruebas:

Para la realización de las pruebas de sistema se diseñaron los Casos de Prueba basados en la descripción de requisitos por procesos y el rol especificado fue el desarrollador. En el desempeño de las mismas se verificó la correspondencia de la aplicación con lo descrito en los casos de prueba.

Técnicas de Prueba: Pruebas de Funcionalidad.

Para probar las funcionalidades del componente se diseñaron y aplicaron Casos de Pruebas basado en la descripción de requisitos por procesos. Se comprobó que el componente se corresponda con lo definido para el desarrollo de la misma, entendiéndose Requisitos Funcionales, Descripción de proceso del negocio, Estándares de Diseño, entre otros.

Las pruebas de funcionalidad se utilizaron para la verificación del trabajo con los requisitos funcionales, incluyendo la navegación, entrada de datos, procesamiento y obtención de resultados. Estas se centraron en verificar el procesamiento, recuperación e implementación adecuada de las reglas del negocio comprobando la apropiada aceptación de datos. Se determinó que las pruebas a realizar se registrarán por el método de caja negra.

Métodos de Prueba: Caja Negra.

Para la realización de las pruebas se seleccionó el método de prueba de Caja Negra. Se ejecutaron todos los escenarios de prueba descritos en los casos de prueba.

El objetivo de probar cada uno de los escenarios fue la verificación de que los flujos funcionen como se describen en la Especificación de requisitos, se introdujeron datos válidos e inválidos incluyendo los campos en blanco para verificar las correctas respuestas de la aplicación y los mensajes en caso de error.

Dentro del método de Caja Negra se utilizó la técnica de la Partición de Equivalencia. Esta es una de las más efectivas, permite examinar los valores válido e inválidos entrado en el componente y descubre de forma inmediata una clase de errores que, de otro modo, requerirían la ejecución de muchos casos de prueba antes de detectar el error genérico.

Diseño de Casos de Prueba basado en descripción de requisitos por procesos:

Para diseñar los casos de prueba se tienen en cuenta cada uno de los flujos descritos en las especificaciones de descripciones de requisitos por procesos. Los casos de prueba contienen la especificación de una descripción de requisitos por procesos, dividido en secciones y escenarios.

Se describe cada variable que recoge el descripción de requisitos por procesos en cuestión. Para detallar el descripción de requisitos por procesos se utiliza una tabla, desglosándose cada funcionalidad en secciones y estas a su vez en escenarios, haciendo así más ventajosa la realización de las pruebas.

En las siguientes tablas se presentan las secciones probados de la descripción de requisitos por procesos:

Tabla 9 Escenarios de prueba para el descripción de requisitos por procesos “Crear gráfica”

Escenarios	Descripción
EC 1.1 Registrar datos correctos	El usuario introduce los datos de las muestras correctamente en el componente.
EC 1.2 Registrar datos incompletos	El usuario deja algún campo necesario sin introducir los datos.
EC 1.3 Cancelar operación	Se cancela la creación de la gráfica.

Las variables asociadas a las secciones descritas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10 Descripción de las variables asociadas al requisito “Crear gráfica”

Número	Nombre del campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
Variable 1	Nombre	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada una cadena de caracteres.
Variable 2	Constante de la función hiperbólica – Lim: a/b	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 3	Constante de la función hiperbólica – Lim: b ²	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 4	Constante de la función hiperbólica – Lim: c	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 5	Constante de la función hiperbólica – Low: a/b	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 6	Constante de la función hiperbólica – Low: b ²	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 7	Constante de la función hiperbólica – Low: c	Campo de texto	No	El campo debe tener como entrada un número.
Variable 8	Aceptar	Botón	No	Se debe dar clic en el botón.
Variable 9	Cancelar	Botón	No	Se debe dar clic en el botón.

Con la descripción de las variables asociadas a los escenarios de pruebas se evaluó y probó la validez de cada uno de los datos introducidos en el componente para la descripción de requisitos por procesos en cuestión. La siguiente tabla muestra los resultados de las pruebas utilizando la técnica de partición de equivalencia.

Tabla 11 Juego de datos del requisito: Crear gráfica

Escenario	Descripción	Nombre	Lim: a/b	Lim: b ²	Lim: c	Low: a/b	Low: b ²	Low: c	Botón Aceptar	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Registrar	Se introducen los	V	V	V	V	V	V	V	V	Crea la gráfica correctamente	1. El usuario accede a la interfaz “Crear

datos correctos	datos correctamente.	IgE	2.3	2.1	3	330	0.1	36.0	Clic		gráfica” del componente. En este se muestran los campos para crear la gráfica. 2. El Usuario introduce los datos y presiona el botón “Aceptar”.
EC 1.2 Registrar datos incompletos	Se dejan en blanco campos con caracter requerido.	I	V	V	V	V	V	V	V	Muestra un indicador (asterisco rojo) al lado de los campos incompletos señalando que son “Datos requeridos”.	1. El usuario accede a la interfaz “Crear gráfica” del componente. En este se muestran los campos para crear la gráfica. 2. El usuario no introduce todos los datos y presiona el botón “Aceptar”.
			6.3	23	5.3	5.0	400	532	clic		
		V	I	V	V	V	V	V	V		
		IgA		2.3	82	22	312	400	clic		
		V	V	I	V	V	V	V	V		
		Mbl	1.65		500	645	215	3.2	clic		
		V	V	V	I	V	V	V	V		
		C3c	400	5.0		5.6	455	2.3	clic		
		V	V	V	V	I	V	V	V		
		IgE	500	264	21		10.3	12	clic		
		V	V	V	V	V	I	V	V		
		C4	125	52.0	32.5	12		54	clic		
		V	V	V	V	V	V	I	V		
IgG	54	235	0.3	0.56	25.3		clic				
	Se cancela	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		1. El usuario accede a la

EC 1.3 Cancelar operación	la creación de la gráfica.									Regresa a la interfaz anterior.	interfaz "Crear gráfica" del componente. 2. El usuario presiona el botón "Cancelar".
---------------------------------	-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------	---

En la realización de las pruebas se detectaron errores siguiendo los siguientes criterios:

- Excepciones
- Funcionalidad
- Error de Interfaz
- Ortografía
- Validación
- Redacción
- Diseño CP

La siguiente gráfica muestra los resultados de las pruebas en la 1ra iteración:

