



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias
Escuela de Computación
Tecnologías Educativas

Software educativo para el aprendizaje del
funcionamiento
del equipo Filtro Prensa

Trabajo Especial de Grado
presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller
Set Israel Ortiz Monasterio C.I. 17.965.968
para optar al título de
Licenciado en Computación

Profa. Vanessa Leguizamo

Caracas, 2 / febrero / 2017

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE COMPUTACIÓN

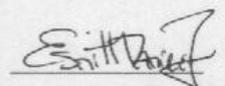


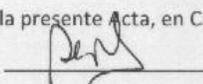
ACTA

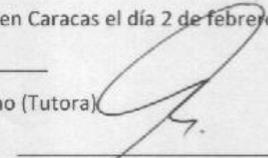
Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Computación, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado **"Software educativo para el aprendizaje del funcionamiento del equipo Filtro Prensa"** y presentado por el Br. **Set Israel Ortiz Monasterio (C.I. V-17965689)**, a los fines de optar al título de **Licenciado en Computación**, dejamos constancia de lo siguiente:

Leído como fue dicho trabajo, por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 2 de febrero de 2017, a las 10:30 horas, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo cual éste hizo en el aula PBIII de la Escuela de Computación, mediante una presentación oral de su contenido, luego de lo cual respondió a las preguntas formuladas. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el jurado decidió aprobar con la nota de 19 puntos.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, en Caracas el día 2 de febrero de 2017.


Esmitt Ramírez (Jurado)


Ana Vanessa Leguizamo (Tutora)


Yusney Carballo Barrera (Jurado)



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias
Escuela de Computación
Tecnologías educativas

Software educativo para el aprendizaje del funcionamiento del equipo Filtro Prensa

Autor: Set Israel Ortiz Monasterio
CI: 17.965.689
Correo: pixrael777@gmail.com

Tutora: Profa. Vanessa Leguizamo
Fecha: 1 de febrero de 2017

RESUMEN

La Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela exige a sus estudiantes la aprobación de un conjunto de materias para obtener su titulación, entre las cuales existen algunas de carácter práctico llamadas Laboratorios. Los Laboratorios tienen por objetivo que el estudiante realice experimentos químicos que le permiten aprender, entre otras, a utilizar instrumentos y equipos necesarios para la realización de los mismos.

Actualmente la Escuela de Química de la UCV no cuenta con el equipo de separación física Filtro Prensa de manera que los experimentos que impliquen la utilización de este equipo no pueden ser realizados.

El presente trabajo muestra el desarrollo de un software que servirá como herramienta de apoyo a los estudiantes de la Escuela de Química de la UCV. Para su implementación se utilizó una adaptación de la metodología ágil XP. En el proceso de desarrollo se contó con un equipo formado por un experto en el dominio y un programador que se encargó de la implementación del software. El resultado es un software donde el usuario puede interactuar con un Filtro Prensa virtual, identificar sus partes y realizar paso a paso las tareas necesarias para su correcta utilización.

Palabras Clave: filtro prensa, lodo, presión, software educativo, ADDIE, modelo instruccional, C#, XP, Unity3d.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1 – EL PROBLEMA	7
1.1 Planteamiento del problema	7
1.2 Objetivos de la investigación	9
1.3 Justificación de la investigación	10
1.4 Delimitación de la investigación	10
CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO	11
2.1 Equipo Filtro Prensa	11
2.2 Aprendizaje significativo, por descubrimiento y por recepción	13
2.3 Simulaciones.....	17
2.4 Juego como herramienta de enseñanza-aprendizaje.....	19
CAPÍTULO 3 – MARCO METODOLÓGICO	21
3.1 Diseño instruccional	21
3.2 1era Fase- Análisis	23
3.3 2da Fase- Diseño	24
3.4 3era Fase- Desarrollo	25
3.4.1 Aplicación de la metodología de desarrollo.....	25
3.4.2 Pruebas	41
3.4.3 Interfaz y patrones de interacción	50
3.4.4 Secciones del software	53

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	55
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Filtro Prensa y sus partes.....	12
FIGURA 2 – Fases del Modelo ADDIE.....	22
FIGURA 3 – Fases del Modelo ADDIE documentadas en el presente documento.....	22
FIGURA 4 – Prototipo 1. Sección aprendiendo acerca del Filtro Prensa.....	27
FIGURA 5 – Prototipo 1. Sección interactuando con el Filtro Prensa.....	27
FIGURA 6 – Prototipo 2. Menú Principal.....	28
FIGURA 7 – Prototipo 2. Sección guía interactiva.....	29
FIGURA 8 – Prototipo 2. Sección interactuando con el Filtro Prensa.....	29
FIGURA 9 – Prototipo 2. Sección partes del Filtro Prensa.....	29
FIGURA 10 – Script de pruebas unitarias en el proyecto.....	44
FIGURA 11 – Editor Test Runner.....	45
FIGURA 12 – Ubicación del botón de Menú Principal para cada sección.....	52
FIGURA 13 – Ubicación del mensaje de bienvenida de cada sección.....	52
FIGURA 14 – Ubicación del cuadro descriptivo.....	53
FIGURA 15 – Escenas del proyecto.....	54
FIGURA 16 – Secciones del software y navegación entre secciones.....	54
FIGURA 17 – Vista Menú Principal del software.....	56
FIGURA 18 – Vista guía interactiva. Ejecución paso 1 del proceso de filtrado.....	57
FIGURA 19 – Vista guía interactiva. Mensaje de bienvenida de la sección.....	58
FIGURA 20 – Vista partes del Filtro Prensa. Puntero del ratón encima de las placas.....	59
FIGURA 21 – Vista partes del Filtro Prensa. Mensaje de bienvenida de la sección.....	60

FIGURA 22 – Vista partes del Filtro Prensa. Descripción de las placas y las lonas	61
FIGURA 23 – Vista Filtro Prensa interactivo. Puntero del ratón encima del interruptor .	62
FIGURA 24 – Vista Filtro Prensa interactivo. Mensaje correctivo	63
FIGURA 25 – Vista Filtro Prensa interactivo. Mensaje de bienvenida	64

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de la Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela deben cursar un conjunto de asignaturas elaboradas con el fin de que puedan adquirir los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, necesarios para lograr una preparación que le permita al titulado ingresar al área laboral siendo un profesional integral del área de Química. La preparación que reciben los estudiantes de Química por parte de esta casa de estudios se ha caracterizado por ser de alta calidad, y entre las asignaturas que cursan los estudiantes se encuentran asignaturas prácticas, las cuales son llamadas Laboratorios y las mismas están diseñadas con la idea de que el estudiante pueda ejecutar un conjunto de experimentos y así adquirir experiencias en el uso de instrumentos, reactivos y equipos de laboratorio que va a utilizar en el campo laboral una vez culmine su carrera.

El Filtro Prensa es un equipo electro mecánico utilizado en la industria química, que permite la separación de sustancias por el método de filtración a presión [6], este equipo básicamente cuenta con unas lonas y unos filtros yuxtapuestos a los cuales se les bombea el lodo líquido que va a ser filtrado, mientras que las lonas y los filtros son presionados por una prensa, de manera que al ser bombeado el lodo a las lonas los filtros se encargan de retener parte del lodo y permitir el paso del agua. El Filtro Prensa puede lograr una separación de hasta un 65% de lodos compactados [20].

Es importante el aprendizaje del equipo Filtro Prensa para estudiantes de la carrera de Química ya que el mismo utiliza en gran diversidad de áreas la industria [4], sin embargo, la Universidad Central de Venezuela no posee un equipo que permita a los estudiantes interactuar y aprender su uso, por lo tanto, la creación de un software educativo que permita a los estudiantes aprender el uso del equipo sería un importante apoyo para su preparación.

El avance tecnológico de hoy día permite el diseño y desarrollo de los llamados software educativos o software de aprendizaje, los cuales permiten facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de un tema particular. El software educativo viene a ser una herramienta muy útil en el campo universitario, ya que pueden dar un apoyo significativo a los estudiantes en el aprendizaje de algún tema particular de alguna asignatura.

El principal objetivo del presente Trabajo Especial de Grado es el diseño y desarrollo de un software que sirva de complemento para el aprendizaje del estudiante en aquellas asignaturas de Laboratorio donde se utilice el equipo Filtro Prensa, permitiéndole conocer los elementos que lo conforman y utilizarlo de manera virtual.

Para la realización del software educativo se seleccionó la metodología ágil XP, esta metodología se adaptó aplicando ciertas particularidades tales como el uso de prototipos, implementación del código no en parejas si no de forma individual y otras adaptaciones que se realizaron y que se explican en el presente documento.

Como resultado se obtuvo un software educativo a través del cual el usuario puede aprender el uso del Filtro Prensa para lograr el proceso del filtrado. Este software cuenta con 3 secciones principales, a saber: guía interactiva, partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo. El documento está organizado de la siguiente manera: El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, objetivos de la investigación, la justificación y la delimitación de la investigación. El Capítulo II presenta el Marco Teórico, donde se definen los principales conceptos que se trabajarán en el resto del trabajo, El Capítulo III plasma el desarrollo del software mediante el uso de la adaptación de la metodología ágil XP, el Capítulo IV presenta los resultados del trabajo. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

El Problema

1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estamos viviendo en un mundo muy competitivo donde las exigencias profesionales son cada vez mayores [16], por lo tanto, es de vital importancia para los estudiantes tener la mejor preparación académica posible a la hora de salir al área laboral, así mismo las universidades deben estar en constante evolución en sus métodos de enseñanza y actualizando sus contenidos conforme a las exigencias del área laboral.

Entendiendo esto, la Universidad Central de Venezuela con el objetivo de dar una preparación de alta calidad a sus estudiantes ofrece para la Licenciatura en Química que dicta la Facultad de Ciencias un contenido académico comprendido por materias teóricas y prácticas. Entre las materias prácticas se encuentran los llamados Laboratorios en los cuales los estudiantes utilizan, entre otros, diferentes equipos de laboratorio, reactivos y materiales a través de los cuales pueden adquirir un conocimiento importante en la carrera.

A pesar de que los Laboratorios de la Facultad de Ciencias deberían contar con los insumos necesarios para realizar las prácticas experimentales, muchos de ellos son de alto costo y por lo tanto no se cuenta con los mismos. Entre los equipos a los cuales no se puede acceder debido a su alto costo se encuentra el Filtro Prensa, este equipo electro mecánico se utiliza en industrias tales como la industria textil artificial, la industria azucarera, cervecería, vinificación, industrias aceiteras, industria cerámica y ciertas industrias extractivas [5], por ello la importancia para el estudiante de aprender el manejo de este equipo mientras cursa la carrera.

El hecho de que el equipo Filtro Prensa sea utilizado en diversas industrias [5] lo convierte en un equipo de importancia para el aprendizaje de los estudiantes de Química y debido a que, la Universidad Central de Venezuela actualmente no cuenta con este equipo ni los recursos necesarios para su adquisición, los estudiantes de la carrera no pueden realizar experimentos que involucren el uso del equipo. Como consecuencia los estudiantes egresados de la carrera no tienen la experiencia en el uso y manipulación de este equipo y por lo tanto no.

La experiencia que puedan adquirir estudiantes egresados de la carrera de Química en el uso del equipo Filtro Prensa es de importancia y por lo tanto en la presente investigación se ha considerado una alternativa que permita a los mismos aprender acerca de los temas relacionados con el Filtro Prensa. La propuesta que se presenta es para que los estudiantes de Química aprendan mediante el uso de tecnologías actuales.

Hoy en día el uso de las tecnologías es cotidiano, ya desde corta edad se está interactuando con la tecnología [17] al punto de pasar desapercibido y solo darnos cuenta de lo mucho que usamos la tecnología cuando por alguna razón ésta nos falta. El conjunto las tecnologías de información pueden ofrecer un contexto que sirva de gran apoyo a algún proceso en particular, es el caso de los procesos de aprendizaje [18], ya que existen varios recursos tecnológicos que al utilizarlos potencian dicho proceso, por ejemplo la utilización de la internet permite la comunicación entre profesores y estudiantes, así como también el envío de documentos, la comunicación mediante videoconferencias, son muchos los beneficios y recursos con los que se cuenta cuando se utilizan las tecnologías.

La educación es un área de gran importancia para cualquier sociedad y esta ha recibido también gran influencia por parte de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Ya no es extraño ver que un estudiante busque respuestas en Internet, como tampoco que los envíos de tareas o trabajos escolares sean mediante correo electrónico o que un estudiante para entender mejor algún procedimiento matemático recurra a videos explicativos que lo ayuden en la resolución de su ejercicio matemático, lo cierto es que hay un gran abanico de recursos y opciones tecnológicas con los que cuenta hoy en día tanto el estudiante como el profesor. Sin embargo, el contar con gran cantidad de recursos tecnológicos daría la impresión de que el aprendizaje es más sencillo y por ende podríamos concluir que el aprendizaje es más eficiente, sin embargo esto no es del todo cierto, no es suficiente contar con los recursos tecnológicos sino que además estos recursos se deben utilizar de una manera adecuada, por lo tanto surge la siguiente interrogante: ¿De qué forma se pueden aprovechar los recursos tecnológicos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje? Buscando la respuesta a la anterior interrogante surge el software educativo como apoyo tecnológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El software educativo es un sistema informático que tienen por objetivo facilitar el aprendizaje del estudiante. Este tipo de software fomenta el análisis de problemas, facilita el trabajo en grupo, provee soporte a las actividades docentes; en el sentido más amplio, mejora las habilidades del pensamiento y la resolución de problemas [1]. Este tipo de software necesita como mínimo dos tipos de diseño: el diseño como software para su desarrollo y además necesita el diseño instruccional que se refiere a los aspectos educativos necesarios para el logro exitoso del aprendizaje.

