

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

Módulo de gestión de datos de biopsias para el registro de cáncer en el centro Oncológico de Holguín

Tesis en opción al título de Ingeniero en Informática

Autor: Fidel Antonio Cabrera Bruzón

Tutores: M. Sc. Abel Antonio Fernández Higuera

Ing. Daniel Ivan Cruz González

Resumen

En el Centro Oncológico de Holguín se genera anualmente una gran cantidad de información sobre las biopsias de los pacientes con cáncer. En el departamento de Anatomía Patológica se realizan una serie de actividades, para el estudio de las causas, desarrollo y consecuencias de las enfermedades. Una de las más importantes son las biopsias, las cuales están compuestas por una variedad de datos que son importantes almacenar y organizar. En este centro, el control de los datos se ha desarrollado de forma manual, lo que hace que el trabajo de los especialistas se dificulte y provoque a su vez la pérdida de información. La presente investigación aborda el proceso de diseño y construcción de una herramienta informática que permita gestionar los datos de biopsias de mama in situ, biopsias de mama infiltrantes y biopsias de próstata en el departamento de Anatomía Patológica del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Como resultado de la investigación se obtiene un módulo informático que permite gestionar los datos de las biopsias del departamento de Anatomía Patológica del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.

Abstract

At the Holguín Cancer Center, a large amount of information is generated annually on the biopsies of cancer patients. In the Department of Pathological Anatomy, a series of activities are carried out, for the study of the causes, development and consequences of diseases. One of the most important are biopsies, which are composed of a variety of data that are important to store and organize. In this center, the control of the data has been developed manually, which makes the work of the specialists difficult and in turn causes the loss of information. This research deals with the process of design and construction of a software tool that allows the management of data of breast biopsy in situ, infiltrating breast biopsies and prostate biopsies in the Department of Pathological Anatomy of the General University Hospital Vladimir Ilich Lenin. As a result of the research, a software module is obtained that allows the management of biopsy data from the Department of Pathology of the General University Hospital Vladimir Ilich Lenin.

Índice de contenidos

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentos teóricos	7
1.1 Centro Oncológico de Holguín.....	7
1.2 Anatomía Patológica.....	9
1.3 Biopsias	10
1.3.1 Usos comunes del procedimiento	10
1.3.2 Interpretación de los datos de las biopsias.....	12
1.4 Tecnologías y herramientas disponibles	12
1.4.1 Lenguaje de programación Python.....	13
1.4.2 Framework Django	14
1.4.3 PostgreSQL.....	15
1.4.4 Editor de Texto Visual Studio Code.....	16
1.4.5 Metodologías ágiles	16
1.5 Conclusiones del capítulo	20
Capítulo 2: Diseño y construcción de la solución propuesta	22
2.1. Exploración	22
2.1.1 Requerimientos Funcionales	22
2.1.2 Requerimientos no funcionales	24
2.1.3 Historias de usuario.....	25
2.2 Planificación de la entrega	27
2.2.1 Iteraciones.....	28
2.2.2 Plan de entregas	28
2.3 Implementación.....	28
2.3.1 Tareas de ingeniería	29
2.4 Pruebas de aceptación	41
2.5 Valoración de la propuesta	44
2.6 Conclusiones del capítulo	45
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
Referencias bibliográficas	49

Introducción

La informatización de la sociedad es fundamental en el camino hacia un país más desarrollado y próspero. Mucho se ha avanzado en la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en los centros especializados de la salud, hospitales y policlínicos por medio de los especialistas de las diferentes disciplinas de la medicina en Cuba. La importancia del uso de la informática en el campo de la medicina sirve de base para el desarrollo del conocimiento científico-técnico, en las diferentes disciplinas médicas, que son puestas a disposición de las entidades de salud para el desarrollo de las actividades fundamentales, en beneficio de los servicios y atención de la salud en la sociedad.

Diversas soluciones tecnológicas hacen posibles que pacientes diagnosticados con cáncer puedan tener tratamientos personalizados, y más abarcadores ya que por desgracia los medicamentos disponibles sólo son efectivos en una cuarta parte de los tratamientos. La dificultad para atender el cáncer es que cada padecimiento es único, así como la reacción que cada persona tendrá al tratamiento, los cuales son diseñado mediante la revisión manual, análisis y consolidación de información relevante. Sin embargo, esto no siempre se consigue a tiempo y la diferencia entre un caso de éxito o fracaso para un enfermo de cáncer, la mayoría de las veces radica en el tiempo en el que fue detectado y atendido.

La tecnología juega un papel fundamental y empresas, mediante alianzas con instituciones médicas alrededor del mundo, han aportado su conocimiento a desarrollar herramientas específicas para el sector de la salud. Algunos Centros Nacionales de Enfermedades Tumorales, en los EE. UU y México ayudan a mujeres que padecen cáncer de mama al ofrecerles tratamientos personalizados basado en un perfil molecular elaborado en velocidad récord gracias a sus sistemas de análisis de datos.

A partir de esta colaboración, se han atendido a más de 10 mil pacientes con la generación de 15,000 tratamientos y 50,000 citas médicas en sólo un año, ya que es posible analizar en segundos lo que tomaría semanas. En un escenario ideal, en un futuro próximo, los principales hospitales podrán contar con soluciones de este tipo

para extraer y analizar datos de diversas fuentes de información y presentarlo a los médicos e investigadores para que diseñen diagnósticos y tratamientos personalizados, lo que tendrá como consecuencia un combate mucho más eficaz de esta letal enfermedad.

El cáncer agrupa alrededor de 200 tipos de enfermedades malignas con diferentes formas de evolución, pronóstico y posibilidades terapéuticas. Cada año, se incrementa el número de pacientes portadores de estas enfermedades. Según los últimos estimados emitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Internacional de Investigaciones en Cáncer, las neoplasias malignas provocan anualmente 11 millones de casos nuevos y 7,9 millones de muertes, más del 72% de ellas en países de bajos y medianos ingresos. Para el 2020, estiman el diagnóstico de dieciséis millones de casos nuevos y el fallecimiento de doce millones de personas por esta causa, la mayor parte en países en desarrollo.

En Cuba, el cáncer es la segunda causa de muerte y la primera en años de vida potencialmente perdidos. Se diagnostican más de 29 mil pacientes y se registran 18 mil fallecidos anualmente. En la provincia Holguín, es la primera causa de muerte, se reportan al año alrededor de 2 800 casos nuevos y 1 773 defunciones, 26% de la mortalidad general.

El Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin nace como fruto de la colaboración entre Cuba y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, es inaugurado por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, el 7 de noviembre de 1965; se encuentra ubicado en la Ave. Lenin No. 2, entre 18 y 26, Reparto Lenin, municipio Holguín, provincia Holguín. Es un centro insigne de la Salud Cubana y uno de los más complejos de todos los centros hospitalarios del país. En el mismo ha nacido uno de cada tres holguineros.

En 1965, con la inauguración del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin, surge el departamento de Anatomía Patológica. A partir de este momento comienza la labor asistencial, docente, científica y social propia del departamento que permite cumplir con la misión de brindar servicios de diagnóstico anatomopatológico a todos los pacientes hospitalizados y atendidos ambulatoriamente en el centro y de consulta diagnóstica a los hospitales municipales y otros provinciales.

Desde el año 2000 ha crecido la actividad investigativa relacionada con la ejecución de más de 20 ensayos clínicos nacionales en los cuales los médicos y licenciados forman parte de los investigadores del centro con excelentes resultados en su labor.

La tradición docente de este departamento se ha continuado en el tiempo con la formación de estudiantes de pregrado, más de 30 especialistas en Anatomía Patológica y la participación directa en la formación de residentes de Medicina Legal y Oncología, así como en la superación de sus integrantes, con un 96% de sus médicos y licenciados con categorías docentes de titular, auxiliar y asistentes y graduados de maestrías además del incremento de la participación en eventos nacionales e internacionales y de publicaciones científicas.

El departamento se integra a la vicedirección facultativa, con la visión de prestar una asistencia de máxima calidad con enfoque de fusión con la docencia y las investigaciones para ser referencia territorial en el diagnóstico anatomopatológico y alcanzar la condición de Excelencia en los Servicios.