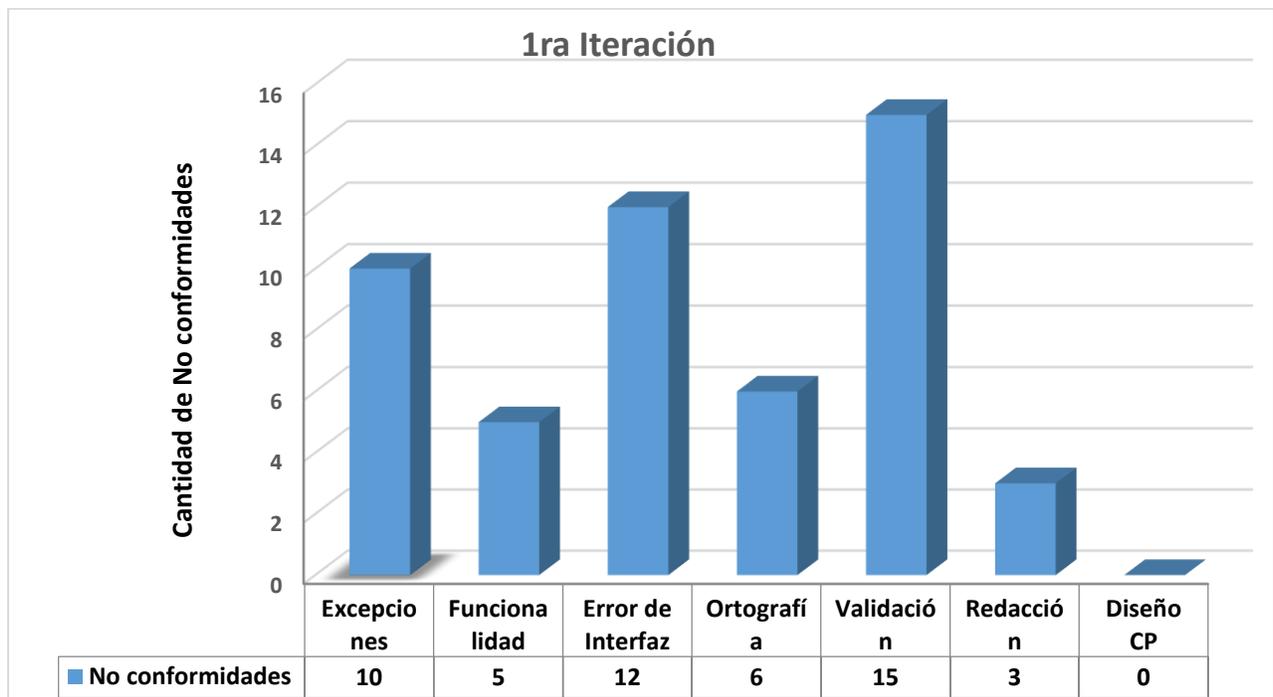


Figura 12 Resultados de la primera iteración de las pruebas

Luego de la 1ra iteración de las pruebas y la corrección de las no conformidades se realizó la segunda iteración de pruebas arrojando los siguientes resultados:

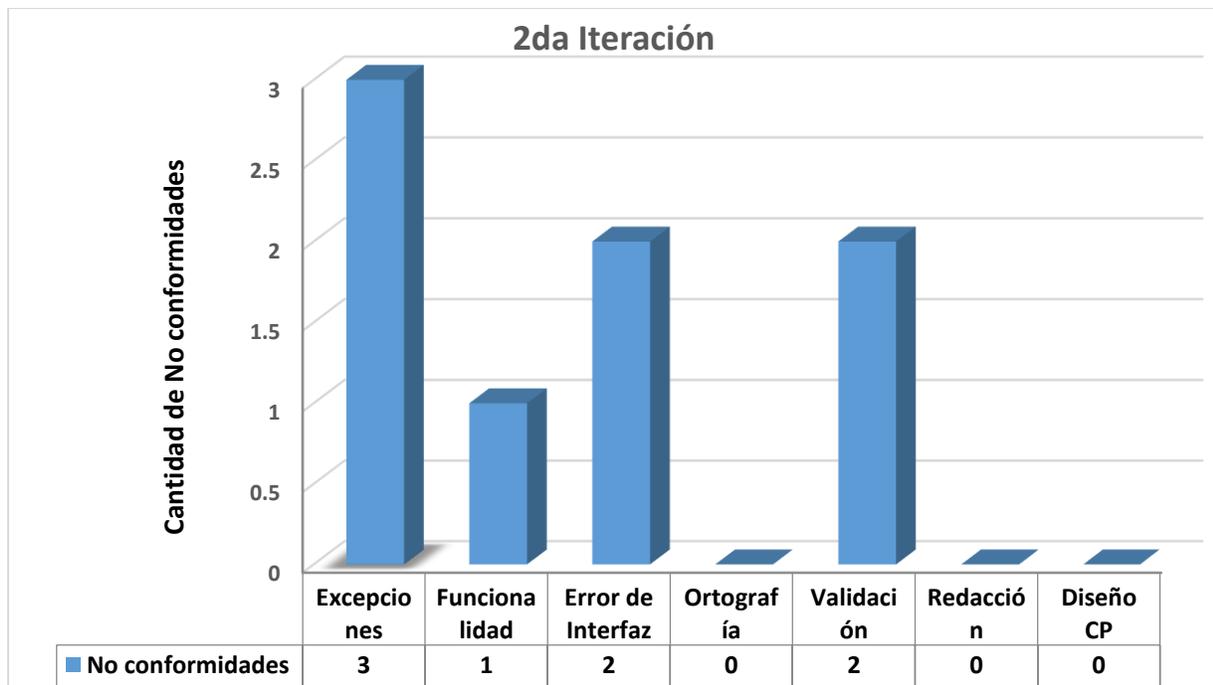


Figura 13 Resultados de la segunda iteración de las pruebas

Al concluir la segunda iteración de pruebas se detectaron un total de 8 no conformidades, de las cuales se lograron resolver el 100% de las mismas.

3.9. Conclusiones parciales

Con la realización de los correspondientes artefactos del presente capítulo, se adquirió una visión detallada de las responsabilidades de cada clase del análisis para el correcto funcionamiento del componente a desarrollar. Por otro lado, el Modelo del Diseño sienta las bases para la etapa de implementación, al ofrecer un mayor acercamiento o nivel de abstracción respecto a lo que el desarrollador tiene que implementar. Se detallaron los Diagramas de Clases de Diseño, logrando determinar las principales clases del sistema a construir, así como su descripción para un mejor entendimiento. Además, la propuesta de Diagrama de Despliegue presentada, brinda los elementos necesarios para un correcto proceso de despliegue del componente informático. Se desarrollaron las pruebas pertinentes al componente, teniendo en cuenta la estrategia definida. Para ello se aplicaron Pruebas de Funcionalidad utilizando el método de Caja Negra, con la técnica de la Partición de Equivalencia. Las pruebas aplicadas permitieron validar la correspondencia del componente desarrollado a los requerimientos definidos por el cliente.

Conclusiones

A partir del cumplimiento del objetivo general planteado, los autores de la presente investigación llegaron a las siguientes conclusiones:

- La realización de un estudio del estado del arte de los sistemas existentes para el estudio neuroinmunológico del LCR, arrojó como resultado que ninguno permite dar una solución completa al problema planteado, siendo necesario la creación de un componente para cumplir estas funciones.
- La elaboración de los artefactos correspondientes a la metodología de desarrollo AUP-UCI sirvió como guía para implementar la solución obtenida.
- Se obtuvo un componente definido bajo una arquitectura Modelo Vista Controlador, que junto al uso de patrones de diseño guió el desarrollo del componente que favorece el mejoramiento de los procesos relacionados con el estudio neuroinmunológico del LCR.
- La validación realizada a partir de las técnicas aplicadas, permitieron validar la correspondencia del componente desarrollado a las funcionalidades definidas por el cliente.

Recomendaciones

Para contribuir al éxito en la continuidad de la investigación, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Incentivar a otras instituciones del país que posean la misma línea de investigación al uso e implantación del componente, para ello se propone mostrar los resultados de la presente investigación en fórums y eventos que validen su relevancia.
- Desarrollar funcionalidades que permitan graficar en los diagramas de Reiber anticuerpos específicos presentes en la detección puntual de enfermedades como: la meningitis (bacteriana, fúngica, micobacteriana y amébrica), hemorragia (subaracnoidea, intracerebral e infarto cerebral), enfermedades neurológicas como: esclerosis múltiple, enfermedades desmielinizantes y el síndrome de Guillain Barré.
- Desarrollar la internacionalización del componente con el objetivo de brindar la posibilidad a especialistas de otros países la interacción con los gráficos que este brinda, así como los nuevos descubrimientos que han sido resultados de investigaciones realizadas por especialistas cubanos.