Existen muchos recursos tecnológicos que se pueden ofrecer como herramientas a los estudiantes y/o a los profesores con el fin de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, entre esos recursos se encuentran las simulaciones.

La simulación ofrece la oportunidad al usuario de poder tomar decisiones en un entorno modelado que busca la mayor semejanza posible con la realidad, permitiendo un aprendizaje basado no solamente en los conocimientos sino también en la experiencias con el entorno simulado, de esta manera se puede observar como dos personas que tienen aparentemente igual conocimiento tomarán distintas decisiones para solucionar el mismo problema, esto es debido a que existen factores como la experiencia personal de cada uno que influencia a la hora de la toma de decisiones[14].

La simulación se utiliza en distintos ámbitos tales como la modelación de fenómenos naturales, modelación de pueblos y ciudades, procesos industriales, simulaciones de vuelos comerciales, armas militares, tácticas y estrategias militares, simulación de población de bacterias, etc. Bien sea para el aprendizaje, la investigación de la ciencia o para el entretenimiento, las simulaciones hoy en día dan una experiencia más vívida a los usuarios, permiten interactuar con el entorno y observar el comportamiento del mismo, sacando así conclusiones y ganando experiencias.

Entendiendo la importancia del aprendizaje experimental de la utilización del Filtro Prensa para el desenvolvimiento en el área laboral, se propone la siguiente pregunta: ¿De qué manera se puede ofrecer una alternativa al aprendizaje del manejo del equipo Filtro Prensa que permita a los estudiantes la interacción con el mismo?

1.2- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software educativo que sirva de apoyo al proceso de aprendizaje para la utilización y manejo del equipo Filtro Prensa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudiar el funcionamiento del equipo Filtro Prensa.
2. Realizar el análisis de requerimientos para el desarrollo de un software educativo que permita la utilización virtual del Filtro Prensa.
3. Diseñar un software educativo que permita el aprendizaje del proceso de filtrado con el equipo Filtro Prensa.
4. Implementar un software educativo que permita la interacción de los usuarios con un equipo Filtro Prensa virtual.
5. Realizar pruebas de aceptación del software desarrollado.

1.3- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con esta propuesta se busca ofrecer una alternativa para el aprendizaje del modo de uso del Filtro Prensa, mediante la interacción con un Filtro Prensa virtual dentro de un escenario controlado por el software donde no exista el riesgo de deteriorar, por mala manipulación, un Filtro Prensa real.

El software que se propone sería también de apoyo para profesores que dicten una cátedra relacionada con el equipo Filtro Prensa. La utilización por parte del profesor de esta herramienta en el desarrollo de sus clases podría despertar la motivación de sus estudiantes, en comparación con los recursos tradicionales, tales como las guías, libros y las prácticas reales en el laboratorio químico.

El entorno virtual que ofrecería el software permitiría la exploración e interacción del Filtro Prensa mediante el uso de una computadora, sin limitaciones físicas de espacio más allá de lo que ocupe la computadora. Otra ventaja podría ser el hecho de que los estudiantes no tienen que trasladarse a un laboratorio físico donde esté el Filtro Prensa, ya que mediante el uso de un equipo informático que cumpla con los requerimientos mínimos pueden ejecutar el software y aprender a cerca del proceso de utilización del Filtro Prensa. Los estudiantes tampoco tendrían que esperar por turnos que el Filtro Prensa esté libre para su utilización ya que cada estudiante puede desde un computador acceder al software educativo y experimentar con el Filtro Prensa virtual.

Un software como alternativa a la ausencia del equipo en los laboratorios, sería de gran utilizada para cualquier institución ya que ofrecería una alternativa a sus estudiantes en el aprendizaje del equipo a través del software educativo.

1.4- DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo del software está planteado para dar apoyo a estudiantes de la carrera de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

1.5- EQUIPO FILTRO PRENSA

En el área de la industria química en muchos casos se necesita realizar un proceso de separación de mezclas, las razones por las cuales realizar este proceso de separación a una sustancia pueden ser, entre otras, para obtener materiales puros con la idea de crear semiconductores, remover toxinas o compuestos inactivos de una solución, obtener muestras ultra-puras como referencia, para realizar análisis de los componentes de una muestra como puede ser (ADN), separación de materia prima en sus componentes como el petróleo [2].

Además de que el proceso de separación es muy utilizado en el área química se considera este proceso como uno de los dos procesos fundamentales de la ingeniería química, los dos procesos fundamentales son el proceso de la separación y el proceso de transformación de una materia [3].

Para realizar el proceso de separación existen varios métodos entre los cuales tenemos, la sedimentación, decantación, filtración, destilación, cristalización, sublimación, centrifugación y cromatografía [22]. En la presente investigación nos enfocaremos en el proceso de separación mediante el método de filtración.

Cuando se tiene una mezcla compuesta por una parte líquida y otra parte por partículas sólidas, la cual se desea separar en sólidos y líquidos es conveniente utilizar el proceso de separación por el método de filtración que consiste en colocar una barrera que va a permitir el paso del fluido e impedir el paso de las partículas sólidas permitiendo así la separación.

La separación ocurre debido a que los poros del medio filtrante son más pequeños que las partículas a separar, quedando las partículas retenidas en el medio filtrante.

Para realizar el método de filtración las industrias utilizan distintos equipos, entre ellos se encuentra el denominado Filtro Prensa. El Filtro Prensa permite realizar la separación de líquidos mediante la inyección de aire.

FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO FILTRO-PRENSA

Se bombea el lodo al cual se quiere realizar el proceso de filtración a unas **cámaras de filtración**, esta cámara contiene un conjunto de **lonas** posicionadas verticalmente, yuxtapuestas y acopladas que cuentan con un sistema **hidráulico-neumático** que puede ser automático o semiautomático. El bombeo del lodo a presión obliga al líquido a pasar a través de las lonas, es aquí donde realmente se produce el proceso de filtración ya que las lonas impiden el paso de los sólidos de manera que los mismos se acumulan formando una pasta seca de lodo a la cual se le llama **torta**. A continuación, el **pistón hidráulico** empuja la **placa de acero** contra la **placa de polipropileno** haciendo la prensa. El líquido filtrado se envía a los **puertos de drenado** del cabezal para su descarga. Para remover la torta sencillamente se debe separar las lonas relajando la presión producida por el pistón neumático, con lo que las tortas caen desde la cámara. [4]

A continuación, en la figura 1 se señalan cada una de las partes involucradas en el proceso de filtrado del equipo:

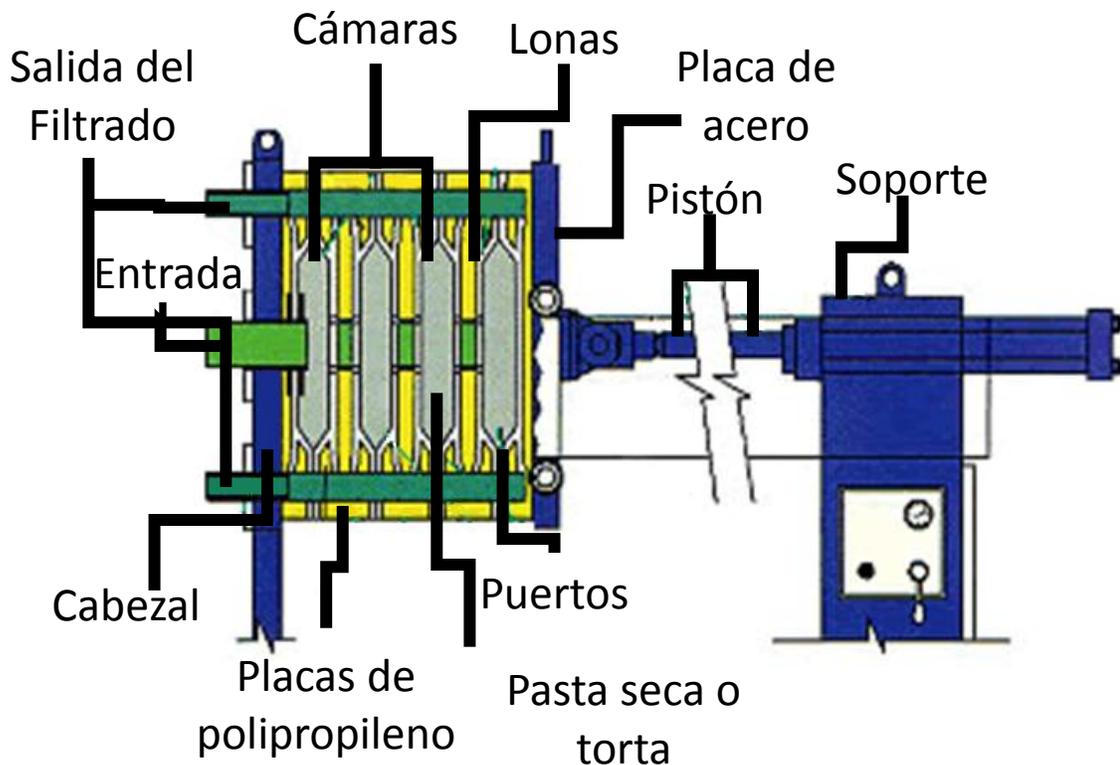


Figura 1 Filtro Prensa y sus partes.

Referencia: <http://www.quiminet.com/articulos/el-funcionamiento-del-filtro-prensa-23843.htm>

La capacidad de filtración de cada equipo va a depender del volumen de la cámara y la superficie de la filtración que a vez van a depender de la cantidad de lonas. Se considera que la capacidad de producción es de 1.5 a 10kg de sólidos por m² de la

superficie de filtración. Y el tiempo de prensado es menor a cuatro horas. [4]

La filtración depende de factores como concentración del lodo, espesamiento de la pasta, resistencia específica y el coeficiente de compresibilidad. [4]

USOS Y APLICACIONES DEL EQUIPO FILTRO-PRENSA

Son diversas las industrias en las que se utiliza el Filtro Prensa, en la industria azucarera se utiliza para la extracción de jugos de la caña de azúcar mediante presiones que se aplican sobre la caña, en la industria vinera se utiliza para obtener una mejor calidad de los jugos mediante la presión de uvas, todavía hay muchas otras industrias en las que se utiliza el Filtro Prensa entre ellas se pueden nombrar las industrias químicas, textiles artificiales, cervecería, aceiteras, industria de cerámica y hasta en ciertas industrias extractivas. [2]

El hecho de que se pueda utilizar este equipo es debido a una característica que se puede considerar como una ventaja, nos referimos a su adaptabilidad con la cual le permite filtrar distintos tipos de lodos, dependiendo del tipo de lodo se obtendría el rendimiento, el cual puede variar entre un 25% y un 60% de deshidratación. [5]

Algunas características de la utilización del Filtro Prensa son las siguientes: [6]

- La duración del proceso de filtrado es de unas 4 horas, considerado un tiempo relativamente corto, sin embargo, es un proceso discontinuo que se puede automatizar con procesos complicados.
- Elevados costes de mano de obra.
- Puede aceptar lodos con distintas capacidades de filtración.

2.2- APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO Y EL APRENDIZAJE POR RECEPCIÓN

Durante la década de los años 1970 estaban tomando fuerza las teorías del aprendizaje por descubrimiento y las escuelas buscaban que los niños construyeran sus propios conocimientos a través de la construcción de contenidos. En esa misma década Ausubel promovía la teoría del aprendizaje significativo.

En el aprendizaje por descubrimiento se propone que al aprendiz no se le presenten los contenidos a aprender en su forma final, sino que los conocimientos deben ser descubiertos por el aprendiz.

La teoría del aprendizaje por descubrimiento fue propuesta por el psicólogo y pedagogo J. Bruner en el año 1960. En esta teoría se considera que el aprendiz debe ser guiado a descubrir los conocimientos mediante el uso de la observación, la comparación, el análisis de semejanzas y diferencias, de esta manera el aprendiz tiene un comportamiento activo durante el proceso de aprendizaje. Por otro lado, se encuentra la teoría de aprendizaje por recepción, en esta teoría, defendida por Ausubel, se le presenta al aprendiz el contenido de forma final, es decir ya analizado por el maestro o profesor.

Para J. Bruner, este tipo de aprendizaje persigue:

1. Superar las limitaciones del aprendizaje mecanicista.
2. Estimular a los alumnos para que formulen suposiciones intuitivas que posteriormente intentarán confirmar sistemáticamente.
3. Potenciar las estrategias metacognitivas y el aprender a aprender. Se parte de la idea de que el proceso educativo es al menos tan importante como su producto, dado que el desarrollo de la comprensión conceptual y de las destrezas y las estrategias cognitivas es el objetivo fundamental de la educación, más que la adquisición de información factual.
4. Estimular la autoestima y la seguridad.” [7]

PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO [8]

1. El potencial natural del ser humano para descubrir conocimiento

Se considera que toda persona es una **totalidad sistémica y comunicativa**, que tiene la total capacidad, y de forma natural, de autorregular su comportamiento. Es a través de la autorregulación del comportamiento que el aprendiz desarrolla nuevas experiencias con las cuales puede adquirir nuevos conocimientos.