Los datos de las biopsias del departamento de Anatomía Patológica del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin son cada vez más difíciles de organizar y controlar debido al volumen de información que se genera cada año. Por esta razón se detectan las siguientes deficiencias: la dificultad en el almacenamiento y organización de los datos entorpece el trabajo de los especialistas del departamento de Anatomía Patológica. Estos realizan todo el proceso de forma manual, archivando los datos en libros. Esto provoca que los datos no están asegurados, puesto que, al estar almacenados en un soporte físico, pueden perderse fácilmente, ya sea por un fenómeno meteorológico u otros imprevistos. Otra de las dificultades que se encuentran es la limitación en las investigaciones del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Tener los datos almacenados en un soporte digital, utilizando los estándares internacionales, permitirá al centro tener un amplio registro de información que les permita realizar investigaciones dentro y fuera de Cuba. También permitiría al centro realizar análisis estadísticos para el estudio del comportamiento del cáncer en la región, lo que resulta muy difícil si la información está registrada en papeles.

Debido a la situación antes descrita se define el siguiente **problema**: ¿Cómo mejorar la gestión de datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin?

Como **objeto de estudio** se establece el proceso de gestión de los datos de biopsias.

Para dar solución al problema planteado se propone como **objetivo general** desarrollar una herramienta informática que permita gestionar los datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.

El **campo de acción** es la informatización de la gestión de los datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.

Para guiar la investigación se trazaron las siguientes **preguntas científicas**:

- ¿Qué fundamentos teóricos sustentan la elaboración de una herramienta informática que permita realizar la gestión de los datos de biopsias?
- ¿Cuál es el estado actual que presenta el proceso de gestión de los datos de biopsias de mama in situ, de mama infiltrante y de próstata para el registro de cáncer del Centro Oncológico de Holguín?
- ¿Cómo desarrollar una herramienta informática que favorezca la gestión de los datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin?
- ¿Será sostenible la herramienta informática a desarrollar?
- ¿Cómo valorar el estado de aceptación de la herramienta informática?

Para darles respuesta a las preguntas científicas y cumplir el objetivo planteado, se proponen las siguientes **tareas**:

1. Analizar los fundamentos teóricos que sustenten la investigación.
2. Diagnosticar el estado actual del proceso de gestión de los datos de biopsias de mama in situ, de mama infiltrante y de próstata para el registro de cáncer del Centro Oncológico de Holguín.
3. Diseñar la arquitectura de la herramienta informática que permita realizar la gestión de los datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.
4. Valorar la sostenibilidad de la herramienta informática.

5. Implementar la herramienta informática que permita realizar la gestión de los datos de biopsias para el registro de cáncer del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.
6. Valorar el estado de aceptación de la herramienta informática.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron varios **métodos científicos** que facilitaron la estructuración y desarrollo del proceso. A continuación, se detalla cómo fueron utilizados cada uno de los mismos:

Métodos teóricos

Histórico-lógico: se utilizó para comprender el estudio de la evolución del cáncer en el territorio de Holguín, específicamente en el Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Además, se utilizó para conocer los métodos y técnicas empleadas en esta área del conocimiento.

Análisis y la síntesis: se usó para la elaboración de los fundamentos teóricos de la investigación, en la realización de la valoración de sostenibilidad del producto informático y en el procesamiento de la información de manera general.

Sistémico: se empleó para detectar los sistemas y subsistemas que componen la solución propuesta, así como las relaciones y flujos de ejecución entre estos.

Modelado: se utilizó para representar los procesos y entidades implicados en el proceso de gestión de la información de los datos de biopsias en el Departamento de Anatomía Patológica del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin.

Métodos empíricos

Revisión de documentos: se empleó para determinar la información que será gestionada en el módulo y las fuentes bibliográficas consultadas para realizar la investigación.

El presente documento consta de dos capítulos con introducción, sus respectivas conclusiones parciales, conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. Los capítulos se describen de la siguiente manera:

Capítulo 1. Marco Teórico: Se explican los conceptos y criterios que se utilizaron para el diseño de la herramienta informática, así como elementos del objeto de

estudio. Se valoran las principales tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta, así como la metodología de *software* empleada para ello.

Capítulo 2. Desarrollo de la solución propuesta: Se efectúa la captura de los requerimientos y se siguen los pasos que propone la metodología XP para elaborar los modelos correspondientes y la validación de la propuesta. Se hace una valoración del producto informático determinando la sostenibilidad según las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.

Capítulo 1. Fundamentos teóricos

En el siguiente capítulo se definen algunos conceptos que sirven de base para la comprensión y realización de la herramienta informática propuesta. También se hace referencia a las especificidades del centro al que está destinado el producto informático, puesto que esto constituye un factor importante para el éxito de los resultados que se esperan obtener. Las tecnologías, metodología y herramientas utilizadas son otros de los puntos significativos tratados en este acápite, estas constituyen un punto de partida para la construcción del sistema.

1.1 Centro Oncológico de Holguín

A pocos meses después de la inauguración del Hospital General Vladimir Ilich Lenin, el 7 de noviembre de 1965, comenzó la atención médica a los pacientes con enfermedades neoplásicas en el Servicio de Oncología, donde los especialistas, oncólogos generales que cumplían su servicio social en Oriente, atendían indistintamente todos los tipos de cánceres [1].

En los primeros años de la década de 1980, con profesionales propios de la provincia, se inició la atención médica a tiempo parcial en Radioterapia y Medicina Nuclear, y la actividad quirúrgica a partir de la ubicación de un cirujano en este servicio. A principios de los años 1990, se avanza en la calidad de la asistencia a estos pacientes, al producirse un proceso de verticalización de los oncólogos hacia la atención de las diferentes localizaciones de cáncer. Esto llevó escalonadamente, a organizar los comités hospitalarios para la atención a los diferentes tipos de tumores con grupos dedicados a mama, cabeza y cuello, así como urología. De forma paradójica, en la medida que se elevó la calidad de la asistencia médica, ocurrió un deterioro físico del espacio hospitalario destinado al Servicio de Oncología [1].

El Servicio de Oncología, en el año 2009, no cumplía totalmente las expectativas cada vez más crecientes de los pacientes y sus familiares, de lograr mejores resultados en la sobrevida y curación del cáncer. En esta situación influían problemas de estructuras acumulados durante años y la organización del proceso de asistencia médica, ya obsoleta.

En este contexto, surge en mayo de 2009 el Centro Oncológico de Holguín, integrante del complejo hospitalario que constituye el Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Cuenta con tres servicios, dos salas de hospitalización, el área de consulta externa, de urgencias y las unidades: quirúrgica, de cuidados continuos, de ensayos clínicos y ozonoterapia. En él se atiende también parte de la población de provincias cercanas como Las Tunas y Granma.

Se produce a la vez un proceso de cambios estructurales que mejoraron sustancialmente las condiciones físicas para la atención al paciente oncológico, junto a una reorganización del proceso asistencial. Las transformaciones organizativas se sucedieron de forma coherente y rápida. Se institucionalizaron 11 grupos multidisciplinarios de atención al paciente oncológico formados por expertos de diferentes especialidades con alto nivel científico.

Bajo estas condiciones se pasa a un escalón superior en la calidad de la atención médica, con la constitución de las Unidades Funcionales de Atención al Paciente Oncológico (UFAO) en mastología y tumores urológicos. Estas unidades son las primeras de su tipo en nuestro centro y en el país. Cada grupo o unidad asume funciones asistenciales, docentes e investigativas, proyectadas al Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin y a la comunidad a través de las brigadas móviles de lucha contra el cáncer.

El trabajo coordinado entre las UFAO, los grupos multidisciplinarios, diferentes servicios hospitalarios y la atención primaria de salud constituyen un cambio en la misión y la visión de la atención al paciente oncológico al incorporar novedosos conceptos de trabajo que permiten elevar la calidad de la atención médica en la totalidad de los pacientes, incrementar el nivel de actividad basados en los nuevos servicios que se prestan, aumentar la experiencia profesional del personal médico y paramédico, diseñar proyectos de investigación científico- técnicos considerando la intersectorialidad y la transdisciplinariedad en el proceso asistencial, docente e investigativo que permitirá una mejoría continua de su calidad en función de lograr un servicio de excelencia.

La totalidad de estos cambios se basan en el principio de que para poder combatir el cáncer hay que comprender sus aspectos biológicos, los efectos sobre las personas que lo padecen y las repercusiones en la gestión asistencial. El cáncer es un objetivo

importante tanto por el elevado consumo de recursos que precisa como por la complejidad de las medidas organizativas para su control que es necesario tomar desde el punto de vista gerencial.