Referencias Bibliográficas

1. **BECERRA, Luis, GÓNZALEZ, Fernando, VALENZUELA, Joaquín and CEDEÑO, Marcos.** *Las tics en el sector salud.* 2010.
2. **GUDAS and NUÑEZ, Mirta.** *Red de Salud de Cuba. Décimo Aniversario del Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo, Labcel* [Online]. Infomed. Available from: <http://articulos.sld.cu/editorhome/archives/tag/laboratorio-central-de-liquido-cefalorraquideo>
3. **RODRÍGUEZ, Santiago and VILLAMARÍN, Segade.** *Educación continuada en el Laboratorio Clínico.* 2006.
4. **CORREALE, Jorge, VILLA, Andrés M. and GARCEA, Orlando.** *Neuroinmunología clínica.* 2011.
5. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Bases moleculares de la Neuroinmunología (II). *Revista Cubana de Pediatría.* 2005.
6. **ENCICLOPEDIASALUD.COM.** Enciclopedia Salud: Definición de Líquido Cefalorraquídeo. *enciclopediasalud.com* [Online]. 2011. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/liquido-cefalorraquideo>
7. **NEUROCIRUGÍA CONTEMPORÁNEA** ISSN 1988-2661. líquido_cefalorraquídeo [Neurocirugía Contemporánea ISSN 1988-2661]. *Neurocirugía Contemporánea ISSN 1988-2661* [Online]. 2010. [Accessed 29 April 2016]. Available from: http://neurocirugiacontemporanea.com/doku.php?id=liquido_cefalorraquideo
8. **SCHLIEP, G and FELGENHAUER, K.** Serum-CSF protein gradients, the blood-CSF barrier and the local immune response - Springer. *Springer Link* [Online]. 1978. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02402169>
9. **TOURTELLOTTE, WW, TAVOLATO, B, PARKER, JA and COMISO, P.** Cerebrospinal fluid electroimmunodiffusion. An easy, rapid, sensitive, reliable, and valid method for the simultaneous determination of immunoglobulin. *PubMed* [Online]. 1971. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4999856>
10. **TIBBILING, G, LINK, H and OHMAN, S.** Principles of albumin and IgG analyses in neurological disorders. I. Establishment of reference values. - PubMed - NCBI. *PubMed* [Online]. 1977. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/337459>
11. **TOURTELLOTTE, Wallace W., POTVIN, Alfred R., FLEMING, John O., MURTHY, Kolar N., LEVY, SYNDULKO, Karl and POTVIN, Janet H.** Multiple sclerosis. *Neurology* [Online]. 1980. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.neurology.org/content/30/3/240.abstract>
12. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Reibergrama: Análisis esencial en el estudio del líquido cefalorraquídeo. *Revista de Neurología.* 1999.
13. **H.M, John, SOUVERIJN, M.P, Hans, PEET, Rob and GRENZEBACH SMIT, Willem.** *Intrathecal immunoglobulin synthesis: Comparison of various formulae with the "gold standard" of isoelectric focusing* [Online]. 1991. *Journal of the Neurological Sciences.* Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022510X9190087N?np=y>
14. **OHMAN, Sten, ERNERUDH, Jan, FORSBERG, Pia, HENRIKSSON, Annemarie, SCHNECK, Henning and VRETHEM, Magnus.** Comparison of Seven Formulae and Isoelectrofocusing for Determination of Intrathecally Produced IgG in Neurological Diseases. *Annals of Clinical Biochemistry* [Online]. 1992. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://acb.sagepub.com/content/29/4/405.short>
15. **PETER, James B. and BOWMAN, Ralph L.** Intra-blood-brain barrier synthesis of IgG. *Neurology* [Online]. 1992. [Accessed 2 May 2016]. Available from: <http://www.neurology.org/content/42/3/510.abstract>
16. **OHMAN, S.** Diagnostic methods for demonstration of intrathecal synthesis of immunoglobulin. [Online]. 1994. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898187902506>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

17. **REIBER, Hansotto and FELGENHAUER, Klaus.** Protein transfer at the blood cerebrospinal fluid barrier and the quantitation of the humoral immune response within the central nervous system. *ScienceDirect* [Online]. 1987. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898187902506>
18. **REIBER, Hansotto and W, Albaum.** Statistical evaluation of intrathecal protein synthesis in CSF. 2012.
19. **WORMEK, A.K. and S.E., Schleutermann.** CSF Laboratory 3.7 - Cerebrospinal Fluid Analysis. 2012.
20. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Desarrollo de un sistema computarizado de aplicación en la esfera de la Inmunología. [Online]. 1993. Available from: http://semanatecnologica.fordes.co.cu/sites/all/files/public/p234_0.pdf
21. **PINTO, C.J.Q.L.F.V.F. and L, Neriz.** *Análisis de Modelos de Procesos de Negocios en relación a la dimensión informática. Departamento de Sistemas de Información y Auditoría.* 2002.
22. **ALTOVA.** Modelado de procesos de negocio. ALTOVA [Online]. 2015. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.altova.com/es/umodel/business-process-modeling.html>
23. **I.A. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN.** *Especificación de Requerimientos.* Granada, n.d.
24. **PRESSMAN, Roger S.** *Ingeniería del software: un enfoque práctico.* Madrid, 1997.
25. **VEGA, M.** Casos de uso UML. [Online]. 2010. Available from: <http://lsi.ugr.es/~ig1/docis/casos%20de%20uso.pdf>.
26. **GITORIOUS.** *Qt Project. Model/View Programming* [Online]. 2013. Available from: <http://qt-project.org/doc/qt-4.8/model-view-programming.html>
27. **GROSSO, Andrés.** *Prácticas de software. Experiencias sobre la Ingeniería y Management del Software.* [Online]. 2011. Available from: <http://www.practicadesoftware.com.ar/2011/03/patrones-grasp/>
28. **BUSTOS THAMES, Juan Pablo.** *Diagrama de clases* [Online]. 2011. Available from: <http://es.slideshare.net/jpbthames/diagramas-de-clases>
29. **SALAZAR, Cristian and C.** *Modelo de Datos* [Online]. 2012. Available from: <http://es.slideshare.net/csalazarc/modelo-de-datos-14506949>
30. **MELCHOR, Alex.** *Tutorial Diagrama de Despliegue* [Online]. 2012. Available from: https://prezi.com/e_gpb7xev_im/tutorial-diagramas-de-despliegue/
31. **CALLEJA, M.A.** *Estándares de codificación* [Online]. 2010. Available from: <http://www.cisiad.uned.es/carmen/estilo-codificacion.pdf>.
32. **ALONSO, Fernando, MARTÍNEZ, Loic and SEGOVIA, Francisco Javier.** *Introducción a la ingeniería del software. Modelos de desarrollo de programas.* Madrid, 2005.