La forma como el sujeto aplica la autorregulación es que al momento de aplicar los sistemas cognitivos, comprensivos y actuacionales obtiene una interpretación de la realidad que le sirve para elaborar sus expectativas, objetivos y definir en qué medida debe intervenir, es proceso como ya se dijo es natural y no solamente ocurre en el aspecto intelectual del sujeto sino que también ocurre en todos los aspectos del mismo tales como los afectivos, psicomotores, morales, sociales, etc, es decir que es un proceso de aprendizaje integral.

2. El descubrimiento genera la **construcción** de un resultado **novedoso** dentro de la mente del aprendiz.

Se considera que el aprendizaje ocurre cuando el aprendiz asimila nuevos elementos de la realidad, los compara, diferencia y/o coordina con elementos que el sujeto había aprendido con anterioridad, de manera que este es un proceso de **construcción** dentro de la mente del aprendiz que en realidad va a reconstruir genera conocimientos novedosos y significativos.

3. El aprendizaje por descubrimiento encuentra su **punto de partida** en la identificación de problemas

No se considera que el punto de partida para el aprendizaje sea la observación sino la **aplicación de expectativas**. Cuando las expectativas del sujeto resultan frustradas, o son insuficientes para conseguir el objetivo surge el proceso reflexivo que obliga al sujeto a extender, diferenciar, reformular, las teorías previas y configurar algunas nuevas.

En otras palabras, las dificultades que se pueden presentar al sujeto lo empujan a indagar, investigar la forma o manera de lograr superar esa dificultad y es por tanto el punto de partida del aprendizaje por descubrimiento.

4. El aprendizaje por descubrimiento se desarrolla a través de un proceso de **resolución significativa de problemas**

El proceso de aprendizaje se presenta cuando el sujeto, con el fin de dar solución a un problema de significancia para él, aplica mediante acciones, las teorías planteadas por él mismo.

Desde el punto de vista procesual, podemos definir el aprendizaje por descubrimiento como un proceso de resolución significativa de problemas. De manera que el sujeto basado en su intención de comprobación de hipótesis descubra si la hipótesis da o no solución a un problema planteado.

5. La comprobación de conjeturas es el centro lógico del descubrimiento.

Tanto la concepción de hipótesis como la comprobación de las mismas se necesitan mutuamente para que se produzca el proceso de descubrimiento. Sin embargo, es la comprobación de las conjeturas el centro lógico del descubrimiento ya que puede existir el proceso de descubrimientos al comprobar hipótesis que han sido planteadas por otros, pero el proceso de descubrimiento no puede existir por el solo hecho de plantear hipótesis.

6. Es necesaria que la actividad resolutive sea **autorregulada y creativa** que sea caracterizada de descubrimiento.

En el aprendizaje por descubrimiento, el sujeto debe autorregular la actividad resolutive y sobre todo en lo relativo a la fase de comprobación. Si el sujeto aplica soluciones proporcionadas por otros no se producirá el descubrimiento, tampoco se producirá el descubrimiento si el sujeto solamente reproduce conocimientos que ya posee, es necesario que sea el sujeto el que elija, organice, aplique y controle la secuencia de operaciones que componen las estrategias de comprobación. También la creatividad del sujeto debe estar presente al utilizar el pensamiento productivo.

7. El aprendizaje por descubrimiento va asociado a la producción de errores

Piaget indica que “un error corregido puede ser más fecundo que un éxito inmediato”, la forma tradicional de la enseñanza ha prácticamente satanizado el error, considerándolo como algo no deseable, pero a un error corregido se le puede sacar gran provecho para el aprendizaje ya que el aprendiz al momento de tomar conciencia del error recibe un estímulo que lo impulsa a la elaboración de nuevas conjeturas y a la construcción de nuevos descubrimientos.

8. Al aprendizaje por descubrimiento le es consustancial la mediación sociocultural

Las experiencias colectivas y cooperativas de aprendizaje pueden resultar altamente favorecedoras de los descubrimientos cognitivos intrapersonales del sujeto, también hay que entender que el proceso de aprendizaje por descubrimiento va a estar siempre mediado por las orientaciones socioculturales del mismo, esto no significa que el proceso aprendizaje por descubrimiento deje de ser autor regulador.

9. El grado de descubrimiento es inversamente proporcional al grado de predeterminación del proceso resolutive

Entre mayor sea la cantidad de indicaciones (externas o internas) que determinen directamente el proceso de descubrimiento, será menor el aprendizaje real que adquiera el sujeto, ya que se estará anulando la actividad autor reguladora de investigación y así mismo se anulará la posibilidad de la experiencia cognoscitiva de descubrimiento.

10. El aprendizaje por descubrimiento puede ser pedagógicamente promovido

El proceso de descubrimiento mediante la interacción grupal en un aula de clase para el aprendiz es considerado valioso, así como también el descubrimiento producto de la interacción del sujeto con la sociedad. También el profesor juega un papel como investigador y creativo a la hora de modelar el comportamiento de sus alumnos en pro de

la sociedad.

También es importante considerar que los grandes descubrimientos científicos se han realizado en base a una alta capacidad de integración y estructuración operativa, sobre un amplio y sistemático basamento de conocimientos adquiridos en torno al tema de investigación.

2.3- LAS SIMULACIONES

La simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. [9]

Puede ser considerada la simulación como un proceso de enseñanza-aprendizaje [10] en el sentido de que sumerge a los estudiantes en un mundo irreal pero que para muchos de los sentidos se muestra como real, los estudiantes dentro de la simulación deben tomar decisiones que van a determinar el desenlace del proceso simulado y así podrán tener un aprendizaje más experimental.

La simulación se origina con el ejército prusiano en el siglo XIX para hacer reclutar a los oficiales, realizaban una simulación de alguna situación de guerra de determinada para ver su comportamiento y las decisiones que el candidato tomaba. [10]

Posteriormente fue el ejército británico que implantó la idea de simulaciones en los entrenamientos de sus militares. La simulación fue utilizada por el ejército norteamericano cuando querían formar espías para la segunda guerra mundial. [10]

VENTAJAS DE LA SIMULACIÓN

- El analista puede manipular el tiempo a su antojo, por ejemplo, si se está simulando un proceso que en la vida real se toma 4 horas en la simulación el analista puede avanzar hasta al final del proceso para ver los resultados.
- El proceso a simular puede ser aplicado repetidas veces.
- Usualmente es menos costoso obtener resultados de un proceso simulado que de un proceso real.
- El proceso simulado ofrece distintos escenarios del proceso real.
- Para algunos casos la simulación podría ser el único medio para lograr una solución.
- Es mucho más sencillo comprender y visualizar los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos.

DESVENTAJAS DE LA SIMULACIÓN

- La planificación, diseño e implementación de la simulación puede ser costosa, laboriosa y lenta.
- Existe la posibilidad de cometer errores durante la planeación y diseño del proceso.
- La simulación es un proceso limitado y muchas veces puede ser que la simulación no tome en cuenta partes importantes de la simulación real. [9]

TIPOS DE SIMULACIÓN

Simulación Identidad, es aquella en la que el modelo simulado es una réplica exacta del caso de estudio. Un ejemplo de simulación identidad es aquella que se utiliza en las empresas automotrices al momento de realizar ensayos de choques de automóviles mediante el uso de unidades reales.

Simulación Cuasi-identidad, son aquellas simulaciones que son una versión simplificada del sistema real. Algunos ejemplos pueden ser: las prácticas de evacuación en caso de incendios de una escuela, en la que se realizan movilizaciones de personal y estudiantes de la escuela, pero realmente no existe un incendio.

Simulación de Laboratorio, es aquella en la que existen unas condiciones específicas, preestablecidas y controladas en un laboratorio y se dividen en dos, Juego operacional y Hombre-máquina.

Juego Operacional, este tipo de simulación involucra dos partes, una parte las personas y la otra las máquinas o computadoras. Las personas son parte del modelo y generan información mientras que la maquinaria se limita a recolectar información y presentarla a las personas.

Hombre-máquina, es aquella en la que las máquinas tienen una mayor participación en el modelo, no se limitan a recolectar información y presentarla, sino que también generan información. Simuladores de aviones, carros, etc, son ejemplos de este tipo de simulación.

Simulación por computadora, se refiere a los modelos que son completamente simbólicos y está implementados en un lenguaje computacional. Dependiendo de si se utiliza una computadora digital sería una **simulación digital** o puede ser una **simulación analógica** si se utiliza una computadora analógica. [11]

2.4- EL JUEGO COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

El juego es una actividad instintiva del ser humano, es natural para el ser humano y sobre todo cuando está a corta edad, el juego *“es la forma instintiva, espontánea y más típica de la edad en la etapa infantil en la cual el niño intensifica, de forma individual y de acuerdo con el desarrollo alcanzado en su edad, sus pensamientos, sus sentimientos, apetencias e imaginaciones”*. [12]

El juego tiene interesantes características como la espontaneidad y el desinterés, a través del juego podemos observar como realmente es el niño. Entendiendo que el niño juega de manera espontánea se ha buscado sacar un provecho educativo, con el objetivo de que el niño mediante la actividad del juego pueda adquirir conocimientos que le puedan servir en su desarrollo. [13]

LA SIMULACIÓN-JUEGO

A través de las simulaciones juego se han logrado avances en el aprendizaje, varias instituciones utilizan distintas técnicas que involucran las simulaciones juegos para que sus estudiantes adquieran conocimientos. Hay muchas áreas de aprendizaje en las que las simulaciones juego han dado grandes frutos como son el área financiera, el área militar, el área de la física, el área de la química, las matemáticas entre otras.

Vale la pena hablar de un simulador-juego llamado SimCity, este es un juego de simulación desarrollado en su primera versión por el programador Macintosh Bill Wright en el año de 1989 para la empresa Maxis que actualmente se llama Electronics Arts. Este videojuego permite al jugador construir ciudades, empezando con un terreno vacío que puede llenar de elementos como casas, edificios, plazas, hoteles, colegios, empresas, y muchos otros elementos que pueden encontrarse en una ciudad.

La simulación de este juego SimCity ha servido para hacer numerosos trabajos de investigación como señalan I. Esquivel y M. Marrujo: [5]

En la investigación de I. Esquivel y M. Marrujo se indica que en el año 2000 se realizó un caso de estudio por el profesor Paul C. Adam utilizando el videojuego SimCity 2000 y estudiantes, este estudio consistía de 3 etapas y se pudo concluir que los estudiantes podían tener diferencias de pensamiento y actuación dependiendo de su género.

Tras un caso de estudio en el año 2003 realizado en un experimento que involucraba 14 alumnos de primer año de secundaria de la facultad de Pedagogía del Instituto Metropolitano de Barcelona, se obtuvo que además de los conocimientos

curriculares y de las estrategias de resolución de un problema el videojuego permite que se aprenda una forma de adquirir la información y el conocimiento propio de la cultura de la información. En este caso de estudio también se utilizó el video juego SimCity.

I. Esquivel y M. Marrujo indican en su investigación otros casos de estudio en los que se involucra el videojuego SimCity, pero existen otros casos de estudio interesantes tales como el desarrollo del videojuego “Monturiol: El joc” que es un videojuego educativo desarrollado en flash por dos estudiantes de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña, como proyecto para otra facultad de la misma universidad.

El objetivo del videojuego “Monturiol: El joc” es que los niños conocieran quien fue Narcís Monturiol y fue desarrollado para celebrar el 150 aniversario de prueba del primer submarino creado por Monturiol. Se planteó un caso de estudio en que se realizaron encuestas en cuatro colegios sobre los conocimientos de los estudiantes sobre Monturiol y su entorno, antes y después de jugar, y se pudo apreciar el aprendizaje entendido como un cambio duradero en los mecanismos de conducta. [14]

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1- DISEÑO INSTRUCCIONAL

El desarrollo de software que se ha documentado en el presente Trabajo Especial de Grado tiene un propósito pedagógico, como ya se ha dicho el objetivo del mismo es que sirva de apoyo al proceso de aprendizaje del equipo Filtro Prensa delimitado a estudiantes de la carrera de Química de la Facultad de Ciencias de la UCV. Para lograr alcanzar este propósito con éxito es necesario hacer una planificación del proceso de aprendizaje tomando en cuenta importantes factores tales como el perfil de los estudiantes que van a utilizar el software, el contenido pedagógico que se va a enseñar, verificar el medio ideal a utilizar para enseñar el contenido, las estrategias en que se va suministrar el contenido, y otros factores. De manera que para lograr un proceso de enseñanza aprendizaje efectivo se hace necesario la ejecución del diseño instruccional.

Para ejecutar un diseño instruccional existen varios modelos hoy día [19] entre los cuales se seleccionó el modelo ADDIE llamado así por las iniciales de cada una de las fases que contempla este modelo (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) como se observa en la figura 2. Este modelo contempla cinco fases y además permite al diseñador instruccional regresar a cualquiera de las fases previas si es necesario.

El modelo ADDIE es un modelo de diseño instruccional que en cada una de sus fases abarca diferentes aspectos tales como: la concepción del proceso de enseñanza aprendizaje, el diseño del objeto de aprendizaje, la producción del objeto de aprendizaje, la implantación y la evaluación.

Entre las fases del modelo instruccional ADDIE que se documentaron en el presente trabajo están las tres primeras, como se observa en la figura 3, la fase de análisis, diseño y desarrollo, haciendo importante énfasis en la documentación de la fase de desarrollo de software aplicando la metodología de desarrollo de software seleccionada y de la cual se habla en la siguiente sección, de manera que las últimas dos fases del modelo ADDIE, implementación y evaluación no se presentan en el documento ya que dichas fases se escapan de los objetivos planteados por el presente trabajo.