En la oncología moderna, los conocimientos sobre la biología molecular permiten adoptar conductas médicas y tratamientos con carácter más personalizado. Esta personalización adquiere otra dimensión al considerar que, en el manejo de la enfermedad oncológica, se integran los aspectos médicos con los psicológicos, familiares, socioculturales, económicos y laborales. Estos tienen un papel fundamental en las diferentes etapas que se suceden en la enfermedad y pueden influir en su evolución. Con el funcionamiento del Centro Oncológico de Holguín se desarrolla un nuevo modelo de atención médica que produce un impacto positivo en el proceso docente, asistencial e investigativo de la oncología en la provincia, constituyendo un cambio de paradigma en el cual el paciente constituye el eje del desempeño profesional de sus trabajadores [1].

1.2 Anatomía Patológica

La Anatomía Patológica Humana (AP) es la rama de la Medicina que se ocupa del estudio, por medio de técnicas morfológicas, de las causas, desarrollo y consecuencias de las enfermedades. El fin último es el diagnóstico correcto de biopsias, piezas quirúrgicas, citologías y autopsias. En el caso de la Medicina, el ámbito fundamental son las enfermedades humanas. La Anatomía Patológica es una especialidad médica que posee un cuerpo doctrinal de carácter básico que hace que sea, por una parte, una disciplina académica autónoma y, por otra, una unidad funcional en la asistencia médica [2].

El Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin cuenta con un departamento Anatomía Patológica, el cual surge con el centro en 1968. En este se analizan los resultados obtenidos en las pruebas anteriormente mencionadas.

Dentro de su espectro asistencial con el uso de sus métodos de estudios fundamentales, no solo es útil para formular diagnósticos de certeza, también aporta elementos de juicio para el pronóstico, la evolución, el tratamiento e incluso la prevención de enfermedades [2].

1.3 Biopsias

Una biopsia consiste en la remoción de tejido para examinar si está presente una enfermedad. Las muestras de tejido pueden ser tomadas de cualquier parte del cuerpo. Las biopsias se realizan de varias formas diferentes. Algunas biopsias involucran la remoción de una cantidad pequeña de tejido con una aguja mientras otras involucran la remoción quirúrgica de un bulto entero, o nódulo, que es sospechoso [3].

A menudo, el tejido es removido colocando una aguja a través de la piel (en forma percutánea) al área de la anormalidad. Las biopsias se pueden realizar en forma segura con guía por imágenes tales como ultrasonido, rayos X, tomografía axial computarizada (TAC), o resonancia magnética nuclear (RMN). Estos tipos de imágenes son usadas para determinar exactamente dónde colocar la aguja y realizar la biopsia [4].

1.3.1 Usos comunes del procedimiento

Al detectarse un nódulo, podrían llevarse a cabo estudios de diagnóstico por imágenes para ayudar a determinar si el mismo es benigno (no cancerígeno) o maligno (cancerígeno). En caso de que el diagnóstico por imágenes no pueda definir claramente la anormalidad, se podría necesitar una biopsia [4].

Usualmente, una biopsia se realiza para examinar la presencia de enfermedades en los tejidos. Las biopsias se usan frecuentemente para diagnosticar cáncer, pero pueden ayudar a identificar otras condiciones tales como infecciones y desórdenes autoinmunes e inflamatorios. También se las pueden realizar para compatibilizar tejidos antes de un trasplante [3].

Las biopsias se realizan en muchas áreas del cuerpo y por muchas razones. La siguiente es una lista de los tipos comunes de biopsias y de porque pueden ser necesarias:

- La biopsia de abdomen se utiliza para diagnosticar si un bulto en el abdomen es canceroso o benigno. Los bultos pueden estar ubicados en la grasa, bien adentro del abdomen. Se remueve una muestra del bulto en forma percutánea

bajo la guía por imágenes (ultrasonido o TAC), o quirúrgicamente usando un laparoscopio, o mediante cirugía abierta.

- La biopsia de huesos se usa para diagnosticar cáncer o infección en los huesos. Este tipo de biopsia puede ser realizada a través de la piel (percutánea) con una aguja o quirúrgicamente.
- La biopsia de médula ósea se usa para diagnosticar cáncer en la sangre, tales como la leucemia. Una pequeña muestra de hueso y de médula ósea son removidas usando una aguja. Algunas veces, sólo se remueve la médula ósea para el examen.
- Las biopsias de senos se usan para determinar si un bulto en los senos es canceroso o benigno. Se la puede realizar de varias formas:
 - Estereotáctica (guiada por mamografía)
 - Guiada por ultrasonido
 - Guiada por RMN
- La biopsia de endometrio puede ser usada cuando se está buscando la causa del sangrado uterino anormal, para examinar el revestimiento del útero y para diagnosticar cáncer. Este tipo de biopsia puede ser realizada usando un aparato pequeño parecido a una aguja para capturar una muestra o usando una herramienta para raspar parte del revestimiento uterino para el examen.
- La biopsia de riñón (renal) se usa para examinar la condición de un riñón con fallo renal, inflamación en el riñón o un posible tumor (como cáncer). También puede ser usado para examinar signos de rechazo de trasplante en un riñón trasplantado. Las biopsias de riñón se realizan con guía por imágenes (ultrasonido o TAC) usando una aguja para remover una pequeña muestra del tejido.
- La biopsia de nódulo de pulmón o pecho se realiza cuando una anomalía de los pulmones es visible en rayos X o en una exploración por TAC. Las biopsias de pulmón se pueden realizar por broncoscopia, mediante la inserción de un instrumento llamado broncoscopio a través de la boca del paciente para

alcanzar el área de la biopsia, a través de la piel insertando una aguja percutáneamente, o removiendo el bulto quirúrgicamente.

- La biopsia de nódulo linfático se realiza cada vez que hayan nódulos linfáticos agrandados o anormales. Puede ser realizada con una aguja o quirúrgicamente.
- Las biopsias de piel examinan un crecimiento o un área de la piel, tales como un lunar, que ha cambiado su apariencia. Las biopsias de piel pueden ser realizadas mediante el raspado de una pequeña muestra de piel, removiendo la muestra con un bisturí o mediante un instrumento usado para extraer una porción de piel.
- La biopsia de tiroides se usa para encontrar la causa de un nódulo en la glándula tiroides. Este tipo de biopsia se realiza en general usando una aguja bajo guía por ultrasonido [4].

1.3.2 Interpretación de los datos de las biopsias

Luego de que se colecta el tejido, se lo manda a un laboratorio para ser analizado. Un patólogo examinará el tejido de la biopsia bajo el microscopio. Un reporte completo del patólogo será enviado a al doctor en unos pocos días. El paciente debe preguntarle al doctor que realiza el procedimiento cómo recibirá los resultados. Si el paciente fue sometido a una biopsia de seno, es muy probable que el radiólogo discuta los resultados con el paciente. El radiólogo de intervención podría recomendar una visita de seguimiento luego de que se haya completado su procedimiento o tratamiento. La visita puede incluir un examen físico, procedimientos de toma de imágenes y exámenes de sangre u otros exámenes de laboratorio. Durante la visita de seguimiento, el paciente puede discutir con su doctor cualquiera de los cambios o efectos secundarios que haya experimentado desde su procedimiento o tratamiento [5].

1.4 Tecnologías y herramientas disponibles

El análisis de las tecnologías a utilizar constituye un factor importante en el desarrollo del sistema propuesto. La elección de estas es de suma importancia ya que se eligen

de acuerdo con las necesidades de los usuarios y los requerimientos del sistema. De la correcta utilización de estas dependerá el resultado que se obtenga. En los siguientes epígrafes se hará una síntesis de las tecnologías utilizadas en la elaboración del producto.

1.4.1 Lenguaje de programación Python

Python es un lenguaje de programación creado por Guido van Rossum a principios de los años 90 cuyo nombre está inspirado en el grupo de cómicos ingleses “Monty Python”. Es un lenguaje similar a Perl, pero con una sintaxis muy limpia y que favorece un código legible [6].

Python es un lenguaje de programación de alto nivel cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis muy limpia y que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma pues soporta orientación a objetos, programación imperativa y en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico, es fuertemente tipado y multiplataforma. Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia Pública General de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores [7].

Python es un lenguaje de programación poderoso y fácil de aprender. Cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel y un enfoque simple pero efectivo a la programación orientada a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto con su naturaleza interpretada, hacen de éste un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas [8].

Características

- Lenguaje interpretado o de Script
- Tipado dinámico
- Fuertemente tipado
- Multiplataforma
- Orientado a objetos [8].

¿Por qué Python?

La sintaxis de Python es tan sencilla y cercana al lenguaje natural que los programas elaborados en Python parecen pseudocódigo. Por este motivo se trata además de uno de los mejores lenguajes para comenzar a programar. Python no es adecuado sin embargo para la programación de bajo nivel o para aplicaciones en las que el rendimiento sea crítico.