Bibliografía

1. **ALONSO, Fernando, MARTÍNEZ, Loic and SEGOVIA, Francisco Javier.** *Introducción a la ingeniería del software. Modelos de desarrollo de programas.* Madrid, 2005.
2. **ALTOVA.** Modelado de procesos de negocio. *ALTOVA* [Online]. 2015. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.altova.com/es/umodel/business-process-modeling.html>
3. **ÁLVAREZ DE ZAYA, Carlos Manuel.** *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso de formación del profesional de perfil amplio.* La Habana: Ministerio de Educación Superior, 1988.
4. **BECERRA, Luis, GONZÁLEZ, Fernando, VALENZUELA, Joaquín and CEDEÑO, Marcos.** *Las tics en el sector salud.* 2010.
5. **BELMONTE FERNÁNDEZ, Oscar.** *Introducción al lenguaje de programación Java. Una guía básica.* 2005.
6. **BUSTOS THAMES, Juan Pablo.** *Diagrama de clases* [Online]. 2011. Available from: <http://es.slideshare.net/jpbthames/diagramas-de-clases>
7. **CABRERA, Dr. Carlos F. LÍQUIDO CEFALORAQUÍDEO Y LA PUNCIÓN LUMBAR EN EL SIGLO XXI.** *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina.* 2003.
8. **CALLEJA, M.A.** *Estándares de codificación* [Online]. 2010. Available from: <http://www.cisiad.uned.es/carmen/estilo-codificacion.pdf>.
9. **CATALÁ, Antonio.** *Manifiesto de Reglas de Negocio.* 2005.
10. **CHÁVEZ HERNÁNDEZ, Lisset and GARCIA SILVA, Javier.** *Trabajo de Diploma: Componente gráfico del sistema computarizado para el estudio neuroinmunológico del Líquido Cefalorraquídeo XAVIA LCR.* La Habana, 2013.
11. **CHÁVEZ SÁNCHEZ, Guillermo.** *Las TIC y sus aplicaciones. La conformación de una nueva cultura digital.* 2013. Vol. 14.
12. **COLECTIVO DE AUTORES.** *Libro de Preparación Pedagógica integral.* La Habana, 2003.
13. **CONTRERA, A.J.D.** Reibergrama: Análisis esencial en el estudio del líquido cefalorraquídeo. *Revista de Neurología.* 1999.
14. **CORREALE, Jorge, VILLA, Andrés M. and GARCEA, Orlando.** *Neuroinmunología clínica.* 2011.
15. **CRUZ QUISPE, Victor Fabio, GUTIÉRREZ MAMANI, Ever Dino and MENDIVIL TORRICO, Luis Briam.** *Diagrama de componentes* [Online]. 2011. Available from: <http://es.slideshare.net/uitron/diagrama-de-componentes-7551535>
16. **DICCIONARIO MÉDICO.** Intratecal - Diccionario Médico. [Online]. [Accessed 24 March 2016]. Available from: http://www.portalesmedicos.com/diccionario_medico/index.php/Intratecal
17. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan, MONTERO CARDOSO, Ernesto, GARCÍA, Elena and REIBER, Hansotto.** *Neuroinmunología clínica.* Academia, 2009.
18. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Desarrollo de un sistema computarizado de aplicación en la esfera de la Inmunología. [Online]. 1993. Available from: http://semanatecnologica.fordes.co.cu/sites/all/files/public/p234_0.pdf
19. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Reibergrama: Análisis esencial en el estudio del líquido cefalorraquídeo. *Revista de Neurología.* 1999.
20. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** *Reibergramas: elemento esencial en el análisis inmunológico del líquido cefalorraquídeo.* 1999.
21. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Bases moleculares de la Neuroinmunología (II). *Revista Cubana de Pediatría.* 2005.
22. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** Productividad, visibilidad e impacto de la producción científica del Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud.* 2010.
23. **DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan.** *Reibergrama para la evaluación de la síntesis intratecal de C3c.* 2014.
24. **ENCICLOPEDIA MÉDICA.** Análisis del líquido cefalorraquídeo: MedlinePlus enciclopedia médica. *MedinePlus* [Online]. [Accessed 2 May 2016]. Available from: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003369.htm>

25. **ENCICLOPEDIASALUD.COM.** Enciclopedia Salud: Definición de Líquido Cefalorraquídeo. *enciclopediasalud.com* [Online]. 2011. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/liquido-cefalorraquideo>
26. **GENBETA: DEV.** Eclipse IDE. *GENBETA:dev* [Online]. 2014. [Accessed 2 May 2016]. Available from: <http://www.genbetadev.com/herramientas/eclipse-ide>
27. **GITORIOUS.** *Qt Project. Model/View Programming* [Online]. 2013. Available from: <http://qt-project.org/doc/qt-4.8/model-view-programming.html>
28. **GONZÁLEZ VEGA, Yosami and LEDESMA VALDÉS, Yasmani.** *Trabajo de Diploma: Sistema para la gestión de la información en el estudio neuroinmunológico de proteínas del líquido cefalorraquídeo.* La Habana, 2013.
29. **GROSSO, Andrés.** *Prácticas de software. Experiencias sobre la Ingeniería y Management del Software.* [Online]. 2011. Available from: <http://www.practicadesoftware.com.ar/2011/03/patrones-grasp/>
30. **GDAS and NUÑEZ, Mirta.** *Red de Salud de Cuba. Décimo Aniversario del Laboratorio Central de Líquido Cefalorraquídeo, Labcel* [Online]. Infomed. Available from: <http://articulos.sld.cu/editorhome/archives/tag/laboratorio-central-de-liquido-cefalorraquideo>
31. **HALL, Marty.** *JSF: The Ajax4jsf Library.* 2012.
32. **HERRERA LOSADA, Hans.** Lectura 3 Modelo De Análisis. *SlideShare* [online]. 2009. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://es.slideshare.net/guest0a6e49/lectura-3-modelo-de-analisis>
33. **H.M, John, SOUVERIJN, M.P, Hans, PEET, Rob and GRENZEBACH SMIT, Willem.** *Intrathecal immunoglobulin synthesis: Comparison of various formulae with the "gold standard" of isoelectric focusing* [Online]. 1991. Journal of the Neurological Sciences. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022510X9190087N?np=y>
34. **I.A. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACION.** *Especificación de Requerimientos.* Granada, n.d.
35. **LABARRERE REYES, Guillermina and VALDIVIA PAIROL, Gladys.** *Apalancamiento Operativo.* La Habana, 1989.
36. **LONDOÑO PALACIO, Olga Lucía, MALDONADO GRANADOS, Luis Facundo and CALDERÓN VILLAFÁÑEZ, Licky Catalina.** *GUÍA PARA CONSTRUIR ESTADOS DEL ARTE.* Bogotá, 2014.
37. **MARTÍNEZ BRÚ, Cecilia and LLOMPART ALABER, Isabel.** *Recomendaciones para el estudio de las proteínas del líquido cefalorraquídeo.* 2002.
38. **MELCHOR, Alex.** *Tutorial Diagrama de Despliegue* [Online]. 2012. Available from: https://prezi.com/e_gpb7xev_im/tutorial-diagramas-de-despliegue/
39. **NEUROCIRUGÍA CONTEMPORÁNEA ISSN 1988-2661.** *líquido_cefalorraquídeo* [Neurocirugía Contemporánea ISSN 1988-2661]. *Neurocirugía Contemporánea ISSN 1988-2661* [Online]. 2010. [Accessed 29 April 2016]. Available from: http://neurocirugiaincontemporanea.com/doku.php?id=liquido_cefalorraquideo
40. **OHMAN, S.** Diagnostic methods for demonstration of intrathecal synthesis of immunoglobulin. [Online]. 1994. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898187902506>
41. **OHMAN, Sten, ERNERUDH, Jan, FORSBERG, Pia, HENRIKSSON, Annemarie, SCHNECK, Henning and VRETHEM, Magnus.** Comparison of Seven Formulae and Isoelectrofocusing for Determination of Intrathecal Produced IgG in Neurological Diseases. *Annals of Clinical Biochemistry* [Online]. 1992. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://acb.sagepub.com/content/29/4/405.short>
42. **ORALLO, HERNÁNDEZ, Enrique.** *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML).* [no date].
43. **ORELLA, Arturo.** *UTILIDAD DE LA TÉCNICA MINERÍA DIFUSA PARA MODELAR PROCESOS EN EL ENTORNO HOSPITALARIO.* La Habana, 2015.
44. **PADILLA-DOCAL, Bárbara, DORTA-CONTRERAS, Alberto Juan and RODRÍGUEZ REY, Alexis.** *CSF/serum quotient graphs for the evaluation of intrathecal C4 synthesis* [Online]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2709889/>
45. **PELÁEZ, Juan.** *Arquitectura basada en capas.* 2009.
46. **PETER, James B. and BOWMAN, Ralph L.** Intra-blood-brain barrier synthesis of IgG. *Neurology* [Online]. 1992. [Accessed 2 May 2016]. Available from: <http://www.neurology.org/content/42/3/510.abstract>
47. **PICKIN, Simón, ALMENÁREZ MENDOZA, Florina, MARTÍNEZ, Natividad and BASANTA VAL, Pablo.** *La capa de Negocio de la Arquitectura Java EE.* Madrid, 2009.