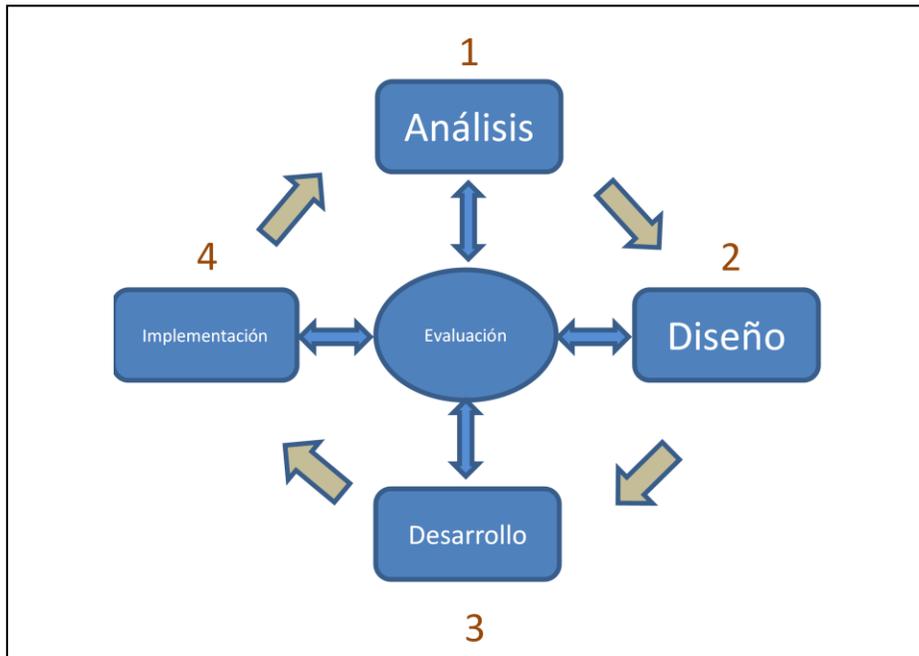


Figura 2 Fases del Modelo ADDIE

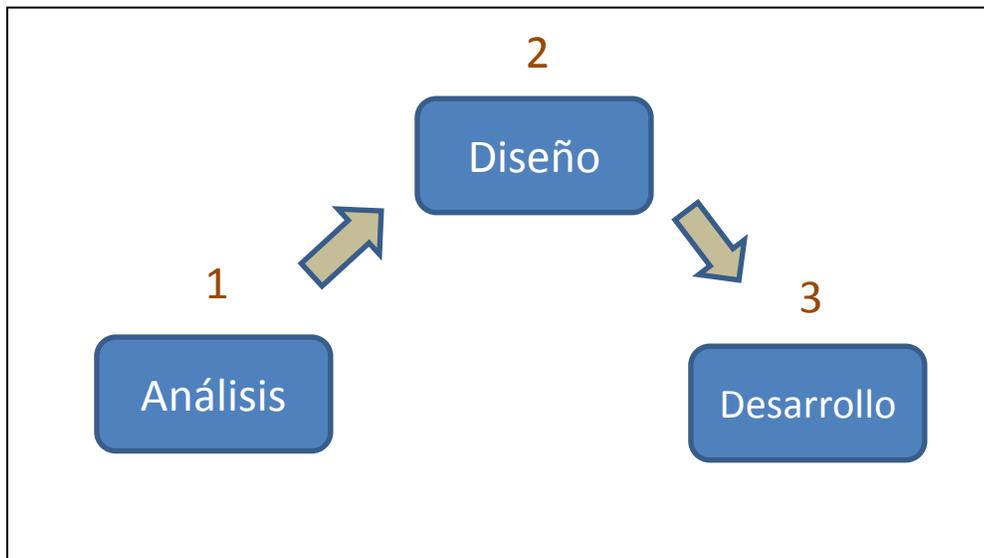


Figura 3 Fases del Modelo ADDIE documentadas en el presente documento

A continuación, se explica en detalle la realización de las fases del modelo ADDIE para el proceso de diseño instruccional

3.2- 1era FASE – ANÁLISIS

En esta fase se realizó el análisis de los estudiantes que aprenderían el proceso de filtrado, los obstáculos que pueden presentarse, las necesidades y el problema que se busca solucionar y se definieron los objetivos que buscan ser aprendidos por parte de los estudiantes.

Perfil del estudiante:

Estudiantes de la Escuela de química de la facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela de 5to semestre que ven el laboratorio denominado “Laboratorio de procesos”.

Descripción de obstáculos:

Los estudiantes no cuentan con el equipo Filtro Prensa para hacer sus prácticas de laboratorio debido al elevado costo del equipo Filtro Prensa y la universidad actualmente no cuenta con los recursos para su adquisición, de manera que los estudiantes hoy día no pueden realizar prácticas de laboratorio que involucren el equipo.

Necesidades y definición de problemas:

El equipo Filtro Prensa es utilizado en gran variedad de industrias tales como la industria química, aguas tratadas, textil, azucarera, bebidas, y más generalmente para la separación de sólidos líquidos, por lo tanto, es una necesidad para los estudiantes adquirir conocimientos en el uso del equipo Filtro Prensa.

Objetivos de aprendizaje:

Se quiere que el estudiante aprenda el orden y ejecución de los pasos que son necesarios realizar para hacer el proceso de filtrado de sustancias de lodo.

Se quiere que los estudiantes aprendan cada una de las partes del Filtro Prensa, aprendan a distinguir cada una de las partes del equipo y además que aprendan las funciones de cada parte del equipo.

3.3- 2da FASE – DISEÑO

Para la fase de diseño se definió que el contenido a enseñar se dividiría en tres secciones las cuales cada una de ellas tendría su propia estrategia instruccional, se definió el medio a utilizar y si el proceso de aprendizaje sería individual o grupal.

Estrategia instruccional dividida en tres secciones:

Para que el estudiante aprenda cada uno de **los pasos que debe ejecutar para lograr el proceso de filtrado** se le ofrecerá una guía interactiva que permitirá al mismo observar cada uno de los pasos a ejecutar y le permitirá seleccionar cualquier paso del proceso de filtrado para observarlo.

Para que el estudiante aprenda **las partes del Filtro Prensa y sus funciones** se le ofrecerá una sección que le permita de forma interactiva seleccionar cada parte del equipo en un modelo 3d para así ver esa parte en detalle y además obtener una descripción de la funcionalidad de esa parte seleccionada.

Para reforzar y evaluar **el aprendizaje de los pasos que deben ejecutarse para lograr el proceso de filtrado** se le ofrecerá una tercera sección en la que se le dará una lista de pasos a ejecutar y que el estudiante deberá ejecutar en el orden correcto, en caso de que no seleccione el paso correspondiente se le deberá dar una corrección informativa para que el estudiante comprenda su falla.

Medios a utilizar:

Con la idea de que ofrecer un aprendizaje interactivo para el estudiante, se plantea la utilización de un software.

Forma en que deberá agruparse los estudiantes:

Se define que el aprendizaje sería de forma individual, sin la necesidad de ser asistido por profesor alguno, de manera que las estrategias de enseñanza planteadas son diseñadas para un aprendizaje individual.

Manera de adquirir el software:

Con el objetivo de que los estudiantes puedan acceder al software siempre que tengan a disposición una computadora con conexión a Internet, el software estará disponible para su descargar desde un servidor público.

3.4- 3era FASE – DESARROLLO

Esta se considera la fase más importante ya que es la real producción del software que se ha diseñado en las fases anteriores, como ya se mencionó el presente documento abarca la ejecución del modelo ADDIE hasta su fase de desarrollo.

En la fase de desarrollo se explica en detalle cómo se utilizó una metodología que permitiera adaptarse para lograr realizar el software diseñado para que los estudiantes logren el proceso de aprendizaje del contenido definido.

3.4.1- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO

En este capítulo se explica de forma detallada la aplicación de la metodología XP para lograr el desarrollo del software, sin embargo, hay que explicar la metodología no se cumplió al pie de la letra, de hecho, se podría considerar que se hizo cierta adaptación de la misma. Los puntos en lo que más hubo una variación en la metodología fue en el momento de la implementación del código que no fue en parejas como dicta la metodología ya que la implementación la realizó un solo programador y otra variación importante fue la incorporación de prototipos con el fin de capturar los requerimientos de mejor manera.

A continuación, se detallan cada una de las fases que se aplicaron en la metodología, empezando con las historias de usuarios.

3.4.1.1-1era FASE – PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Historias de Usuario:

Así como lo dicta la metodología XP las historias de usuarios permiten tener una representación breve del sistema [19], el usuario, la cual es una estudiante de los últimos semestres de la carrera de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, plasmó en un lenguaje poco técnico las necesidades que debían cubrirse mediante el uso del software.

Inicialmente las historias de usuarios fueron bastante generales:

Tabla 3.4.1.1 Historias de usuario

Autor	Historia de usuario
Estudiante de Química	Me gustaría ver cómo trabaja el Filtro Prensa.
Estudiante de Química	Me gustaría usar el Filtro Prensa y que me indicara si voy bien o mal.
Estudiante de Química	Me gustaría ver una explicación de las partes del Filtro Prensa
Estudiante de Química	Me gustaría activar o desactivar el Filtro Prensa y ver como se presionan las lonas
Estudiante de Química	Me gustaría ver y entender todo el proceso de filtrado de lodo

La metodología indica que las historias de usuario pueden cambiar, es posible que a partir de una historia de usuario se deriven otras historias con mayor detalle como también es posible que varias historias de usuario se sumen para hacer una sola historia que las abarque, así mismo las historias de usuario que se tenían inicialmente por parte de la estudiante de química fueron detalladas y de ellas surgieron nuevas historias.

Tabla 3.4.1.2 Evolución de las historias de usuario

Antes	Después
Me gustaría ver cómo trabaja el Filtro Prensa	Me gustaría ver el proceso de filtrado por partes. Me gustaría poder elegir la parte del proceso que quisiera ver.
Me gustaría yo poder usar el Filtro Prensa y que me indicara si voy bien o mal.	Me gustaría que me fuese mostrando lo que debo hacer. Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal.
Como estudiante me gustaría ver una explicación de las partes del Filtro Prensa.	Me gustaría que haya una forma donde pueda elegir las partes del Filtro Prensa y poder ver una explicación de esa parte.

Tener las historias de usuario iniciales ya eran una guía de hacía donde debía dirigirse el desarrollo sin embargo para tener un mejor entendimiento se realizó un primer prototipo, en el que el desarrollador hizo una propuesta no funcional que permitió tener

una visión en conjunta, aunque algo superficial, de cómo debía ser el software.

Este primer prototipo realizado consideraba solo dos secciones: una sección de interacción del Filtro Prensa y otra sección de aprendizaje de uso del Filtro Prensa. En la sección de interacción con el Filtro Prensa el usuario podría activar/desactivar la prensa, encender/apagar la bomba, y conjunto de otras acciones. Mientras que en la sección de aprendizaje el usuario podría tanto ver el proceso de filtrado del lodo como también seleccionar las partes que componen el equipo para ver su nombre. Ambas secciones consistían de una imagen de referencia del equipo Filtro Prensa y un título que indicaba el nombre de la sección como se puede ver en la figura 4 para la sección Aprendiendo del Filtro Prensa y figura 4 de la sección interactuando con el Filtro Prensa.

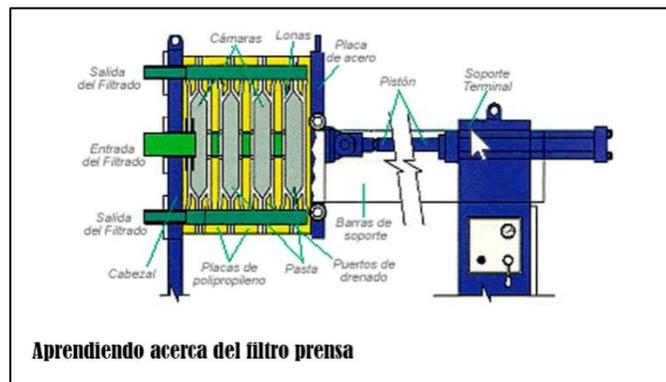


Figura 4 Prototipo1. Sección aprendiendo acerca del Filtro Prensa

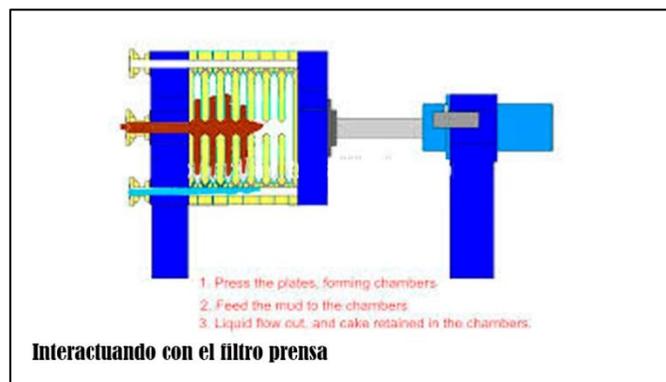


Figura 5 Prototipo1. Sección interactuando con el Filtro Prensa

Este primer prototipo no consideraba pantallas de menú principal, ni mucho menos de créditos del software, pero sirvió en gran manera para definir las siguientes historias de usuario.

Después de discusiones en equipo tomando como punto de partida las historias de usuario y el primero prototipo se creó un segundo prototipo el cual contemplaba el menú

principal como se observa en la figura 6, una sección nueva denominada “guía interactiva” como se observa en la figura 7, una sección denominada “interactuando con el Filtro Prensa” como se observa en la figura 8 y una última sección denominada “Partes del Filtro Prensa” como se observa en la figura 9. Las secciones “guía interactiva” y “partes del Filtro Prensa” fueron el resultado de la sección “aprendiendo acerca del Filtro Prensa” del primer prototipo planteado.