Algunos casos de éxito en el uso de Python son Google, Yahoo!, la NASA, Industrias Light & Magic, y todas las distribuciones Linux, en las que Python cada vez representa un tanto por ciento mayor de los programas disponibles [6].

1.4.2 Framework Django

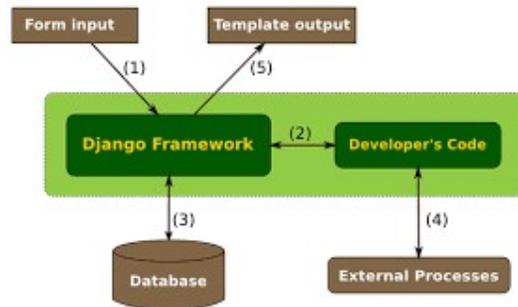
Django nació naturalmente de aplicaciones de la vida real escritas por un equipo de desarrolladores Web en Lawrence, Kansas. Nació en el otoño boreal de 2003, cuando los programadores Web del diario Lawrence Journal-World, Adrian Holovaty y Simon Willison, comenzaron a usar Python para crear sus aplicaciones. El equipo de The World Online, responsable de la producción y mantenimiento de varios sitios locales de noticias, prosperaba en un entorno de desarrollo dictado por las fechas límite del periodismo. Para los sitios (incluidos LJWorld.com, Lawrence.com y KUsports.com), los periodistas y los directivos, exigían que se agregaran nuevas características y que aplicaciones enteras se crearan a una velocidad vertiginosa, a menudo con sólo días u horas de preaviso. Es así como Adrian y Simon desarrollaron por necesidad un *framework* de desarrollo Web que les ahorrara tiempo.

En el verano boreal de 2005, luego de haber desarrollado este *framework* hasta el punto en que estaba haciendo funcionar la mayoría de los sitios World Online, el equipo de World Online, que ahora incluía a Jacob Kaplan-Moss, decidió liberar el *framework* como *software* de código abierto. Lo liberaron en julio de 2005 y lo llamaron Django, por el guitarrista de jazz Django Reinhardt [9].

Arquitectura

Aunque Django está fuertemente inspirado en la filosofía de desarrollo Modelo Vista Controlador, sus desarrolladores declaran públicamente que no se sienten especialmente atados a observar estrictamente ningún paradigma particular, y en cambio prefieren hacer "lo que les parece correcto". Como resultado, por ejemplo, lo

que se llamaría "controlador" en un "verdadero" *framework* MVC se llama en Django "vista", y lo que se llamaría "vista" se llama "plantilla" [9].



Arquitectura del *framework* Django

Ventajas

- Es rápido de desarrollar
- Está pensado para la eficiencia
- Es modular
- Tiene muy bajo acoplamiento
- Genera automáticamente un panel de administración
- Sus bibliotecas hacen gran parte del trabajo
- Soporta varios sistemas gestores de bases de datos (MySQL, SQLite, PostgreSQL, MS-SQL) [10].

1.4.3 PostgreSQL

Los sistemas de mantenimiento de Bases de Datos relacionales tradicionales soportan un modelo de datos que consisten en una colección de relaciones con nombre, que contienen atributos de un tipo específico. En los sistemas comerciales actuales, los tipos posibles incluyen numéricos de punto flotante, enteros, cadenas de caracteres, cantidades monetarias y fechas. Está generalmente reconocido que este modelo será inadecuado para las aplicaciones futuras de procesamiento de datos. El modelo relacional sustituyó modelos previos en parte por su "simplicidad espartana". Sin embargo, como se ha mencionado, esta simplicidad también hace muy difícil la implementación de ciertas aplicaciones. PostgreSQL ofrece una potencia adicional sustancial al incorporar los siguientes cuatro conceptos adicionales básicos en una vía en la que los usuarios pueden extender fácilmente el sistema: clases, herencia,

tipos y funciones. Otras características que aportan potencia y flexibilidad adicional son las restricciones los disparadores y las reglas.

El Sistema Gestor de Bases de Datos Relacionales Orientadas a Objetos conocido como PostgreSQL (y brevemente llamado Postgres95) está derivado del paquete Postgres escrito en Berkeley. Con cerca de una década de desarrollo tras él, PostgreSQL es el gestor de bases de datos de código abierto más avanzado hoy en día, ofreciendo control de concurrencia multiversión, soportando casi toda la sintaxis SQL (incluyendo subconsultas, transacciones, y tipos y funciones definidas por el usuario), contando también con un amplio conjunto de enlaces con lenguajes de programación (incluyendo C, C++, Java, Perl, Tcl y Python) [11].

1.4.4 Editor de Texto Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y MacOS. Incluye soporte para depuración, control Git incorporado, resaltado de sintaxis, finalización de código inteligente, fragmentos y refactorización de código. También es personalizable, por lo que los usuarios pueden cambiar el tema del editor, atajos de teclado y preferencias. Es de código abierto, aunque la descarga oficial está bajo licencia propietaria.

Visual Studio Code se basa en Electron, un *framework* que se utiliza para desplegar aplicaciones Node.js para el escritorio que se ejecuta en el motor de diseño Blink. Aunque utiliza el marco de Electron, el software no es una bifurcación de Atom, sino que se basa en el editor de Visual Studio Online (nombre en clave “Mónaco”).

1.4.5 Metodologías ágiles

En una reunión celebrada en febrero de 2001 en Utah-EE. UU., nace el término “ágil” aplicado al desarrollo de *software*. En esta reunión participan un grupo de 17 expertos de la industria del *software*, incluyendo algunos de los creadores o impulsores de metodologías de *software*. Su objetivo fue esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar *software* rápidamente y respondiendo a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto. Se pretendía ofrecer una alternativa a los procesos de desarrollo de *software* tradicionales, caracterizados por ser rígidos y dirigidos por la documentación que se genera en cada una de las actividades desarrolladas. Varias de las denominadas metodologías ágiles ya

estaban siendo utilizadas con éxito en proyectos reales, pero les faltaba una mayor difusión y reconocimiento.

Tras esta reunión se creó The Agile Alliance 3, una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de *software* y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos. El punto de partida fue el Manifiesto Ágil, un documento que resume la filosofía “ágil” [12].

Ventajas

- Están basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código
- Especialmente preparadas para cambios durante el proyecto
- Impuestas internamente (por el equipo de desarrollo)
- Proceso menos controlado, con pocos principios
- No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible
- El cliente es parte del equipo de desarrollo
- Grupos pequeños (menos de 10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio
- Pocos artefactos
- Pocos roles
- Menos énfasis en la arquitectura del *software* [13].

1.4.6 Programación Extrema (XP)

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de *software*, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requerimientos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico [14].

Roles XP

Programador (*Programmer*)

Responsable de decisiones técnicas, de construir el sistema. Sin distinción entre analistas, diseñadores o codificadores. En XP, los programadores diseñan, programan y realizan las pruebas.

Jefe de Proyecto (*Manager*)

Organiza y guía las reuniones. Asegura condiciones adecuadas para el proyecto.

Cliente (*Customer*)

Es parte del equipo. Determina que construir y cuándo. Establece las pruebas funcionales.

Encargado de pruebas (*Tester*)

Ayuda al cliente con las pruebas funcionales. Se asegura de que las pruebas funcionales se superan.

Encargado de seguimiento (*Tracker*)

Observa sin molestar, conserva datos históricos.

Entrenador (*Coach*)

Responsable de proceso. Tiende a estar en un segundo plano a medida que el equipo madura [13].

Ciclo de vida

El ciclo de vida ideal de XP consta de seis fases: Exploración, Planificación de la Entrega (*Release*), Iteraciones, Producción, Mantenimiento y Muerte del Proyecto. Las mismas se detallan a continuación:

Fase I: Exploración

En esta fase, los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. Al mismo tiempo el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizarán en el proyecto. Se prueba la tecnología y se exploran las posibilidades de la arquitectura del sistema construyendo un prototipo. La fase de exploración toma de pocas semanas a pocos meses, dependiendo del tamaño y familiaridad que tengan los programadores con la tecnología.

Fase II: Planificación de la Entrega

En esta fase el cliente establece la prioridad de cada historia de usuario, y correspondientemente, los programadores realizan una estimación del esfuerzo necesario de cada una de ellas. Se toman acuerdos sobre el contenido de la primera entrega y se determina un cronograma en conjunto con el cliente. Una entrega debería obtenerse en no más de tres meses. Esta fase dura unos pocos días.