48. **PINTO, C.J.Q.L.F.V.F. and L, Neriz.** *Análisis de Modelos de Procesos de Negocios en relación a la dimensión informática.* Departamento de Sistemas de Información y Auditoría. 2002.
49. **PRESSMAN, Roger S.** *Ingeniería del software: un enfoque práctico.* Madrid, 1997.
50. **PRESSMAN, Roger S.** Un enfoque práctico. Capítulo 11 Diseño Componentes: Mc Graw Hill. In: *Ingeniería del software.* [No date].
51. **PUBLICACIONES.** *EL LÍQUIDO CÉFALO-RAQUÍDEO EN DIFERENTES ENFERMEDADES.* [Online]. 2012. Available from: <http://www.smu.org.uy/publicaciones/libros/historicos/lcr/cap17.pdf>
52. **REIBER, Hansotto and FELGENHAUER, Klaus.** Protein transfer at the blood cerebrospinal fluid barrier and the quantitation of the humoral immune response within the central nervous system. *ScienceDirect* [Online]. 1987. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0009898187902506>
53. **REIBER, Hansotto, OTTO, Markus, TRENDELENBURG, Cristian and WORMEK, Arno.** *Reporting Cerebrospinal Fluid Data: Knowledge Base and Interpretation Software.* New York, 2001.
54. **REIBER, Hansotto and W, Albaum.** Statistical evaluation of intrathecal protein synthesis in CSF. 2012.
55. **REYNOSO, Carlos and KICILLOF, Nicolás.** *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft.* Buenos Aires, 2004.
56. **RIVERO CASTRO, Arelys.** *Algoritmo basado en técnicas de segmentación de imágenes de tomografía de tórax para aumentar el acierto en la identificación de nódulos pulmonares solitarios.* La Habana, 2014.
57. **RODRÍGUEZ, Santiago and VILLAMARÍN, Segade.** Educación continuada en el Laboratorio Clínico. 2006.
58. **RODRÍGUEZ, Santiago.** Educación continuada en el Laboratorio Clínico.
59. **SALAZAR, Cristian and C.** *Modelo de Datos* [Online]. 2012. Available from: <http://es.slideshare.net/csalazarc/modelo-de-datos-14506949>
60. **SÁNCHEZ, Tamara.** *Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI.* La Habana, 2014.
61. **SCHLIEP, G and FELGENHAUER, K.** Serum-CSF protein gradients, the blood-CSF barrier and the local immune response - Springer. *Springer Link* [Online]. 1978. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02402169>
62. **TEDESCHI, Nicolás.** ¿Qué es un Patrón de Diseño? *Microsoft* [Online]. [Accessed 2 May 2016]. Available from: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972240.aspx>
63. **TIBBILING, G, LINK, H and OHMAN, S.** Principles of albumin and IgG analyses in neurological disorders. I. Establishment of reference values. - PubMed - NCBI. *PubMed* [Online]. 1977. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/337459>
64. **TOURTELLOTTE, Wallace W., POTVIN, Alfred R., FLEMING, John O., MURTHY, Kolar N., LEVY, SYNDULKO, Karl and POTVIN, Janet H.** Multiple sclerosis. *Neurology* [Online]. 1980. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.neurology.org/content/30/3/240.abstract>
65. **TOURTELLOTTE, WW, TAVOLATO, B, PARKER, JA and COMISO, P.** Cerebrospinal fluid electroimmunodiffusion. An easy, rapid, sensitive, reliable, and valid method for the simultaneous determination of immunoglobulin. *PubMed* [Online]. 1971. [Accessed 29 April 2016]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4999856>
66. **VEGA, M.** Casos de uso UML. [Online]. 2010. Available from: <http://lsi.ugr.es/~ig1/docis/casos%20de%20uso.pdf>.
67. **VENETE, Adriana.** Introducción a los Patrones de Arquitectura. 2011 2010.
68. **VISCONTI, Marcello and ASTUDILLO, Hernán.** *Fundamentos de Ingeniería de Software. Patrones de Diseño.* Universidad Técnica Federico Santa María, [no date].
69. **WORMEK, A.K. and S.E., Schleutermann.** CSF Laboratory 3.7 - Cerebrospinal Fluid Analysis. 2012.
70. **ZALDUENDO, Pedro.** *Vida sana Clínica.* Universidad de Navarra, [no date].

Glosario de Términos

Albumina: proteína que se encuentra en gran proporción en el plasma sanguíneo, siendo la principal proteína de la sangre y una de las más abundantes en el ser humano y la más representada en el líquido cefalorraquídeo.

Analito: es el componente de interés analítico de una muestra. Son especies químicas cuya presencia o concentración se desea conocer. El analito es una especie química que puede ser identificado y cuantificado, es decir, determinar su cantidad y concentración en un proceso de medición química, constituye un tipo particular de mensurando en la metrología química.

Anticuerpo: son las moléculas de la inmunidad humoral específica y una de sus principales funciones fisiológicas es la defensa contra los microorganismos extracelulares y las toxinas producidas por los distintos agentes microbianos.

Punción lumbar (punción raquídea o punción espinal): es un análisis médico común en el que se toman pequeñas muestras de líquido cefalorraquídeo para analizarlo mediante la inserción de una aguja, con un mandril en su interior (aguja de punción lumbar) hueca entre las vértebras lumbares. Es un examen para evaluar el líquido que rodea el cerebro y la médula espinal. El examen también se utiliza para medir la presión en dicho líquido.

Proteínas: las proteínas son biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos arrolladas entre sí formando una estructura terciaria compleja.