Figura 6 Prototipo2. Menú Principal

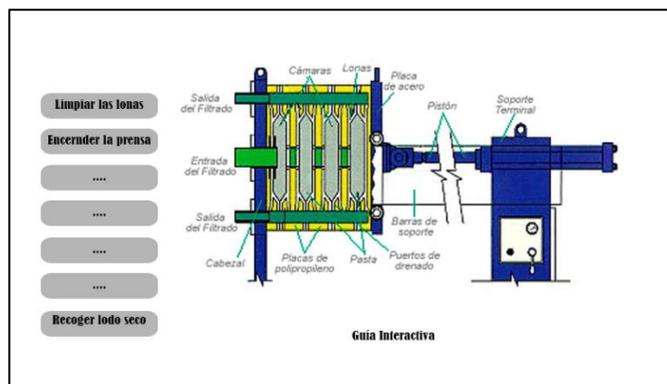


Figura 7 Prototipo2. Sección guía interactiva

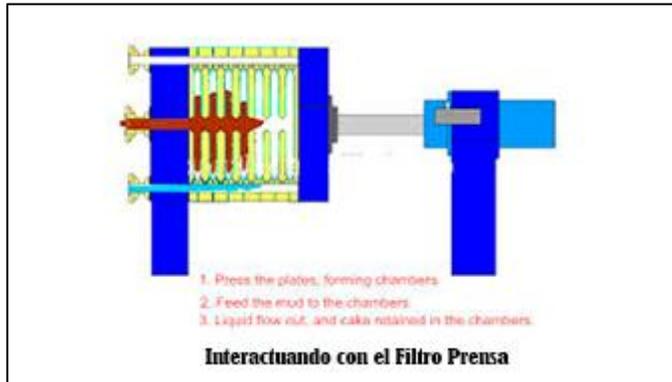


Figura 8 Prototipo2. Sección interactuando con el Filtro Prensa

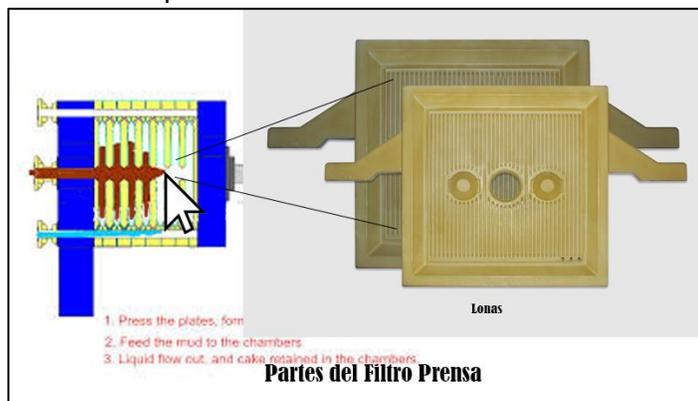


Figura 9 Prototipo2. Sección partes del Filtro Prensa

El segundo prototipo permitió definir más que todo la estructura que tendría el software, la cantidad de secciones y una idea de la ubicación de los botones, tenía cierta cercanía con el resultado final y a partir del mismo se generó una lista de historias de usuario, a pesar que esta lista no sería una lista definitiva de historias de usuario ya que muchas de las historias serían modificadas, eliminadas mientras otras historias de usuario se crearían a lo largo del proceso de desarrollo, permitió avanzar en el proceso de desarrollo del software.

A continuación, la lista de historias de usuario creadas por la estudiante de química a partir del segundo prototipo:

- Como estudiante me gustaría ver el proceso de filtrado por partes.
- Me gustaría poder elegir la parte del proceso que quisiera ver.
- Me gustaría tener una explicación escrita del proceso que está ocurriendo al mismo momento que lo voy observando.
- Me gustaría ver una lista de pasos a ejecutar para completar todo el filtrado.
- Me gustaría que al hacer clic en la parte del Filtro Prensa involucrada con el paso correspondiente se pueda ver como ocurre esa parte del proceso.
- Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal.

- Me gustaría ver una imagen del Filtro Prensa donde pueda elegir una parte del mismo y que me diga una descripción de esa parte que seleccioné.
- Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección y las teclas que debo apretar para manejar esa sección.
- Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa.
- Como usuario me gustaría que al iniciar el software pueda elegir entre ver los pasos del Filtro Prensa, seleccionar las partes del Filtro Prensa o utilizar el Filtro Prensa.

Plan de publicaciones:

Una vez creadas las historias de usuario se realizó una reunión para realizar el plan de publicaciones o en inglés *Release plan*, esta reunión se llevó a cabo entre la estudiante de Química y el desarrollador, básicamente de la reunión se discutió lo siguiente:

1-El número de versiones que se harían del software para completarlo el cual consistió básicamente en cuatro versiones y una última y versión para agregar mejoras y correcciones, las cuales se explican a continuación:

Versión 1 del software – Menú principal: Esta versión contaba del menú principal el cual permitiría al usuario seleccionar entre tres secciones posibles: la guía interactiva, la sección de las partes del Filtro Prensa y la sección del Filtro Prensa interactivo.

Versión 2 del software – Guía Interactiva: Para esta versión habría que agregarle a la versión anterior una sección de guía interactiva, en la que el usuario al acceder podría ver la ejecución por pasos del proceso de filtrado y además podría seleccionar cuál de los pasos del proceso de filtrado el usuario quería ver en un momento determinado. La visualización de cada uno de los pasos sería a través de un modelo 3d. La interfaz debería contar con botones que permitirían al usuario seleccionar el paso deseado y además un área en la que se describiera el paso que se estuviese ejecutando.

Versión 3 del software – Partes del Filtro Prensa: Esta versión consistía en agregar a la versión anterior una sección de partes del Filtro Prensa, en esta sección el usuario podría seleccionar cada una de las partes del equipo y debería mostrarse una explicación de esa parte seleccionada, además el usuario debía poder navegar alrededor del Filtro Prensa con el fin de poder visualizar el equipo desde diferentes ángulos de visión y seleccionar mediante el clic del mouse aquella parte del equipo la cual deseara ver una descripción.

Versión 4 del software – Filtro Prensa interactivo: Esta versión consistía en agregar a la versión anterior la sección del Filtro Prensa interactivo. Esta sección permitiría al usuario interactuar con un Filtro Prensa para ejecutar los pasos en orden y así lograr el proceso de filtrado y en caso de que el usuario fallase en el orden correcto de la selección de pasos el software debía indicarle.

Versión 5 del software – Mejoras y cambios: Inicialmente esta versión sería para realizar cambios y/o mejoras a las secciones realizadas en las versiones anteriores. Llegado el momento se utilizó esta versión para agregar, pantallas de instrucción de navegación a cada una de las secciones, pantallas de instrucciones de sección, se le agregó funcionalidades de navegación tales como *zoom*, se agregó una sección denominada “acerca de” al software, cambios en el diseño de la interfaz entre otros.

2-Los objetivos o las historias de usuario que se implementarían en cada versión del software. A continuación, las historias de usuario para cada una de las versiones definidas:

Tabla 3.4.1.3 Historias de usuario divididas por versiones del software

Versión	Historias de usuario
Versión 1 del software – Menú principal	<ul style="list-style-type: none"> • Como usuario me gustaría que al iniciar el software pueda elegir entre ver los pasos del Filtro Prensa, seleccionar las partes del Filtro Prensa o utilizar el Filtro Prensa.
Versión 2 del software – Guía Interactiva	<ul style="list-style-type: none"> • Como estudiante me gustaría ver el proceso de filtrado por partes. • Me gustaría tener una explicación escrita del proceso que está ocurriendo al mismo momento que lo voy observando. • Me gustaría poder elegir la parte del proceso que quisiera ver.
Versión 3 del software – Partes del Filtro Prensa	<ul style="list-style-type: none"> • Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa. • Me gustaría ver una imagen del Filtro Prensa donde pueda elegir una parte del mismo y que me diga una descripción de esa parte que seleccioné.
Versión 4 del software – Filtro	<ul style="list-style-type: none"> • Como usuario me gustaría poder ver desde varios

Prensa interactivo	<p>ángulos el Filtro Prensa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal. • Me gustaría ver una lista de pasos a ejecutar para completar todo el filtrado. • Me gustaría que al hacer clic en la parte del Filtro Prensa involucrada con el paso correspondiente se pueda ver como ocurre esa parte del proceso.
Versión 5 del software – Mejoras y cambios	<ul style="list-style-type: none"> • Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección y las teclas que debo apretar para manejar esa sección. • Me gustaría poder hacer <i>zoom</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa y en la sección del Filtro Prensa interactivo.

3-Los tiempos estimados ideales para lograr la implementación de cada una de las versiones.

Las estimaciones se hicieron asignando a cada una de las historias de usuarios tiempos en función a las iteraciones, cada iteración es equivalente a 2 semanas, a continuación, la lista de los tiempos asignados:

Tabla 3.4.1.5 Historias de usuario y su tiempo estimado

Versión	Historia de usuario	Tiempo estimado (iteraciones)
Versión1	Al iniciar el software pueda elegir entre ver los pasos del Filtro Prensa, seleccionar las partes del Filtro Prensa o utilizar el Filtro Prensa	1/2 Iteración
Versión2	Ver el proceso de filtrado por partes.	2 Iteraciones
	Mostrar una explicación escrita del proceso que está ocurriendo al mismo momento que lo voy observando.	1 Iteración

	Me gustaría poder elegir la parte del proceso que quisiera ver.	1 Iteración
Versión3	Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa.	1/2 Iteración
	Me gustaría ver una imagen del Filtro Prensa donde pueda elegir una parte del mismo y que me diga una descripción de esa parte que seleccioné.	2 Iteraciones
Versión4	Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa.	1/4 Iteración
	Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal.	2 Iteraciones
	Me gustaría ver una lista de pasos a ejecutar para completar todo el filtrado.	1/2 Iteración
	Me gustaría que al hacer clic en la parte del Filtro Prensa involucrada con el paso correspondiente se pueda ver como ocurre esa parte del proceso.	2 Iteración
Versión5	Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección y las teclas que debo apretar para manejar esa sección.	1/2 Iteración
	Me gustaría poder hacer <i>zoom</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa y en la sección del Filtro Prensa interactivo.	1/2 Iteración

Tiempo total estimado:

$I = 2$ semanas

$tv1 = (1/2)*I = 1/2*I$

$tv2 = (2+1+1)*I = 4*I$

$tv3 = (1/2+2)*I = 5/2*I$

$tv4 = (1/4+2+1/2+2)*I = 19/4*I$

$tv5 = (1/2+1/2)*I = I$

$$tt = tv1 + tv2 + tv3 + tv4$$

$$tt = 1/2*I+4*I+5/2*I+19/4*I+I = (1/2+4+5/2+19/4+1)*I = 51/4*I = 51/4 \text{ semanas}$$

51/4 semanas = 12.75 semanas

I: Iteración

tvN: Tiempo estimado de la versión N

tt: Tiempo total

4-La forma en que se evaluaría la evolución y la calidad de la implementación.

Se definió que después de cada iteración se aplicarían las pruebas de aceptación creadas por la estudiante de Química a cada historia de usuario, el presente trabajo muestra las pruebas de aceptación realizadas en la sección "3era Fase-Implementación".

3.4.1.2- 2da FASE – DISEÑO

Como ya se ha explicado el software debía contar con tres secciones importantes, además de ellos debía contar con una sección denominada "acerca de". A continuación, se explica el diseño de cada una de las secciones buscando mantener un diseño simple:

Guía Interactiva: Permitiría al usuario ver el proceso de filtrado dividido en pasos. La guía interactiva estaría compuesta por los siguientes pasos o acciones:

- Paso1: Verificación y limpieza de residuos de lodo seco de las lonas del Filtro Prensa.
- Paso2: Encendido de la prensa.
- Paso3: Verificación de la presión y encendido de la bomba para la entrada del lodo líquido a las lonas.
- Paso4: Proceso de separación del lodo y el agua y la salida del agua.
- Paso5: Cerrado de válvula de entrada de lodo líquido, apagado de la bomba y apertura de la válvula de despresurización.
- Paso6: Desactivar la prensa y la remoción de la torta o lodo seco.

Partes del Filtro Prensa: El usuario podría seleccionar las partes del Filtro Prensa y observar una explicación de la parte que ha seleccionado.

Las partes del equipo Filtro Prensa que se deben explicar en esta sección son las siguientes:

- Panel de Control
- Medidor de Presión

- Prensa
- Placas y Lonas
- Válvula de entrada de aire comprimido
- Válvula de salida de aire comprimido
- Tubería de salida de agua
- Tubería y válvula de entrada de lodo
- Bomba
- Barra removedora de residuos de lodo seco

Filtro Prensa interactivo: Permitiría al usuario seguir una lista de pasos o acciones que en el orden correcto permitirían completar el proceso de filtrado.

La lista de pasos que deberá ejecutar el usuario en orden es la siguiente:

1. Limpiar las lonas.
2. Activar la prensa.
3. Verificar la medida de presión.
4. Encender la bomba.
5. Abrir la válvula de entrada de lodo.
6. Apagar la bomba.
7. Apagar la válvula de entrada de lodo.
8. Abrir válvula de salida de aire.
9. Desactivar la prensa.
10. Remover el lodo seco.