Las estimaciones de esfuerzo asociado a la implementación de las historias la establecen los programadores utilizando como medida el punto. Un punto, equivale a una semana ideal de programación. Las historias generalmente valen de 1 a 3 puntos. Por otra parte, el equipo de desarrollo mantiene un registro de la “velocidad” de desarrollo, establecida en puntos por iteración, basándose principalmente en la suma de puntos correspondientes a las historias de usuario que fueron terminadas en la última iteración.

La planificación se puede realizar basándose en el tiempo o el alcance. La velocidad del proyecto es utilizada para establecer cuántas historias se pueden implementar antes de una fecha determinada o cuánto tiempo tomará implementar un conjunto de historias. Al planificar por tiempo, se multiplica el número de iteraciones por la velocidad de proyecto, determinándose cuántos puntos se pueden completar. Al planificar según alcance del sistema, se divide la suma de puntos de las historias de usuario seleccionadas entre la velocidad del proyecto, obteniendo el número de iteraciones necesarias para su implementación.

Fase III: Iteraciones

Esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de entrega está compuesto por iteraciones de no más de tres semanas. En la primera iteración se puede intentar establecer una arquitectura del sistema que pueda ser utilizada durante el resto del proyecto. Esto se logra escogiendo las historias que fueren la creación de esta arquitectura, sin embargo, esto no siempre es posible ya que es el cliente quien decide qué historias se implementarán en cada iteración (para maximizar el valor de negocio). Al final de la última iteración el sistema estará listo para entrar en producción. Los elementos que deben tomarse en cuenta durante la elaboración del Plan de la Iteración son: historias de usuario no abordadas, velocidad del proyecto, pruebas de aceptación no superadas en la iteración anterior y tareas no

terminadas en la iteración anterior. Todo el trabajo de la iteración es expresado en tareas de programación, cada una de ellas es asignada a un programador como responsable, pero llevadas a cabo por parejas de programadores.

Fase IV: Producción

La fase de producción requiere de pruebas adicionales y revisiones de rendimiento antes de que el sistema sea trasladado al entorno del cliente. Al mismo tiempo, se deben tomar decisiones sobre la inclusión de nuevas características a la versión actual, debido a cambios durante esta fase.

Es posible que se rebaje el tiempo que toma cada iteración, de tres a una semana. Las ideas que han sido propuestas y las sugerencias son documentadas para su posterior implementación (por ejemplo, durante la fase de mantenimiento).

Fase V: Mantenimiento

Mientras la primera versión se encuentra en producción, el proyecto XP debe mantener el sistema en funcionamiento al mismo tiempo que desarrolla nuevas iteraciones. Para realizar esto se requiere de tareas de soporte para el cliente. De esta forma, la velocidad de desarrollo puede bajar después de la puesta del sistema en producción. La fase de mantenimiento puede requerir nuevo personal dentro del equipo y cambios en su estructura.

Fase VI: Muerte del Proyecto

Es cuando el cliente no tiene más historias para ser incluidas en el sistema. Esto requiere que se satisfagan las necesidades del cliente en otros aspectos como rendimiento y confiabilidad del sistema. Se genera la documentación final del sistema y no se realizan más cambios en la arquitectura. La muerte del proyecto también ocurre cuando el sistema no genera los beneficios esperados por el cliente o cuando no hay presupuesto para mantenerlo [15].

1.5 Conclusiones del capítulo

Mediante los métodos de la investigación empleados se detectaron las principales deficiencias del proceso de la gestión de datos de biopsias oncológicas del departamento de Anatomía Patológica del Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin. Esto posibilitó el planteamiento de una solución.

Luego de realizar los fundamentos teóricos de la investigación, se logró un análisis de las principales tecnologías y herramientas. Este sirvió de base para la selección de estas siendo utilizadas en el proceso de la gestión de datos de biopsias del departamento de Anatomía Patológica del Centro Oncológico de Holguín.

Finalmente se seleccionó la metodología XP para el desarrollo de la solución propuesta. Esta brinda múltiples facilidades al equipo de trabajo y es la que mejor se adapta al escenario planteado.

Capítulo 2: Diseño y construcción de la solución propuesta

En el presente capítulo se mostrará la aplicación de las diferentes fases de la metodología de desarrollo de *software* XP. Se explicarán definiendo los requerimientos funcionales y no funcionales que debe cumplir el sistema, lo que dará paso a las historias de usuario. Además, se tratará el diseño del sistema, los diagramas utilizados, las tareas generadas por cada historia de usuario, el proceso de pruebas utilizado y finalmente la valoración del estado de aceptación de la propuesta. Se realiza una valoración de sostenibilidad del sistema propuesto, de acuerdo con las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.

2.1. Exploración

Al iniciar un proyecto se toman una serie de requisitos funcionales que pueden variar en todas las fases de desarrollo del sistema, hasta surgir nuevos que no se hayan tenido en cuenta antes en el proceso de desarrollo. A medida que transcurre el tiempo, las reuniones y los intercambios entre cliente y desarrolladores aumentan, se adquiere más información en cuanto al producto. Los requerimientos del sistema representan las funcionalidades que el mismo debe realizar para que este funcione correctamente y satisfaga las necesidades del cliente.

La metodología XP es recomendada para proyectos con requisitos imprecisos y muy variantes ya que los programadores que practican esta metodología consideran que los cambios frecuentes de requisitos durante el desarrollo del software son un aspecto natural, presentes en cualquier parte del ciclo de vida del proyecto [15].

2.1.1 Requerimientos Funcionales

RF1: Gestionar biopsia de mama in situ

RF1.1 Añadir biopsia de mama in situ

RF1.2 Modificar biopsia de mama in situ

RF1.3 Visualizar listado de biopsias de mama in situ

RF1.4 Visualizar biopsia de mama in situ

RF1.5 Eliminar biopsia de mama in situ

RF2: Gestionar biopsia de mama infiltrante

RF2.1 Añadir biopsia de mama infiltrante

RF2.2 Modificar biopsia de mama infiltrante

RF2.3 Visualizar listado de biopsias de mama infiltrantes

RF2.4 Visualizar biopsia de mama infiltrante

RF2.5 Eliminar biopsia de mama infiltrante

RF3: Gestionar biopsia de próstata

RF3.1 Añadir biopsia de próstata

RF3.2 Modificar biopsia de próstata

RF3.3 Visualizar listado de biopsias de próstata

RF3.4 Visualizar biopsia de próstata

RF3.5 Eliminar biopsia de próstata.

RF4: Filtrar biopsias

RF4.1 Filtrar biopsias por número

RF4.2 Filtrar biopsias de mama in situ por número

RF4.3 Filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo

RF4.4 Filtrar biopsia de mama infiltrante por número

RF4.5 Filtrar biopsia de mama infiltrante por nombre del patólogo

RF4.6 Filtrar biopsia de próstata por número

RF4.7 Filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo

RF5: Generar reportes para el paciente

RF5.1: Generar reporte de biopsia in situ para el paciente

RF5.2: Generar reporte de biopsia infiltrante para el paciente

RF5.3: Generar reporte de biopsia de próstata para el paciente

2.1.2 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales se establecen con el objetivo de lograr una mayor aceptación de los clientes constituyendo cualidades o propiedades que el producto debe tener. Se caracterizan por hacerlo más activo, rápido y seguro.

Apariencia o interfaz externa

RNF1: Diseño sencillo e intuitivo, permitiendo a personas de incluso poca experiencia, una mayor claridad y comodidad a la hora de trabajar con el sistema.

RNF2: Uso de un tema de colores e iconos basados en *Material Design*.

RNF3: Usar interfaces que se adapten a la resolución de la pantalla del usuario.

Usabilidad

RNF4: Interfaz amigable con facilidades para su uso para los usuarios.

RNF5: Funcionalidades visibles en todo momento que faciliten la navegación.

Portabilidad

RNF6: Multiplataforma.

Seguridad

RNF7: Garantizar que las funcionalidades del sistema se realicen de acuerdo con los privilegios de cada usuario, es decir el nivel de acceso debe ser restringido.

RNF8: La información debe ser actualizada solo por el personal autorizado.

Confiabledad

RNF9: Facilidad de Mantenimiento.

Documentación

RNF10: Debe contar con un Manual de Usuario detallado y claro que brinde una adecuada orientación al usuario respecto a las opciones con que cuenta el sistema.

RNF11: Documentar los módulos de la aplicación utilizando un generador de documentación.