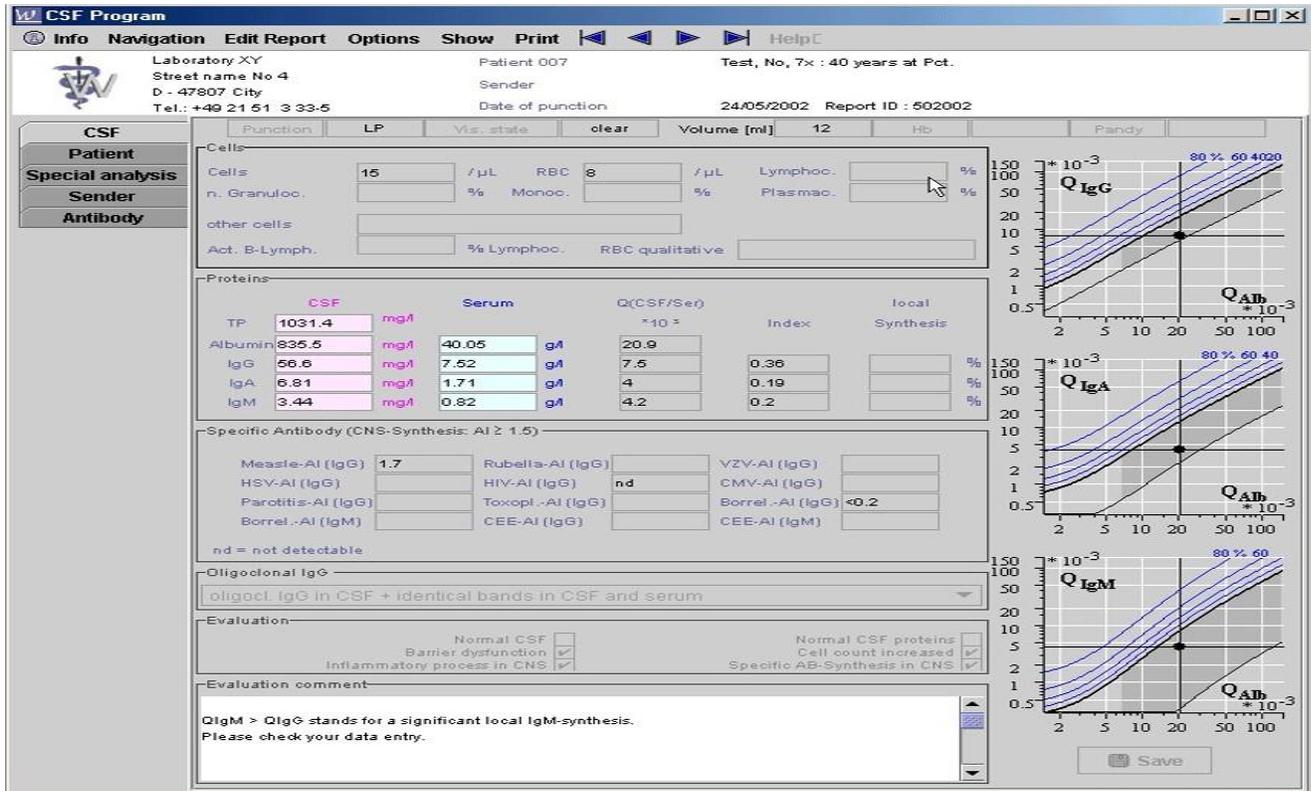
Componente: es un elemento de un sistema de software que ofrece un conjunto de servicios, o funcionalidades, a través de interfaces definidas.

Neurología: es la especialidad médica que estudia la estructura, función y desarrollo del sistema nervioso (central, periférico y autónomo) y muscular en estado normal y patológico. La Neurología se ocupa de forma integral de la asistencia médica al enfermo neurológico, de la docencia en todas las materias que afectan al sistema nervioso y de la investigación, tanto clínica como básica, dentro de su ámbito.

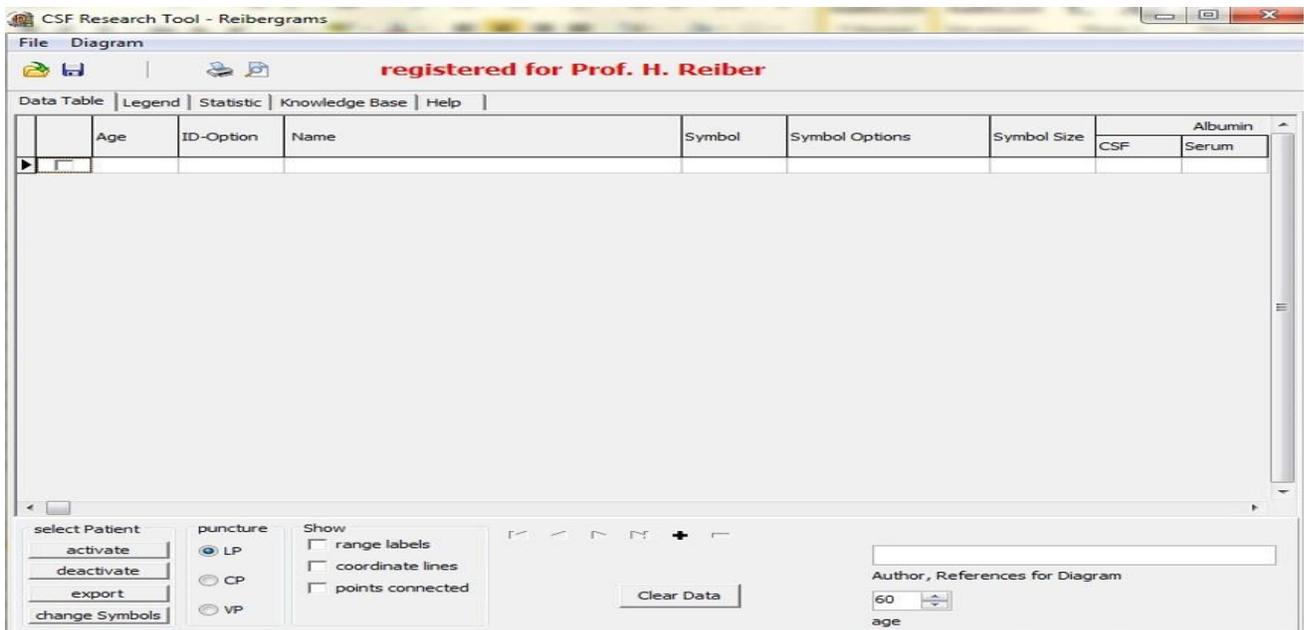
Inmunología: es la rama amplia de la biología y de las ciencias Biomédicas que se ocupa del estudio del sistema inmunitario, entendiendo como tal al conjunto de Órganos, Tejidos y Células que tienen como función reconocer elementos extraños o ajenos dando una respuesta (respuesta inmunitaria)

Anexos

Anexo 1. CSF Laboratorio 3.7



Anexo 2. CSF Research Tool.



Crear estudio Buscar...