Mejoras y cambios: Después de haber agregado las tres secciones del software (guía interactiva, partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo), se concluyó que debían realizarse mejoras en aspectos de funcionalidad y diseño de interfaz. De manera que se definió otro conjunto de colores que permitiese hacer mayor contraste para la lectura de las letras del software, se agregaron botones de navegación para la sección de las partes del Filtro Prensa y la sección del Filtro Prensa interactivo, la navegación también contaría con la funcionalidad de *zoom* para que el usuario pudiese observar con mayor detalle en esas secciones.

En esta fase también se creó el glosario de términos, el cual se tomaba en cuenta a la hora de definir el nombre de alguna clase o de alguna entidad dentro del proyecto:

Tabla 3.4.1.2.1 Glosario de términos

<p>Barra removedora: es una barra generalmente de madera que se utiliza para remover el lodo de las lonas.</p> <p>Bomba de lodo: Máquina que sirve para el bombeo de lodo hacia el equipo.</p>
--

Cámaras: Conjunto de placas ubicadas de forma yuxtapuesta a las que entra el lodo bombeado.

Contenedor de lodo seco: Recipiente en el que cae el lodo seco una vez que es removido de las lonas.

Filtro prensa: Máquina electro mecánica que permite el proceso del filtrado de lodo líquido.

Lodo: sustancia compuesta por lodo y un alto porcentaje de agua.

Lodo Seco: también llamado torta, resultado del lodo líquido una vez que se ha sustraído un alto porcentaje de agua del mismo.

Lona: tela filtrante posicionada sobre la placa para filtrar el lodo.

Medidor de Presión: Instrumento para medir la presión ejercida por la prensa a las lonas en PSI.

Panel de control: panel que permite controlar las funcionalidades del Filtro Prensa, tales como la activación/desactivación de la prensa.

Prensa: pieza que presiona las lonas mientras entra el lodo a las lonas.

Proceso de filtrado: Pasos ejecutados en el orden correcto por el Filtro Prensa para separar el agua y del lodo.

Torta: Se le llama torta al lodo al que se le ha sustraído un alto porcentaje de agua con el Filtro Prensa.

Tubería de entrada de lodo: tubería a través de la cual entra el lodo líquido hacia el Filtro Prensa.

Válvula de entrada de lodo: dispositivo que permite el paso del lodo hacia las cámaras del Filtro Prensa.

Válvula de salida de agua: dispositivo que permite la salida del agua filtrada.

3.4.1.3- 3era FASE – IMPLEMENTACIÓN

Para la fase de implementación se generó, a partir de las historias de usuario, un conjunto de tareas concretas las cuales el desarrollador debía implementar de manera progresiva y en un orden definido. Al tener una lista de tareas y asignar un tiempo estimado a cada una de ellas se podía tener una apreciación del tiempo total del desarrollo.

A continuación, las tareas generadas a partir de las historias de usuario:

Tabla 3.4.1.3.1 Tareas que surgieron a partir de las historias de usuario

Historia de usuario	Tareas
Al iniciar el software pueda elegir entre ver los pasos del Filtro Prensa, seleccionar las partes del Filtro Prensa o	1-Desarrollar una pantalla de menú principal en el que estén disponibles 3 botones: el botón de la guía interactiva, el botón de las partes del Filtro Prensa y el

<p>utilizar el Filtro Prensa</p>	<p>botón de “acerca de” .</p> <p>2-Agregar al menú principal una imagen del Filtro Prensa siguiendo el diseño básico del prototipo creado.</p>
<p>Mostrar una explicación escrita del proceso que está ocurriendo al mismo momento que lo voy observando.</p>	<p>1-Conectar el botón de guía interactiva del menú principal con una nueva sección que por ahora esté vacía, esta sección sería la sección de guía interactiva.</p> <p>2-Implementer la interfaz de la sección de la guía interactiva tomando como referencia el diseño creado en el prototipo el cual presenta el título del paso, los botones que va a tener la sección, el recuadro de descripción y agregar una imagen de un Filtro Prensa a modo de imagen temporal en donde debería estar ubicado el modelo en 3d del Filtro Prensa.</p> <p>3-Sustituir la imagen temporal del Filtro Prensa por el modelo en 3d del Filtro Prensa.</p> <p>4-Implementar la ejecución de la animación del paso 1 de la sección de la guía interactiva.</p> <p>5-Implementar la ejecución de la animación de cada uno de los pasos de la guía interactiva comprendidos desde el paso 2 hasta el 6.</p> <p>6-Implementar el movimiento del visor del usuario para el paso 1.</p> <p>7-Implementar el movimiento del visor del usuario para los pasos desde 2 hasta el 6.</p> <p>8-Implementar las indicaciones correspondientes a la ejecución del paso 1 de la guía interactiva.</p> <p>9-Implementar las indicaciones correspondientes a la ejecución de los pasos 2 hasta el 6 de la sección de guía interactiva.</p> <p>10-Implementar la funcionalidad del cuadro descriptivo</p>

	<p>para mostrar el texto explicativo correspondiente al paso 1 de la guía interactiva.</p> <p>11-Implementar la funcionalidad del cuadro descriptivo y del título para mostrar los textos correspondientes para los pasos desde el 2 hasta el 6 de la guía interactiva.</p>
<p>Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa.</p>	<p>1-Implementar una funcionalidad de navegación de rotación que permita rotar el visor para ver el modelo en 3d del Filtro Prensa desde varios ángulos.</p> <p>2-Aplicar la funcionalidad de navegación de rotación a la sección de partes del Filtro Prensa.</p> <p>3-Aplicar la funcionalidad de navegación de rotación a la sección del Filtro Prensa interactivo.</p>
<p>Me gustaría ver una imagen del Filtro Prensa donde pueda elegir una parte del mismo y que me diga una descripción de esa parte que seleccioné.</p>	<p>1-Conectar el botón de partes del Filtro Prensa del menú principal con una nueva sección que por ahora está vacía que será la sección partes del Filtro Prensa.</p> <p>2-Implementar la interfaz de la sección de las partes del Filtro Prensa tomando como referencia el diseño del prototipo en el que se presenta el título de la sección, el recuadro de descripción y agregar una imagen de un Filtro Prensa a modo de imagen temporal en la ubicación del modelo en 3d del filtro prensa.</p> <p>3-Sustituir la imagen temporal del Filtro Prensa por el modelo del Filtro Prensa.</p> <p>4-Implementar el cambio de color del medidor de presión cuando se pase el puntero del ratón por encima del mismo.</p> <p>5-Implementar el cambio de color de cada una de las partes del Filtro Prensa de al momento que el puntero del ratón pase por encima.</p> <p>6-Implementar la interfaz de la ventana de descripción en</p>

	<p>detalle.</p> <p>7-Implementar la ejecución de la ventana de descripción en detalle al momento de hacer clic al medidor de presión del Filtro Prensa.</p> <p>8-Implementar la ejecución de la ventana de descripción en detalle al momento de hacer clic a cada una de las partes del modelo de Filtro Prensa.</p>
<p>Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal.</p>	<p>1-Conectar el botón del Filtro Prensa interactivo del menú principal con una nueva sección que por ahora está vacía que será la sección del Filtro Prensa interactivo.</p> <p>2-Implementar la interfaz de la sección del Filtro Prensa interactivo, la cual lleva una lista de pasos que el usuario va a ejecutar y agregar una imagen de un Filtro Prensa a modo de imagen temporal en la ubicación del futuro modelo en 3d del Filtro Prensa.</p> <p>3-Sustituir la imagen temporal del Filtro Prensa por el modelo en 3d del Filtro Prensa.</p> <p>4-Implementar el cambio de color del panel de control cuando se pase el puntero del ratón por encima del mismo.</p> <p>5-Implementar el cambio de color de cada una de las partes del Filtro Prensa al pasar el puntero del ratón por encima de cada parte.</p>
<p>Me gustaría ver una lista de pasos a ejecutar para completar todo el filtrado.</p>	<p>1-Implementar el manejador de la lista, de manera que muestre un símbolo de visto bueno al paso que ha sido ejecutado correctamente.</p> <p>2-Implementar el mensaje de corrección para los casos en que el usuario interactúe con la parte del equipo que no corresponde con el paso seleccionado.</p>
<p>Me gustaría que al hacer</p>	<p>1-Implementar la funcionalidad de la interacción del</p>

<p>clic en la parte del Filtro Prensa involucrada con el paso correspondiente se pueda ver como ocurre esa parte del proceso.</p>	<p>Filtro Prensa con el interruptor del panel de control de manera que se muestre el movimiento del interruptor al hacer clic con el ratón en el mismo.</p> <p>2-Implementar la funcionalidad de interacción del usuario al hacer clic sobre cada una de las partes del Filtro Prensa.</p>
<p>Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección.</p>	<p>1-Agregar un mensaje de bienvenida a la sección en el que se expliqué al usuario qué va a aprender al momento de iniciar la sección de la guía interactiva.</p> <p>2- Agregar un mensaje de bienvenida a la sección en el que se expliqué al usuario qué va a aprender al momento de iniciar la sección de las partes del Filtro Prensa.</p> <p>3- Agregar un mensaje de bienvenida a la sección en el que se expliqué al usuario qué va a aprender al momento de iniciar la sección del Filtro Prensa interactivo.</p>
<p>Me gustaría poder hacer <i>zoom</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa y en la sección del Filtro Prensa interactivo.</p>	<p>1-Implementar un botón de <i>zoom in</i> que permita al usuario ver a corta distancia el equipo en las secciones de partes del Filtro Prensa y la sección del Filtro Prensa interactivo.</p> <p>2-Implementar un botón de <i>zoom out</i> que permita al usuario ver a mayor distancia el equipo en las secciones de partes del Filtro Prensa y la sección del Filtro Prensa interactivo.</p> <p>3-Implementar un rango de distancias máximas y mínimas para el movimiento del <i>zoom out</i> y <i>zoom in</i> respectivamente.</p>

3.4.2- PRUEBAS

Con el objetivo de determinar si se había completado alguna tarea se generaron las **pruebas de aceptación**, las mismas se generaron en un trabajo en conjunto del desarrollador y la estudiante de química, en las reuniones se hacían las propuestas de los pasos que el usuario debía ejecutar para verificar si cada historia de usuario había sido implementada de forma correcta y cumplía con su funcionalidad o si por el contrario había fallas.

Para el momento de encontrarse fallas, el programador procuraba encontrar el error en el código, en la mayoría de los casos buscando replicar el error, y posteriormente hacía las correcciones.

A continuación, las pruebas de aceptación:

Tabla 3.4.1.3.2 Pruebas de aceptación para cada una de las historias de usuario

Historia de usuario	Prueba de aceptación
Al iniciar el software pueda elegir entre ver los pasos del Filtro Prensa, seleccionar las partes del Filtro Prensa o utilizar el Filtro Prensa	1-Ejecutar el software debe mostrar el menú principal con los siguientes botones: -Botón de la guía interactiva. -Botón de las partes del Filtro Prensa. -Botón del Filtro Prensa interactivo. -Botón de “acerca de”.
Mostrar una explicación escrita del proceso que está ocurriendo al mismo momento que lo voy observando. Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a	1-Hacer clic en el botón de la guía interactiva del menú principal, al entrar en la sección de la guía interactiva debe mostrarse la ventana de bienvenida de la sección la cual explica lo que voy a aprender en esa sección. 2-Hacer clic en el botón que corresponde al tercer paso mientras se está ejecutando el primer paso de la guía interactiva, deberá interrumpirse la ejecución del primer paso para empezar a ejecutarse el tercer paso. Hacer esta

<p>aprender en esa sección.</p>	<p>misma prueba intercalando entre diferentes pasos.</p>
<p>Como usuario me gustaría poder ver desde varios ángulos el Filtro Prensa.</p>	<p>1-En la sección de las partes del Filtro Prensa seleccionar el botón de rotación de la interfaz para rotar la vista y poder observar el Filtro Prensa desde diferentes ángulos.</p> <p>2-En la sección del Filtro Prensa Interactivo seleccionar el botón de rotación de la interfaz para rotar la vista y poder observar el Filtro Prensa desde diferentes ángulos.</p>
<p>Me gustaría ver una imagen del Filtro Prensa donde pueda elegir una parte del mismo y que me diga una descripción de esa parte que seleccioné.</p> <p>Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección.</p>	<p>1- Hacer clic en el botón de las partes del Filtro Prensa, al entrar en la sección de las partes del Filtro Prensa debe mostrarse la ventana de las instrucciones de la sección.</p> <p>2-Al hacer clic con el ratón en cada una de las partes del Filtro Prensa debe mostrarse la ventana explicativa de esa parte en particular. Hacer esta prueba con cada una de las partes (panel de control, lonas, filtros, medidor de presión, válvula de entrada de lodo, bomba de lodo, válvula de salida de aire, válvula de salida de agua).</p> <p>3-Hacer clic en el botón de las partes del Filtro Prensa, deberá mostrarse una ventana de bienvenida que explique en texto lo que el usuario aprenderá en la sección.</p>
<p>Me gustaría poder usar el Filtro Prensa y que me corrija si voy bien o mal.</p> <p>Me gustaría ver una lista de pasos a ejecutar para</p>	<p>1- Hacer clic en el botón del Filtro Prensa interactivo, deberá entrar en la sección del Filtro Prensa interactivo y deberá mostrarse la ventana de bienvenida de la sección.</p> <p>2-Hacer clic con el ratón en el siguiente paso que corresponde ejecutar para hacer el proceso de filtrado, el modelo deberá ejecutar el paso siguiente y deberá mostrarse un visto bueno al paso ejecutado en la lista de</p>