2.1.3 Historias de usuario

Las historias de usuario son la técnica utilizada en XP para especificar los requisitos del *software*. Se trata de tarjetas de papel en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales. El tratamiento de las historias de usuario es muy dinámico y flexible, en cualquier momento historias de usuario pueden romperse, reemplazarse por otras más específicas o generales, añadirse nuevas o ser modificadas. Cada historia de usuario es lo suficientemente comprensible y delimitada para que los programadores puedan implementarla en unas semanas [15].

Tabla 1. Gestionar biopsia de mama in situ

Historia de usuario	
Número: HU_01	Usuario: Todos los usuarios
Nombre de historia: Gestionar biopsia de mama in situ	
Prioridad en el negocio: Alta	Nivel de Complejidad: Alto
Estimación: 3 semanas	Iteración asignada: 1
Descripción: El especialista debe ser capaz de añadir, modificar y eliminar una biopsia de mama in situ, así como poder visualizar el listado de biopsias de mama in situ y visualizar los detalles de una biopsia de mama in situ.	
Información adicional: Da cumplimiento al requisito funcional 1	

Tabla 2. Gestionar biopsia de mama infiltrante

Historia de usuario	
Número: HU_02	Usuario: Todos los usuarios
Nombre de historia: Gestionar biopsia de mama infiltrante	
Prioridad en el negocio: Alta	Nivel de Complejidad: Alto
Estimación: 4 semanas	Iteración asignada: 2
Descripción: El especialista debe ser capaz de añadir, modificar y eliminar una biopsia de mama infiltrante, así como poder visualizar el listado de biopsias de mama infiltrante y visualizar los detalles de una biopsia de mama infiltrante.	
Información adicional: Da cumplimiento al requisito funcional 2	

Tabla 3. Gestionar biopsia de próstata

Historia de usuario	
Número: HU_03	Usuario: Todos los usuarios
Nombre de historia: Gestionar biopsia próstata	
Prioridad en el negocio: Alta	Nivel de Complejidad: Alto
Estimación: 4 semanas	Iteración asignada: 3
Descripción: El especialista debe ser capaz de añadir, modificar y eliminar una biopsia de próstata, así como poder visualizar el listado de biopsia de próstata y visualizar los detalles de una.	
Información adicional: Da cumplimiento al requisito funcional 3	

Tabla 4. Filtrar biopsias

Historia de usuario	
Número: HU_04	Usuario: Todos los usuarios
Nombre de historia: Filtrar biopsias	
Prioridad en el negocio: Alta	Nivel de Complejidad: Alto
Estimación: 2 semanas	Iteración asignada: 4
Descripción: El especialista debe ser capaz de filtrar biopsias por número, filtrar biopsias de mama in situ por número, filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo, filtrar biopsia de mama infiltrante por número, filtrar biopsia de mama infiltrante por nombre del patólogo, filtrar biopsia de próstata por número y filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo.	
Información adicional: Da cumplimiento al requisito funcional 4	

Tabla 5. Generar reportes

Historia de usuario	
Número: HU_05	Usuario: Todos los usuarios
Nombre de historia: Generar reportes	
Prioridad en el negocio: Alta	Nivel de Complejidad: Alto
Estimación: 1 semana	Iteración asignada: 4
Descripción: El especialista debe ser capaz de generar reportes de biopsias de mama in situ, de biopsia de mama infiltrante y de biopsia de próstata.	
Información adicional: Da cumplimiento al requisito funcional 5	

2.2 Planificación de la entrega

Una entrega es una versión del sistema con nuevas características que pueden ser definidas por los usuarios y por el grupo de desarrollo, representa de uno a tres meses de trabajo. El objetivo de la planificación de la entrega es ayudar al cliente a identificar las funcionalidades que quieren en el sistema, para dar al programador la oportunidad de explorar las tecnologías y hacer estimaciones, para proveer un horario global para todos. El proceso de planeación toma de una a varias semanas. En XP, este proceso

es llamado “El juego de la planeación”. Es un juego cooperativo, no competitivo, la meta es que todo el mundo salga ganando [15].

2.2.1 Iteraciones

La planificación de la iteración consiste en tomar las historias de usuario para implementarlas en esta, en lugar de producir todo de un golpe. El equipo XP usa una serie de iteraciones, cada iteración puede durar de una a cuatro semanas [15].

Tabla 6. Distribución de las historias de usuario por iteración

Iteraciones	Orden de las historias de usuario a implementar	Tiempo
1	1. Gestionar biopsia de mama in situ	3 semanas
2	2. Gestionar biopsia de mama infiltrante	4 semanas
3	3. Gestionar biopsia de próstata	4 semanas
4	4. Filtrar biopsias 5. Generar reportes	3 semanas

2.2.2 Plan de entregas

El plan de entregas es el compromiso final del equipo de trabajo con los clientes. En la realización de un proyecto es de vital importancia confeccionar un plan de entrega, ya que a través de este se lleva un registro de las versiones desarrolladas del producto. Este permite controlar y mantener la organización y el cumplimiento según fechas fijadas para la entrega del sistema [16].

Tabla 7. Cronograma de entregas

Plan de entregas			
1ra iteración	2da iteración	3ra iteración	4ta iteración
4 de marzo de 2019	29 de marzo de 2019	29 de abril de 2019	21 de mayo de 2019

2.3 Implementación

La metodología XP sugiere comenzar la implementación partiendo de una arquitectura lo más flexible posible para evitar grandes cambios en las próximas iteraciones y en los cambios que generalmente el cliente propone. Puesto que la solución propuesta posee un gran componente técnico, es necesario desde un inicio

tener bien definido una estructura. Trazada la misma se procede a la primera iteración.

2.3.1 Tareas de ingeniería

Las historias de usuario son descompuestas en tareas de programación para ser implementadas durante la iteración. Cada una de ellas es asignada a un programador como responsable, pero llevadas a cabo por parejas de programadores.

2.3.1.1 Tareas de ingeniería de la primera iteración

El principal objetivo de esta iteración es lograr una versión de la herramienta informática que permita la gestión de las biopsias de mama In situ. Para ello se trazan las siguientes tareas:

Tarea 1: Añadir biopsia de mama In situ.

Tarea 2: Modificar biopsia de mama In situ.

Tarea 3: Visualizar listados de biopsias de mama In situ.

Tarea 4: Visualizar biopsia de mama In situ.

Tarea 5: Eliminar biopsia de mama In situ.

Tabla 8. Añadir biopsia de mama In situ

Tarea	
Número: 1	Número de la historia: HU_01
Nombre de la tarea: Añadir biopsia de mama In situ	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 11 de febrero 2019	Fecha de fin: 14 de febrero 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario añadir una biopsia de mama In situ.	

Tabla 9. Modificar biopsia de mama in situ

Tarea	
Número: 2	Número de la historia: HU_01
Nombre de la tarea: Modificar biopsia de mama in situ	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 14 de febrero 2019	Fecha de fin: 19 de febrero 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario modificar una biopsia de mama In situ.	

Tabla 10. Visualizar listado de biopsias de mama In situ

Tarea	
Número: 3	Número de la historia: HU_01
Nombre de la tarea: Visualizar listado de biopsias de mama In situ	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 2 días
Fecha de inicio: 20 de febrero 2019	Fecha de fin: 21 de febrero 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar el listado de biopsias de mama In situ.	

Tabla 11. Visualizar biopsia de mama In situ

Tarea	
Número: 4	Número de la historia: HU_01
Nombre de la tarea: Visualizar biopsia de mama In situ	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 22 de febrero 2019	Fecha de fin: 25 de febrero 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar los detalles de una biopsia de mama In situ.	

Tabla 12. Eliminar biopsia de mama In situ

Tarea	
Número: 5	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Eliminar biopsia de mama In situ	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 26 de febrero 2019	Fecha de fin: 1 de marzo del 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario eliminar una biopsia de mama In situ.	

2.3.1.2 Tareas de ingeniería de la segunda iteración

El principal objetivo de esta iteración es lograr una versión de la herramienta informática que permita gestionar biopsias de mama Infiltrante. Para ello se trazan las siguientes tareas:

Tarea 6: Añadir biopsia de mama infiltrante.

Tarea 7: Modificar biopsia de mama infiltrante.

Tarea 8: Visualizar listado de biopsias de mama infiltrante.

Tarea 9: Visualizar biopsia de mama infiltrante

Tarea 10: Eliminar biopsia de mama infiltrante.

Tabla 13. Añadir biopsia de mama infiltrante

Tarea	
Número: 6	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Añadir biopsia de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 4 de marzo 2019	Fecha de fin: 7 de marzo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario añadir una biopsia de mama infiltrante.	