Fecha: 13/06/2016 Hora inicio: 10:57 PM Ver opciones

Datos generales del paciente No.H.C.: 1234572


 Nombre: Susana Carné de identidad: 58020156325
 Primer apellido: Pérez Fecha de nacimiento: 01/02/1958
 Segundo apellido: Batista Sexo: Femenino

Datos de la solicitud

Institución remitente: <Seleccione> Médico: <Seleccione>

Muestra

Volumen: mL Fecha de punción:  Fecha de recibo de muestra: 

Impresión diagnóstica:

Datos del estudio

LCR

Lugar de la punción: <Seleccione> Estado visual: <Seleccione> Pandý: <Seleccione>

Hb: <Seleccione>

Células (aumentadas $\geq 5/10^6$)

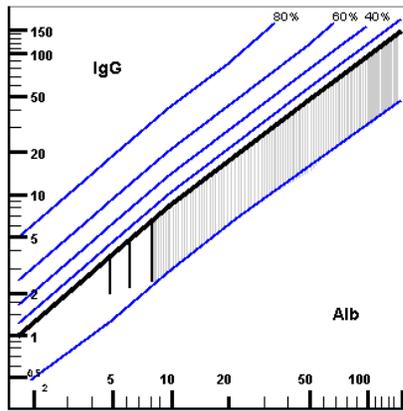
Células: / 10^6 L Glóbulos rojos: / 10^6 L Linfocitos: %
 Granulocitos: % Monocitos: % Eosinófilo: %
 Células plasmáticas: % Otras células: %

Proteínas

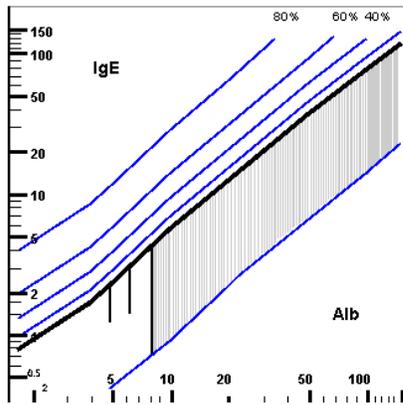
Datos de proteínas

Nombre	LCR	Suero	Q(LCR/Ser)*10-3	QLim	Síntesis local
TP	<input type="text"/> mg/l				
Alb	<input type="text"/> mg/l	<input type="text"/> g/l	<input type="text"/>		
IgG	<input type="text"/> mg/l	<input type="text"/> g/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> % 
IgE	<input type="text"/> mg/l	<input type="text"/> g/l	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> % 

Gráfica IgG



Gráfica IgE



IgG Oligoclonal		
IgG Oligoclonal: <Seleccione>		
Anticuerpos específicos (Síntesis del SNC: índice de anticuerpo >= 1.5)		
IA-Sarampión (IgG):	IA-Rubéola (IgG):	IA-VVZ (IgG):
IA-VHS (IgG):	IA-VIH (IgG):	IA-CMV (IgG):
IA-Parotiditis (IgG):	IA-Toxopl. (IgG):	IA-Borrel (IgG):
IA-Borrel (IgM):	IA-VEB (IgA):	IA-VEB (IgM):
Evaluación		
Tipo evaluación		
Tipo evaluación:		
<input checked="" type="radio"/> Automática <input type="radio"/> Manual		
<input type="checkbox"/> LCR normal	<input type="checkbox"/> Proteínas normales en el LCR	<input type="checkbox"/> Disfunción de barrera
<input type="checkbox"/> Número de células elevado	<input type="checkbox"/> Proceso inflamatorio en el SCN	<input type="checkbox"/> Síntesis específica de anticuerpos en el SCN
Observaciones:		
<input type="text"/>		
		<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>

Anexo 4. Interfaz Buscar estudio

Criterios de búsqueda		
Desde:	Hasta:	Institución remitente:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<Seleccione>
Nombre:	Primer apellido:	Segundo apellido:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="button" value="Buscar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>
Listado de estudios		
Nombre y apellidos	Institución remitente	Fecha
Yasmani Brito Silva	Centro de Inmunología Molecular	19/05/2016
Josefina Acosta Valdés	Centro de Inmunología Molecular	19/05/2016
Susana Pérez Batista	CEMAS	18/05/2016
Yasmani Brito Silva	Centro de Inmunología Molecular	18/05/2016
Francisco López Orosco	Frank Pais	18/05/2016

Anexo 5. Entrevista

Con motivo de conocer los pormenores del trabajo y de las funciones realizadas en el LABCEL, el equipo de trabajo a cargo de la investigación sobre el componente para la elaboración de Reibergramas en la realización del estudio neuroinmunológico del líquido cefalorraquídeo; se reunió con algunos especialistas, bioanalistas y el Dr. Juan Dorta. Esta entrevista va encaminada

a enfatizar sobre las razones de dicho trabajo, su importancia, relevancia y la necesidad actual de los pacientes encaminada al estudio del líquido cefalorraquídeo.

Para ello se establecieron una serie de preguntas que persiguen el margen de la investigación en curso:

1. ¿En qué consiste el estudio del líquido cefalorraquídeo?
2. ¿Cuál es su importancia y relevancia?
3. ¿Cómo se manifiesta dicho estudio en el control y prevención de enfermedad neuroinmunológicas?
4. ¿Qué herramientas o tecnologías se emplean en el mundo para su realización?
5. ¿Cuál de ellas se usan en el LABCEL y cuáles son los motivos de su uso?
6. ¿Cuáles son las desventajas del sistema actual?
7. ¿Qué nuevas funcionalidades o recursos usted añadiría a un nuevo sistema para la realización del estudio?

Gracias a las respuestas obtenidas, a su énfasis en la nueva estructura y base del sistema a considerar para el estudio del líquido cefalorraquídeo. Se ha logrado conocer los elementos necesarios para llevar a término la investigación, basándonos en los conocimientos y experiencia de los especialistas del LABCEL.

Anexo 6. Diccionario de datos

Crear gráfica

Almacena toda la información sobre las gráficas						
Atributos						
Nombre	Descripción	Tipo	¿Puede ser nulo?	¿Es único?	Restricciones	
					Clases válidas	Clases no válidas
Nombre	Se registra el nombre de la gráfica a crear.	Cadena de caracteres	No	Sí	-	Caracteres extraños
Constante de la función hiperbólica – Lim: a/b	Se registra el valor de la constante de	-	No	No	Solo números	-

	la función hiperbólica.					
Constante de la función hiperbólica – Lim: b^2	Se registra el valor de la constante de la función hiperbólica.	-	No	No	Solo números	-
Constante de la función hiperbólica – Lim: c	Se registra el valor de la constante de la función hiperbólica.	-	No	No	Solo números	-
Constante de la función hiperbólica – Low: a/b	Se registra el valor de la constante de la función hiperbólica.	-	No	No	Solo números	-
Constante de la función hiperbólica – Low: b^2	Se registra el valor de la constante de la función hiperbólica.	-	No	No	Solo números	-
Constante de la función hiperbólica – Low: c	Se registra el valor de la constante de la función hiperbólica.	-	No	No	Solo números	-

Crear estudio

Almacena toda la información sobre el estudio					
Atributos					
Nombre	Descripción	Tipo	¿Puede ser nulo?	¿Es único?	Restricciones