<p>completar todo el filtrado.</p> <p>Me gustaría que al hacer clic en la parte del Filtro Prensa involucrada con el paso correspondiente se pueda ver como ocurre esa parte del proceso.</p> <p>Como usuario me gustaría que al entrar a una sección me indicara qué voy a aprender en esa sección y las teclas que debo apretar para manejar esa sección.</p>	<p>pasos de la sección Filtro Prensa interactivo.</p> <p>3-Hacer clic con el ratón en un paso que no corresponde ejecutar, deberá mostrarse la ventana de corrección indicando al usuario que el paso seleccionado no es el correspondiente.</p> <p>4-Hacer clic en el botón de Filtro Prensa Interactivo del menú principal, al entrar en la sección verificar la lista de pasos que se deben ejecutar para hacer el proceso de filtrado.</p>
<p>Me gustaría poder hacer <i>zoom</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa y en la sección del Filtro Prensa interactivo.</p>	<p>1-Hacer clic repetidas veces en el botón de <i>zoom in</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa, deberá acercarse el visor hacia el equipo hasta alcanzar una distancia de separación mínima para que el usuario pueda ver el equipo en mayor detalle.</p> <p>2-Hacer clic en el botón de <i>zoom out</i> en la sección de las partes del Filtro Prensa, deberá alejarse el visor del equipo hasta una distancia de separación máxima para que el usuario pueda ver el equipo en la totalidad de sus partes.</p> <p>3-Hacer clic repetidas veces en el botón de <i>zoom in</i> en la sección del Filtro Prensa interactivo, deberá acercarse el visor hacia el equipo hasta alcanzar una distancia de separación mínima para que el usuario pueda ver el equipo en mayor detalle.</p> <p>4-Hacer clic en el botón de <i>zoom out</i> en la sección del Filtro Prensa interactivo, deberá alejarse el visor del</p>

	equipo hasta una distancia de separación máxima para que el usuario pueda ver el equipo en la totalidad de sus partes.
--	--

Para realizar pruebas a pequeñas secciones de código se realizaron **pruebas unitarias**, como así lo propone la metodología XP [24], entre el conjunto de *frameworks* disponibles en la red que permiten la realización de pruebas unitarias se encuentra el *framework* denominado “NUnit” el cual es de código libre y es portado del *framework* “JUnit” para lenguajes .Net [15].

Para la utilización del *framework* “NUnit” se utilizó una herramienta denominada “Editor Test Runner” la cual es una implementación de “NUnit”[25] con la que cuenta el motor de gráficos “Unity3d”.

Para ejecutar las pruebas unitarias, se codificaron las mismas en scripts los cuales se ubicaron dentro de una carpeta llamada Editor del proyecto como se observa en la figura 10 y en el código del script se importó el *namespace* NUnit.Framework, de esta manera el motor gráfico Unity3d reconoce este script como una prueba unitaria y lo agrega en la ventana de Editor Test Runner junto con todas las pruebas unitarias que existan en el proyecto como se observa en la figura 11.

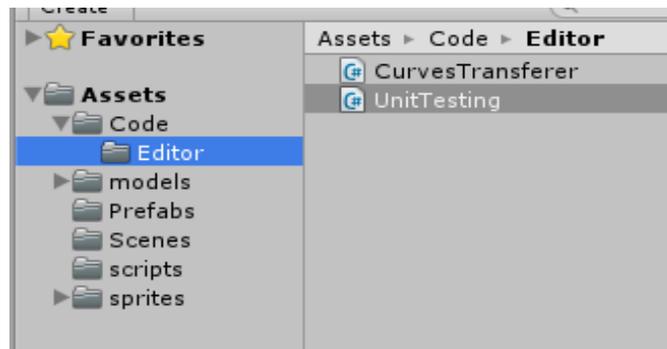


Figura 10 Script de pruebas unitarias del proyecto

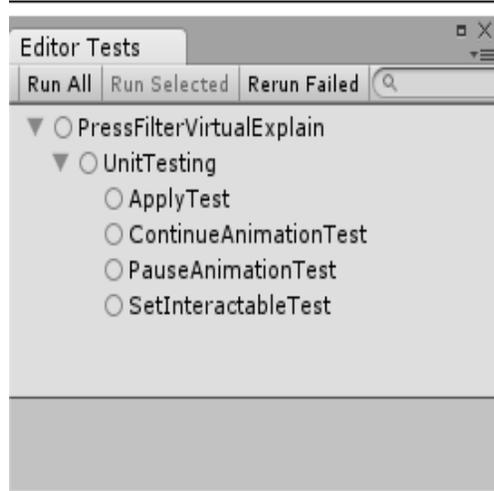


Figura 11 Editor Test Runner

A continuación, algunas de las pruebas unitarias que se implementaron en el proyecto:

Tabla 3.4.2.1 Prueba Unitaria al método *PauseAnimation*

Clase: AnimationHandler

Método: PauseAnimation

Descripción del método: Asigna 0f a la propiedad *speed* del componente *Animator* del *GameObject* portador del script para de esa manera pausar la ejecución de cualquier animación que se esté reproduciendo.

```

1  public void PauseAnimation()
2  {
3      GetComponent<Animator>().speed = 0f;
4  }
5
6  [Test]
7  public void PauseAnimationTest()
8  {
9      //we want check if the method PauseAnimation
10     //from the class AnimationHandler is working right
11
12     //Arrange
13     GameObject go = new GameObject();
14     go.AddComponent<Animator>();
15     go.AddComponent<AnimationHandler>();
16
17     //adding an arbitrary value to the speed value of the animator component
18     go.GetComponent<Animator>().speed = 0.5f;
19
20     //try the method,
21     go.GetComponent<AnimationHandler>().PauseAnimation();
22
23     //Assert
24     //If the PauseAnimation method is correct the speed value should be equal to 0
25     Assert.AreEqual(go.GetComponent<Animator>().speed, 0f);
26 }
27

```

Líneas 1 – 3: Definición del método al cual le aplicamos la prueba unitaria.

Líneas 13 – 15: Definición de objetos y componentes que se necesitan.

Líneas 18: Asignación de un valor arbitrario a la propiedad *speed* del componente *Animator*.

Líneas 21: Llamada al método *PauseAnimation*.

Líneas 25: Verificación si la propiedad *speed* modificada por el método *PauseAnimation* tiene el valor esperado que es 0f.

Resultado de la prueba:

La prueba unitaria pasó satisfactoriamente.

Tabla 3.4.2.2 Prueba Unitaria al método *ContinueAnimation*

Clase: AnimationHandler

Método: ContinueAnimation

Descripción del método: Asigna 1f a la propiedad *speed* del componente *Animator* del *GameObject* portador del script para de esa manera reanudar la ejecución de la animación.

```

1  public void ContinueAnimation()
2  {
3      GetComponent<Animator>().speed = 1f;
4  }
5
6  [Test]
7  public void ContinueAnimationTest()
8  {
9      //we want check if the method PauseAnimation
10     //from the class AnimationHandler is working right
11
12     //Arrange
13     GameObject go = new GameObject();
14     go.AddComponent<Animator>();
15     go.AddComponent<AnimationHandler>();
16
17     //adding an arbitrary value to the speed value of the animator component
18     go.GetComponent<Animator>().speed = 0.5f;
19
20     //try the method,
21     go.GetComponent<AnimationHandler>().ContinueAnimation();
22
23     //Assert
24     //If the PauseAnimation method is correct the speed value should be equal to 1
25     Assert.AreEqual(go.GetComponent<Animator>().speed, 1f);
26 }

```

Líneas 1 – 3: Definición del método al cual le aplicamos la prueba unitaria.

Líneas 13 – 15: Definición de objetos y componentes que se necesitan.

Líneas 18: Asignación de un valor arbitrario a la propiedad *speed* del componente *Animator*.

Líneas 21: Llamada al método *ContinueAnimation*.

Líneas 25: Verificación si la propiedad *speed* modificada por el método *ContinueAnimation* tiene el valor esperado que es 1f.

Resultado de la prueba:

La prueba unitaria pasó satisfactoriamente.

Tabla 3.4.2.3 Prueba Unitaria al método *SetAlpha*

Clase: GraphicFader

Método: SetAlpha

Descripción del método: Asigna el valor alpha a una imagen, tanto el nuevo valor del alfa como la imagen a la que se va a aplicar el alfa se pasan por parámetro.

```

1  public void SetAlpha(float a, Image img){
2      Color c;
3      c = img.GetComponent<Image>().color;
4      c.a = a;
5      img.GetComponent<Image>().color = c;
6  }
7
8
9  [Test]
10 public void SetAlphaTest()
11 {
12     //we want check if the method SetAlpha from the class GraphicFader is working right
13
14     //Arrange
15     GameObject go = new GameObject();
16     go.AddComponent<GraphicFader> ();
17     go.AddComponent<Image> ();
18
19     float desiredAlpha = 1f;
20
21     //adding arbitrary value to the color of the image
22     go.GetComponent<Image> ().color = new Color (1f,1f,1f,0.5f);
23
24     //try the method,
25     go.GetComponent<GraphicFader> ().SetAlpha(
26         desiredAlpha,go.GetComponent<Image> ());
27
28     //Assert
29     //If the desiredAlpha is equal to the current
30     //alpha value of the desired image then it is right
31     Assert.AreEqual( desiredAlpha, go.GetComponent<Image> ().color.a);
32 }
33

```

Líneas 1 – 3: Definición del método al cual le aplicamos la prueba unitaria.

Líneas 15 – 17: Definición de objetos y componentes que se necesitan.

Líneas 19: Asignación de un valor arbitrario al color y al valor *alpha* de la imagen.

Líneas 25: Llamada al método *SetAlpha*.

Líneas 31: Se verifica si el valor *alpha* de la imagen es el valor esperado.

Resultado de la prueba:

La prueba unitaria pasó satisfactoriamente.

Tabla 3.4.2.4 Prueba Unitaria al método *SetInteractable*

Clase: InteractableButtonTurner

Método: SetInteractable

Descripción del método: Asigna un booleano que se pasa por parámetro a la propiedad *interactable* de cada botón dentro de un arreglo de botones.

```

1  public void SetInteractable(bool interactableBool){
2      for(int i = 0; i < buttons.Length; i++){
3          buttons[i].interactable = interactableBool;
4      }
5  }
6
7
8  [Test]
9  public void SetInteractableTest()
10 {
11     //we want check if the method SetInteractable from the class InteractableButtonTurner is working
12
13     //Arrange
14     GameObject go = new GameObject();
15     go.AddComponent<InteractableButtonTurner> ();
16
17     GameObject goButtonA = new GameObject ();
18     GameObject goButtonB = new GameObject ();
19     GameObject goButtonC = new GameObject ();
20     GameObject goButtonD = new GameObject ();
21
22     goButtonA.AddComponent<Button>();
23     goButtonB.AddComponent<Button>();
24     goButtonC.AddComponent<Button>();
25     goButtonD.AddComponent<Button>();
26
27
28     //adding arbitrary values to the interactable property of every button
29     goButtonA.GetComponent<Button>().interactable = false;
30     goButtonB.GetComponent<Button>().interactable = false;
31     goButtonC.GetComponent<Button>().interactable = false;
32     goButtonD.GetComponent<Button>().interactable = false;
33
34     Button[] btns = new Button[]{ goButtonA.GetComponent<Button>(),
35     goButtonB.GetComponent<Button>(),
36     goButtonC.GetComponent<Button>(),
37     goButtonD.GetComponent<Button>() };
38
39
40     go.GetComponent<InteractableButtonTurner>().buttons = btns;
41
42     //try the method
43     go.GetComponent<InteractableButtonTurner> ().SetInteractable (true);
44
45
46     //Assert
47     //If all the interactables properties of every button are true then we can see the method is ri
48     bool isButtonATrue = go.GetComponent<InteractableButtonTurner>()
49     .buttons[0].interactable;
50     bool isButtonBTrue = go.GetComponent<InteractableButtonTurner>()
51     .buttons[1].interactable;
52     bool isButtonCTrue = go.GetComponent<InteractableButtonTurner>()
53     .buttons[2].interactable;
54     bool isButtonDTrue = go.GetComponent<InteractableButtonTurner>()
55     .buttons[3].interactable;
56
57     Assert.That((isButtonATrue && isButtonBTrue && isButtonCTrue && isButtonDTrue) == true);
58
59 }
60

```

49

Líneas 1 – 5: Definición del método al cual le aplicamos la prueba unitaria.

Líneas 14 – 25: Definición de objetos y componentes que se necesitan.

Líneas 29 – 40: Asignación de un valor arbitrario a la propiedad *interactable* de cada uno de los

3.4.3- INTERFAZ Y PATRONES DE INTERACCIÓN

Para solución a problemas recurrentes en el diseño del software se han creado los patrones de diseño [26]. En el diseño de las distintas secciones del software se surgió un conjunto de problemas a los cuales se les solucionó mediante la implementación de patrones de diseño.

Entre los problemas de diseño encontraron los siguientes:

Mucha información debía ser suministrada al usuario, el espacio en pantalla era bastante reducido para aportar la información acerca de lo que aprendería el usuario una vez entrara en la sección de la guía interactiva, partes del Filtro Prensa y el Filtro Prensa interactivo, para solucionar este problema se recurrió a un patrón de interacción que permitiera reducir la carga cognitiva del usuario mediante el uso de ventanas modales. De esta forma se pudo brindar la información necesaria al entrar en cada sección del software.