Tabla 14. Modificar biopsia de mama infiltrante

Tarea	
Número: 7	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Modificar biopsia de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 8 de marzo 2019	Fecha de fin: 13 de marzo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario modificar una biopsia de mama infiltrante.	

Tabla 15. Visualizar listado de biopsias de mama infiltrante

Tarea	
Número: 8	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Visualizar listado de biopsias de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 14 de marzo 2019	Fecha de fin: 19 de marzo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar el listado de biopsias de mama infiltrante.	

Tabla 16. Visualizar biopsia de mama infiltrante

Tarea	
Número: 9	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Visualizar biopsia de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 20 de marzo 2019	Fecha de fin: 25 de marzo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar biopsia de mama infiltrante.	

Tabla 17. Eliminar biopsia de mama infiltrante

Tarea	
Número: 10	Número de la historia: HU_02
Nombre de la tarea: Eliminar biopsia de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 26 de marzo 2019	Fecha de fin: 29 de marzo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar biopsia de mama infiltrante.	

2.3.1.3 Tareas de ingeniería de la tercera iteración

El principal objetivo de esta iteración es lograr una versión de la herramienta informática que permita gestionar biopsias de próstata. Para ello se trazan las siguientes tareas:

Tarea 11: Añadir biopsia de próstata.

Tarea 12: Modificar biopsia de próstata.

Tarea 13: Visualizar listado de biopsias de próstata.

Tarea 14: Visualizar biopsia de próstata.

Tarea 15: Eliminar biopsia de próstata.

Tabla 18. Añadir biopsia de próstata

Tarea	
Número: 11	Número de la historia: HU_03
Nombre de la tarea: Añadir biopsia de próstata	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 1 de abril 2019	Fecha de fin: 4 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario añadir una biopsia de próstata.	

Tabla 19. Modificar biopsia de próstata

Tarea	
Número: 12	Número de la historia: HU_03
Nombre de la tarea: Modificar biopsia de mama próstata	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 5 de abril 2019	Fecha de fin: 10 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario modificar una biopsia de próstata.	

Tabla 20. Visualizar listado de biopsias de próstata

Tarea	
Número: 13	Número de la historia: HU_03
Nombre de la tarea: Visualizar listado de biopsias de próstata	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 11 de abril 2019	Fecha de fin: 16 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar el listado de biopsias de próstata.	

Tabla 21. Visualizar biopsia de próstata

Tarea	
Número: 14	Número de la historia: HU_03
Nombre de la tarea: Visualizar biopsia de mama infiltrante	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 17 de abril 2019	Fecha de fin: 22 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar biopsia de próstata.	

Tabla 22. Eliminar biopsia de próstata

Tarea	
Número: 15	Número de la historia: HU_03
Nombre de la tarea: Eliminar biopsia de próstata	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 4 días
Fecha de inicio: 23 de abril 2019	Fecha de fin: 26 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario visualizar biopsia de próstata.	

2.3.1.4 Tareas de ingeniería de la cuarta iteración

El principal objetivo de esta iteración es lograr una versión de la herramienta informática que permita filtrar biopsias de mama in situ, de mama infiltrante y de próstata por determinados campos, así como generar reportes para las mismas. Para ello se trazan las siguientes tareas:

Tarea 16: Filtrar biopsias por número

Tarea 17: Filtrar biopsias de mama in situ por número

Tarea 18: Filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo

Tarea 19: Filtrar biopsia de mama infiltrante por número

Tarea 20: Filtrar biopsia de mama infiltrante por nombre del patólogo

- Tarea 21:** Filtrar biopsia de próstata por número
- Tarea 22:** Filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo
- Tarea 23:** Generar reporte de biopsia in situ para el paciente
- Tarea 24:** Generar reporte de biopsia infiltrante para el paciente
- Tarea 25:** Generar reporte de biopsia de próstata para el paciente

Tabla 23. Filtrar biopsias por número

Tarea	
Número: 16	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsias por número	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 29 de abril 2019	Fecha de fin: 30 de abril 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsias por número desde el listado general.	

Tabla 24. Filtrar biopsias de mama in situ por número

Tarea	
Número: 17	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsias de mama in situ por número	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 30 de abril 2019	Fecha de fin: 1 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsias de mama in situ por número.	

Tabla 25. Filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo

Tarea	
Número: 18	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 1 de mayo 2019	Fecha de fin: 2 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsias de mama in situ por nombre del patólogo.	

Tabla 26. Filtrar biopsias de mama infiltrante por número

Tarea	
Número: 19	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsia de mama infiltrante por número	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 2 de mayo 2019	Fecha de fin: 3 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsia de mama infiltrante por número.	

Tabla 27. Filtrar biopsias de mama infiltrante por nombre del patólogo

Tarea	
Número: 20	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsia de mama infiltrante por nombre del patólogo	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 3 de mayo 2019	Fecha de fin: 6 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsia de mama infiltrante por nombre del patólogo.	

Tabla 28. Filtrar biopsia de próstata por número

Tarea	
Número: 21	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsia de próstata por número	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 6 de mayo 2019	Fecha de fin: 7 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsia de próstata por número.	

Tabla 29. Filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo

Tarea	
Número: 22	Número de la historia: HU_04
Nombre de la tarea: Filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 1 días
Fecha de inicio: 7 de mayo 2019	Fecha de fin: 8 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario filtrar biopsia de próstata por nombre del patólogo.	

Tabla 30. Generar reporte de biopsia in situ para el paciente

Tarea	
Número: 23	Número de la historia: HU_05
Nombre de la tarea: Generar reporte de biopsia in situ para el paciente	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 3 días
Fecha de inicio: 9 de mayo 2019	Fecha de fin: 13 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario generar reporte de biopsia in situ para el paciente.	

Tabla 3. Generar reporte de biopsia infiltrante para el paciente

Tarea	
Número: 24	Número de la historia: HU_05
Nombre de la tarea: Generar reporte de biopsia infiltrante para el paciente	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 3 días
Fecha de inicio: 14 de mayo 2019	Fecha de fin: 16 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario generar reporte de biopsia infiltrante para el paciente.	

Tabla 32. Generar reporte de biopsia de próstata para el paciente

Tarea	
Número: 25	Número de la historia: HU_05
Nombre de la tarea: Generar reporte de biopsia de próstata para el paciente	
Tipo de tarea: Desarrollo	Estimación: 3 días
Fecha de inicio: 15 de mayo 2019	Fecha de fin: 17 de mayo 2019
Programador responsable: Fidel Antonio Cabrera Bruzón	
Descripción: Implementar una vista que permita al usuario generar reporte de biopsia de próstata para el paciente.	

2.4 Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación forman parte del grupo de pruebas de caja negra, ya que en estas los elementos son estudiados desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. Las pruebas de aceptación son realizadas por el propio cliente, acompañado de un representante del equipo de desarrollo y se orientan a las funcionalidades del sistema. Su objetivo es comprobar desde la perspectiva del usuario el cumplimiento de las especificaciones realizadas en las historias de usuario. [15].

Tabla 33. Visualizar listado de biopsias de mama in situ

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU1_P1	Número de la historia: HU_01
Nombre: Visualizar listado de biopsias de mama in situ	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario visualizar el listado de biopsias de mama in situ existentes en la base de datos.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario hace clic en el botón Biopsias, luego en el botón Infiltrantes.	
Resultado esperado: Se muestra el listado de biopsias.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Tabla 34. Añadir biopsia de mama In situ

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU1_P2	Número de la historia: HU_01
Nombre: Añadir biopsia de mama In situ	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario insertar la información de una biopsia de mama in situ.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario selecciona la opción de añadir biopsia de mama In situ. Inserta los datos y hace clic en el botón aceptar.	
Resultado esperado: Se inserta la biopsia en la base de datos.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Tabla 35 Eliminar biopsia de mama Infiltrante

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU2_P1	Número de la historia: HU_02
Nombre: Eliminar biopsia de mama Infiltrante	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario eliminar una biopsia de mama infiltrante.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema. Debe existir en base de datos al menos una biopsia de mama Infiltrante.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario selecciona la biopsia que desea eliminar. Hace clic en el botón eliminar. Se elimina de la base de datos.	
Resultado esperado: Se elimina la biopsia de la base de datos.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Tabla 36. Modificar biopsia de próstata

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU3_P1	Número de la historia: HU_03
Nombre: Modificar biopsia de próstata	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario editar una biopsia de próstata.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema. Debe existir en base de datos al menos una biopsia de próstata.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario selecciona la biopsia de próstata que desea modificar. Hace clic en el botón editar. Introduce los cambios y hace clic en el botón guardar.	
Resultado esperado: Se guardan los cambios a la biopsia en la base de datos.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Tabla 37. Filtrar biopsia de mama infiltrante por número