					Clases válidas	Clases no válidas
Muestra						
Volumen	Contiene el volumen de la muestra en mililitro.	-	No	No	Solo números	-
Fecha de punción	Contiene la fecha en que al paciente se le realizó la punción.	-	No	No	dd/mm/aaaa	-
Recibo de muestra	Contiene la fecha en que la muestra fue recibida en el laboratorio.	-	No	No	dd/mm/aaaa	-
Médico	Contiene el nombre del médico que orientó la realización de extracción de la muestra al paciente para posterior estudio.	-	No	No	Cadena de caracteres	-
Institución remitente	Contiene el nombre de la Institución remitente que orientó la realización del estudio.	-	No	No	CEMAS, Centro de Inmunología Molecular, CIGB, Frank País.	-
Impresión diagnóstica	Contiene un comentario	Cadena de caracteres	No	No	-	-

	emitido por el especialista acerca del análisis.					
Datos del estudio - LCR						
Lugar de punción	Contiene de qué forma se le realizó la punción al paciente.	-	Sí	No	Cisternal, Lumbar, Ventricular.	-
Estado visual	Contiene el estado en que estaba la muestra.	-	Sí	No	Claro, Hemorrágico, Traumático, Turbio, Xantocrómico.	-
Pandy	Contiene el resultado del test de Pandy, prueba general para la detección de globulinas en el LCR.	-	Sí	No	Sin información, No analizado, 0, +, ++.	-
Hb	Contiene detalles sobre la hemoglobina del paciente.	-	Sí	No	No analizado, 0, +, ++, +++.	-
Células	Contiene la cantidad total de células de la muestra.	-	Sí	No	Solo números	-
Glóbulos rojos	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con	-	Sí	No	Solo números	-

	respecto a la cantidad total de células.					
Linfocitos	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Granulocitos	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Monocitos	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Eosinófilo	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-

Células plámaticas	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Otras células	Contiene el % de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Proteínas						
TP - LCR	Contiene el total de proteínas presente en la muestra LCR.	-	No	No	Solo números	-
Alb - LCR	Contiene el total de proteínas de este tipo presente en la muestra de LCR.	-	No	No	Solo números	-
Alb - Suero	Contiene el total de proteínas de este tipo presente en la muestra de LCR.	-	No	No	Solo números	-
IgG Oligoclonal						

IgG Oligoclonal	Contiene el estado de las proteínas.	-	Sí	No	Bandas en el LCR + bandas en el LCR y suero, Bandas idénticas en el LCR y suero, Bandas monoclonales en el LCR y suero, Bandas oligoclonales en el LCR, LCR normal.	-
Anticuerpos específicos						
IA-Sarampión (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-Rubéola (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-VVZ (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-VHS (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-

IA-VIH (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-CMV (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-Parotiditis (IgG)	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-Toxopl. (IgG):	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-Borrel (IgG):	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-Borrel (IgM):	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
IA-VEB (IgA):	Contiene el índice de	-	Sí	No	Solo números	-

	anticuerpos específicos de este tipo presente.					
IA-VEB (IgM):	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
Evaluación						
Tipo de evaluación	Contiene una evaluación emitida por el especialista.	-	No	No	Automática, Manual.	-
Evaluación – Manual	Contiene una evaluación manual emitida por el especialista.	-	Sí	No	LCR normal, Numero de células elevados, Proteínas normales en el LCR, Proceso inflamatorio en el SCN, Disfunción de barrera Síntesis específica de anticuerpos en el SCN.	-
Observaciones	Contiene las observaciones emitidas por el especialista.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
Análisis especial						
LCR - Lactato-Valor	Contiene el índice de anticuerpos	-	Sí	No	Solo números	-

	específicos de este tipo presente.					
LCR - Glucosa-Valor	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
LCR - Ferritina-Valor	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
LCR - Lactato-Unidad	Contiene la unidad índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
LCR - Glucosa-Unidad	Contiene la unidad índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
LCR - Ferritina-Unidad	Contiene la unidad índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
LCR - Lactato-Rango normal	Contiene el rango normal de anticuerpos específicos de	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-

	este tipo presente.					
LCR - Glucosa-Rango normal	Contiene el rango normal de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
LCR - Ferritina-Rango normal	Contiene el rango normal de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
Suero - Glucosa-Valor	Contiene el índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	-	Sí	No	Solo números	-
Suero - Glucosa-Unidad	Contiene la unidad índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
Suero - Glucosa-Rango normal	Contiene la unidad índice de anticuerpos específicos de este tipo presente.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-
Listado de anticuerpos						
Anticuerpo - LCR	Contiene el índice de anticuerpos específicos del	-	Sí	No	Solo números	-

	anticuerpo introducido por el especialista.					
Anticuerpo - Suero	Contiene el índice de anticuerpos específicos del anticuerpo introducido por el especialista.	-	Sí	No	Solo números	-
Conteo diferencial						
Tipo de células – Por ciento	Contiene el % del conteo diferencial de células presentes en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Tipo de células - Todo / 10 -6L	Contiene el índice de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	-	Sí	No	Solo números	-
Tipo de células – Cualitativa	Contiene el índice de este tipo de célula presente en la muestra con respecto a la cantidad total de células.	Cadena de caracteres	Sí	No	-	-

Anexo 7. RF4 Modificar gráfica

Descripción textual	Visualiza los datos de la gráfica previamente creada y permite cambiar sus valores ya sea introduciendo nuevos o seleccionando diferentes.
Actores	Usuario (Especialista)
Precondiciones	Debe estar creada una gráfica.
Flujo de eventos	
Flujo básico Modificar gráfica	
1	El actor selecciona la opción "Modificar."
2	El componente muestra por defecto la información asociada a la interfaz: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de la gráfica. Ver Sección Nº 1: "Datos de la gráfica." Y permite: <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar crear gráfica. • Cancelar. Ver Alternativa Nº 1: "Cancelar."
3	El actor modifica los datos deseados.
4	El actor selecciona la opción "Aceptar."
5	El componente valida los datos. Si hay datos incompletos, ver Alternativa Nº 2 : "Existen datos incompletos".
6	El componente crea la gráfica.
Secciones	
Sección Nº 1 "Datos de la gráfica."	
1	El componente muestra los datos predeterminados: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Lim: a/b • Lim: b² • Lim: c • Low: a/b • Low: b² • Low: c
2	El actor registra los datos.

3	Regresa al paso 2 del Flujo básico
Pos-condiciones	
1	Se gestionó la lista de gráficas.
Flujos alternativos	
Flujo alternativo N° 1 “Cancelar.”	
1	El actor selecciona la opción “Cancelar.”
2	El sistema regresa a la vista anterior.
Pos-condiciones	
1	N/A
Flujo alternativo N° 2 “Datos incompletos.”	
1	El componente valida si los datos estan completos, de lo contrario, muestra un indicador (asterisco rojo) al lado de los campos incompletos.
2	Regresa al paso 2 del Flujo básico N° 1.
Pos-condiciones	
1	N/A

Anexo 8. RF5 Ver detalles de la gráfica

Descripción textual	Visualiza los datos asociados a las gráficas ya creadas.
Actores	Usuario (Especialista)
Precondiciones	Debe estar creada una gráfica.
Flujo de eventos	
Flujo básico Ver detalles de la gráfica	
1	El actor selecciona la opción “Ver detalles.”
2	El componente muestra los datos de las gráfica y permite la opción “Salir” Ver Alternativa N° 1: “Salir.”
Flujos alternativos	
Flujo alternativo N° 1 “Salir.”	
1	El actor selecciona la opción “Salir.”
2	El sistema regresa a la vista anterior.
Pos-condiciones	
1	N/A

Anexo 9. RF 6 Eliminar gráfica

Descripción textual	Ocultar la gráfica seleccionada de la lista de gráficas creadas.
Actores	Usuario (Especialista)
Precondiciones	Debe estar creada una gráfica.
Flujo de eventos	
Flujo básico Eliminar gráfica	
1	El actor selecciona la opción Eliminar.
2	El componente oculta la gráfica seleccionada.
Pos-condiciones	
1	Se ocultó la gráfica seleccionada del listado de gráficas.