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU4_P1	Número de la historia: HU_04
Nombre: Filtrar biopsia de mama infiltrante por número	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario filtrar biopsias de mama infiltrantes por número.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario clic en la opción Biopsias Infiltrantes. Introduce el número de biopsia de mama infiltrante deseado en el formulario de filtrado. Hace clic en el botón Filtrar.	
Resultado esperado: Se muestra un listado con las biopsias de mama infiltrantes que contengan el número insertado o un mensaje apropiado en caso de no existir ninguna.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

Tabla 38. Generar reporte de biopsia de próstata

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: HU5_P1	Número de la historia: HU_05
Nombre: Generar reporte de biopsia de próstata	
Descripción: Prueba la funcionalidad que permite al usuario generar reportes de biopsias de próstata.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe estar registrado en el sistema. Debe existir al menos una biopsia de próstata en la base de datos.	
Entrada/Pasos de ejecución: El usuario selecciona la biopsia de próstata de la que desea obtener el reporte. Hace clic en el botón Reporte.	
Resultado esperado: Se muestra un reporte generado a partir de la biopsia de próstata seleccionada.	
Evaluación de la prueba: Prueba satisfactoria.	

2.5 Valoración de la propuesta

Se debe tener en cuenta si el producto informático es sostenible y para ello se debe hacer una valoración de sostenibilidad en las dimensiones: administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica. Estas valoraciones, hecha por cada dimensión, ponen de manifiesto las ventajas que el mismo proporciona en cada uno de estos aspectos.

Dimensión administrativa

En la dimensión administrativa se puede afirmar que el producto es sostenible ya que su costo de elaboración y aplicación de la propuesta se reduce a un precio mínimo, debido a que está dirigido al equipamiento con que se cuenta en la actualidad en el Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin, además de que su desarrollo es llevado a cabo por estudiantes de manera gratuita. Con el uso del sistema propuesto, el procesamiento de estos registros se hará de forma más ágil al usarse un producto más eficiente, además de que se garantiza el ahorro de materiales de oficina.

Dimensión socio-humanista

La solución propuesta tiene un componente social de alto valor, puesto que el cáncer es un problema de salud muy serio, que constituye la segunda causa de muerte en Cuba y se diagnostican más de 29 mil pacientes y se registran 18 mil fallecidos anualmente. Esta herramienta permitirá gestionar la información de las biopsias realizadas a pacientes y ayudar a organizar el trabajo de los especialistas, lo que influirá positivamente en la calidad del tratamiento recibido por los pacientes.

Dimensión ambiental

En lo relativo a la dimensión ambiental, incluso cuando la solución propuesta no tiene un impacto directo sobre el medio ambiente, contribuye de cierta forma a su preservación reduciendo el riesgo de estrés psicológico o de salud a los usuarios que lo utilicen. Lo dicho se logra debido a que las herramientas que esta aporta mejoran el proceso que se realizaba con el mismo fin de la propuesta. Esto ocurre gracias al uso eficiente de las interfaces de hardware (sean ratón o teclado) en cada uno de los escenarios que se brindan en la propuesta. Otro de los aspectos es que las interfaces gráficas son sencillas y agradables, lo que repercute de forma directa en la salud de los usuarios que lo utiliza. Todo esto indica que la solución propuesta es sostenible en esta dimensión.

Dimensión Tecnológica

La propuesta se considera sostenible en la dimensión tecnológica debido a que las personas que utilizarán la misma tienen la preparación necesaria para usarla satisfactoriamente. Además de que en el diseño de esta se tuvo en cuenta el equipamiento de esta entidad y otras instituciones del sistema de salud cubano. Teniendo en cuenta que el sistema responde a una necesidad directa del Hospital Vladimir Ilich Lenin con unos costos muy bajos, se puede concluir que la propuesta es sostenible en las cuatro dimensiones analizadas.

2.6 Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se completaron las fases del ciclo de vida de la solución propuesta: las historias de usuario, el plan de iteraciones y el de las entregas, permitiendo separar el proceso en iteraciones para tener un mayor control sobre el

desarrollo del producto. También se abordaron todos los temas referentes al diseño, la implementación y la estrategia de pruebas de la solución.

La efectividad del desarrollo dirigido por pruebas y la aplicación de las pruebas de aceptación demuestran ser muy altas en el proceso de desarrollo de *software*. Ambas juegan un papel fundamental en el proceso de construcción de la herramienta con una metodología ágil.

Para determinar la sostenibilidad del producto se analizaron las dimensiones administrativas, socio-humanista, ambiental y tecnológica. Luego de realizar el estudio se arriba a la conclusión de que el producto es sostenible.

Conclusiones

La utilización del módulo web propuesto facilita el manejo de la información de las biopsias en el Centro Oncológico de Holguín, permitiendo un aumento de la eficiencia del trabajo de los especialistas del centro y con ello el bienestar de los pacientes.

Las tecnologías y herramientas utilizadas permitieron la correcta elaboración del sistema informático. El *framework* de desarrollo web Django, así como el lenguaje de programación en el que está basado, Python, brindaron varias ventajas en el proceso de creación de la aplicación.

El uso de la metodología de desarrollo XP facilitó el proceso de diseño y desarrollo de la herramienta informática debido a que propicia una efectiva comunicación con el cliente.

Luego de realizar la valoración de sostenibilidad en las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica, se arriba a la conclusión de que el producto es sostenible.

Se realizó la valoración del estado de aceptación mediante las pruebas de aceptación de la metodología XP, con resultados satisfactorios.

Por todo lo anterior, la herramienta informática propuesta para la gestión de datos de biopsias para el registro de cáncer en el Centro Oncológico de Holguín cumple con el objetivo trazado al inicio de esta investigación y contribuye con la solución de la problemática planteada.

Recomendaciones

Para garantizar la continuidad del trabajo y el enriquecimiento de la herramienta propuesta se realizan las siguientes recomendaciones:

Incorporar al producto informático propuesto la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para realizar experimentos con los datos almacenados en el sistema.

Continuar ampliando el alcance de la herramienta desarrollada con la implementación de biopsias de otras localizaciones.

Incorporar gráficas que permitan la visualización, por parte de los especialistas, de datos actualizados de los principales indicadores registrados sobre las biopsias realizadas.

Referencias bibliográficas

- [1] P. A. Fernández Sarabia y N. J. Sanz Pupo, «Centro Oncológico de Holguín: Un cambio de paradigma de atención al paciente con cáncer», *Correo Científico Médico de Holguín*, 2011.
- [2] N. J. Sanz y J. M. P. Pérez, «Historia de la Anatomía patológica en Holguín».
- [3] U.S. Department of Health and Human Services National Institutes of Health, «Biopsia: MedlinePlus enciclopedia médica», *MedlinePlus enciclopedia médica*. [En línea]. Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003416.htm>.
- [4] Winship cancer institute, «Cancer Quest». [En línea]. Disponible en: <http://www.cancerquest.org/history-cancer-detection.html>.
- [5] Radiological Society of North America, «RadiologyInfo.org». [En línea]. Disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/>.
- [6] R. González Duque, *Python para todos*. .
- [7] G. Van Rossum, «El tutorial de Python», vol. 1, p. 116, 2009.
- [8] E. Avilés Vázquez y E. E. del Valle Pino, *BlackHat*. 2011.
- [9] A. Holovaty y J. Kaplan-Moss, «El libro de Django 1.0», 2015. [En línea]. Disponible en: http://librosweb.es/libro/django_1_0/.
- [10] A. Holovaty y J. Kaplan-Moss, *Appendixes The Definitive Guide to Django. Web Development Done Right*, 2nd Editio. 2008.
- [11] T. Lockhart, «Manual del usuario de PostgreSQL El equipo de desarrollo de PostgreSQL».
- [12] D. Rosenberg y M. Stephens, *Use Case Driven Object Modeling with UML*. 2007.
- [13] M. M. Días Flores, «RUP vs. XP».
- [14] Rumpe y Scholz, «Scaling the management of extreme programming projects», *Proj. Profits. Spec. Issue Manag. Extrem. Program. Proj.*, vol. 3, n.º 8, 2003.
- [15] J. Dance, «Extreme Programming», *IEEE Softw.*, vol. 20, n.º May, p. 252, 2006.
- [16] A. A. Fernández, «Herramienta para aplicar Análisis de Componentes Independientes a registros de movimientos oculares sacádicos», 2014.