A continuación, la tabla 3.4.3.1 que contiene el patrón de interacción de la sección guía interactiva que permite la reducción de la carga cognitiva acerca de la información que debía ser proporcionada al usuario una vez entrara a la sección.

Tabla 3.4.3.1 Patrón de interacción para reducir la carga cognitiva en la sección de la guía interactiva

Nombre	Despliegue visual del mensaje informativo
Problema	El usuario al entrar a la sección de la guía interactiva no sabe realmente qué es lo que va a aprender en esa sección
Principio de usabilidad	Reducción de la carga cognitiva
Contexto	Es necesario proporcionar la información acerca de la sección de la guía interactiva y el espacio en pantalla es reducido
Fuerza	El usuario necesita ser informado acerca de lo que va a aprender en la sección de la guía interactiva

Solución	 <p data-bbox="500 625 1435 688">Proporcionar la información acerca de lo que va a aprender el usuario en esa sección a través de una ventana modal.</p>
Consecuencia	Conciencia del usuario acerca de lo que va a aprender en la sección de la guía interactiva.

La ubicación de los elementos de la interfaz debía ser consistente, para facilitar la navegación al usuario cada uno de los elementos comunes de las distintas secciones debía también tener ubicaciones comunes, se puede apreciar en la figura 12 la ubicación del consistente del botón de menú principal para las secciones guía interactiva, partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo. Así mismo la ubicación del mensaje de bienvenida a las secciones guía interactiva, partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo tiene una ubicación constante como se observa en la figura 13. La ubicación de los cuadros explicativos en las secciones guía interactiva y Filtro Prensa interactivo tienen una constante ubicación como se aprecia en la figura 14.

También características de los elementos de la interfaz tales como colores de los botones, tamaños de fuentes, tipos de fuentes, colores de fuentes, y demás elementos fueron diseñados de manera consistente.

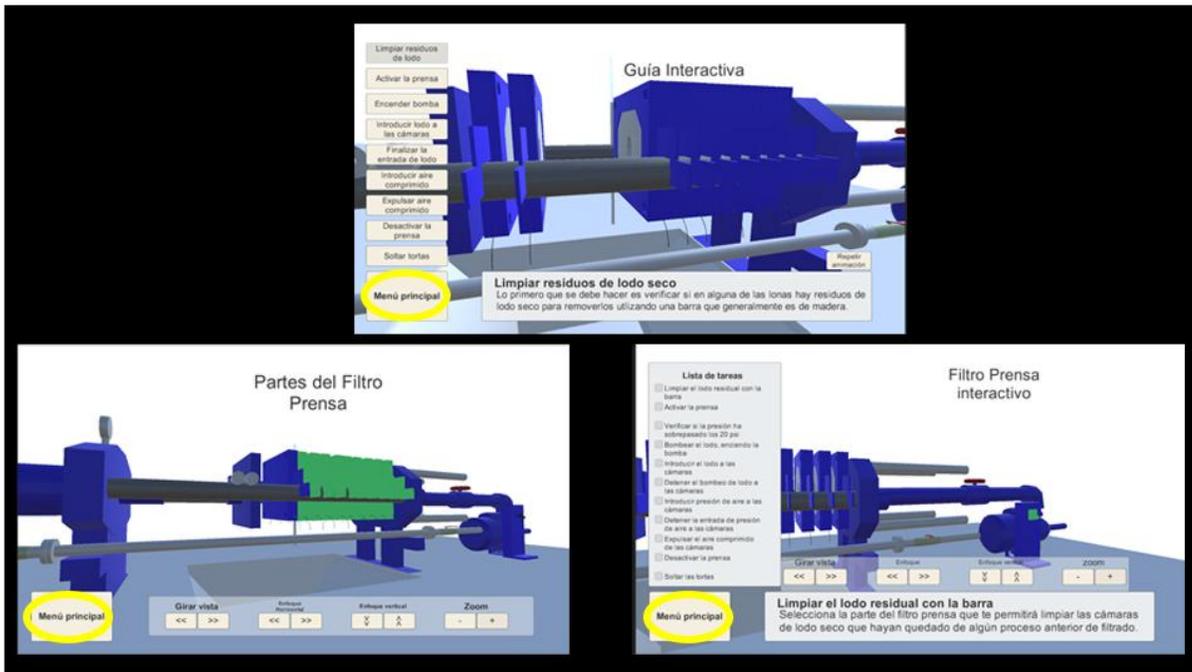


Figura 12 Ubicación del botón de Menú Principal para cada sección

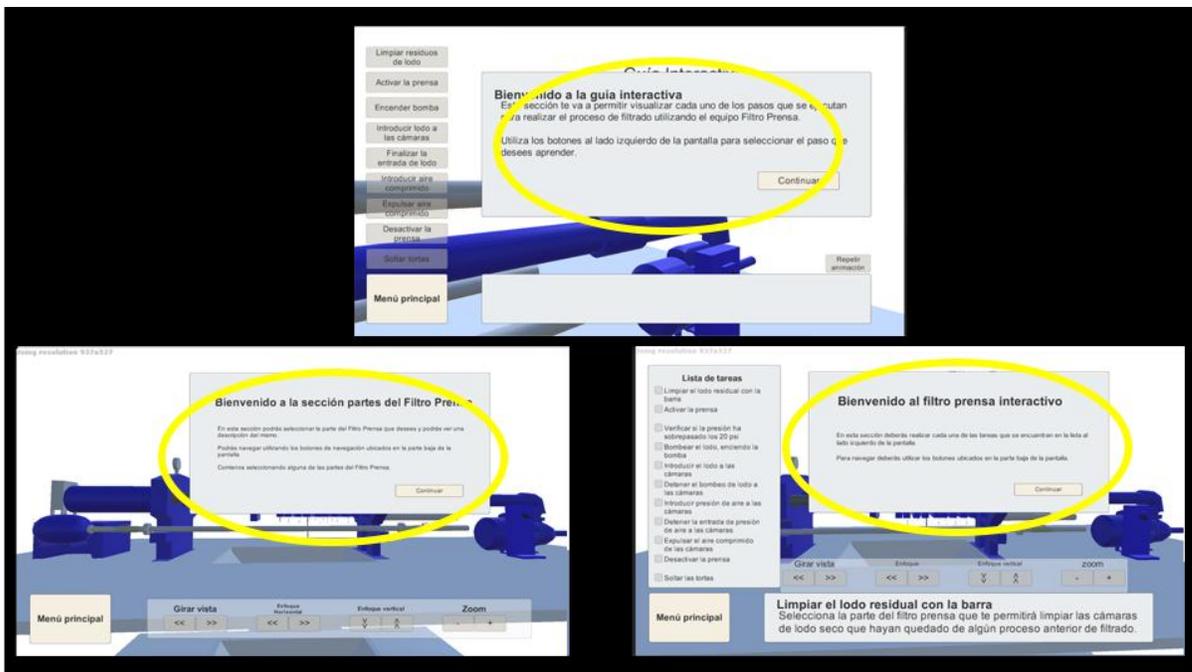


Figura 13 Ubicación del mensaje de bienvenida de cada sección

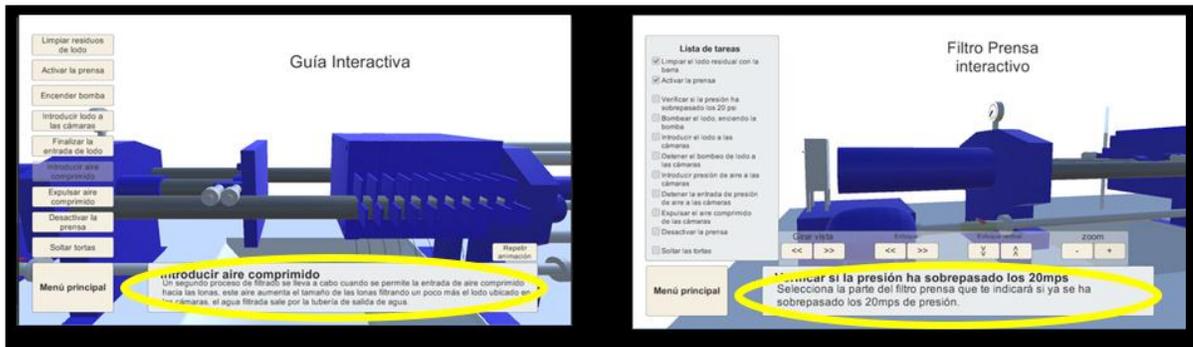


Figura 14 Ubicación del cuadro descriptivo

3.4.4- SECCIONES DEL SOFTWARE

Como ya se explicó, durante la fase de diseño del software y mediante el uso del prototipo se definió el conjunto de secciones con las que contaría el software, sin embargo, a lo largo del desarrollo surgieron algunos cambios. Se implementó la sección de guía interactiva, la sección de partes del Filtro Prensa y la sección del Filtro Prensa interactivo, a estas secciones se le suma la sección de menú principal y se le agregó una sección denominada “acerca de” en la cual se proporciona información de autoría y especificaciones del software.

3.4.4.1-Escenas del proyecto

El motor de gráficos Unity3d ofrece la posibilidad de separar el proyecto en distintas escenas[27], como se observa en la figura 15 se crearon las escenas denominadas *About*, *InteractiveGuide*, *MainMenu*, *PartsPressFilter* y *PressFilterInteractive*. Donde la sección escena *About* corresponde con la sección Acerca de, la escena *MainMenu* corresponde con la sección menú principal, la escena *InteractiveGuide* corresponde con la sección guía interactiva, la escena *PartsPressFilter* corresponde con la sección partes del Filtro Prensa y la escena *PressFilterInteractive* corresponde con la sección Filtro Prensa Interactivo.



Figura 15 Escenas del proyecto

El orden de ejecución del software es la a partir del menú principal y desde el menú principal se puede acceder a las otras secciones como se observa en la figura 16

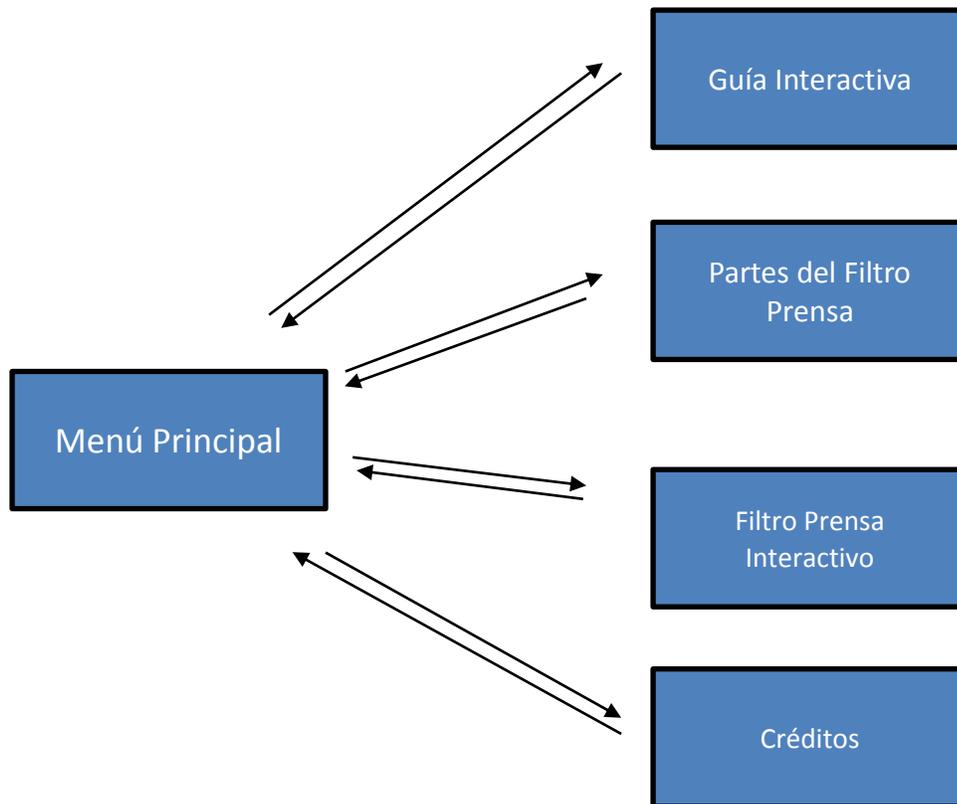


Figura 16 Secciones del software y navegación entre secciones

CAPÍTULO IV

Resultados

En este capítulo se describen los resultados obtenidos al aplicar el modelo instruccional ADDIE y la adaptación a la metodología XP. Como resultado se obtuvo un software educativo compuesto por una sección de menú principal, una sección informativa al usuario con respecto a la autoría del software denominada “acerca de” y las tres secciones principales en las que el usuario aprende acerca del equipo Filtro Prensa (guía interactiva, partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo). El software es una aplicación ejecutable compatible con sistemas operativos Windows, desde versiones Windows 7 en adelante.

Las características de la máquina en la que se probó el software son las siguientes:

Procesador: AMD Athlon(tm) II X4 640 Processor 3.00GHz

Memoria Ram: 4GB

Sistema operativo: Windows 10 de 64 bits

A continuación, una explicación de cada una de las secciones:

1-Menú principal: Esta sección como se observa en la figura 17, permite al usuario acceder a las secciones en las que puede aprender acerca del Filtro Prensa a través de los botones Guía interactiva, Partes del Filtro Prensa y Filtro Prensa interactivo, el usuario también puede acceder a la sección de acerca de mediante el botón con el mismo nombre y por último podrá cerrar el software mediante el botón de Salir.

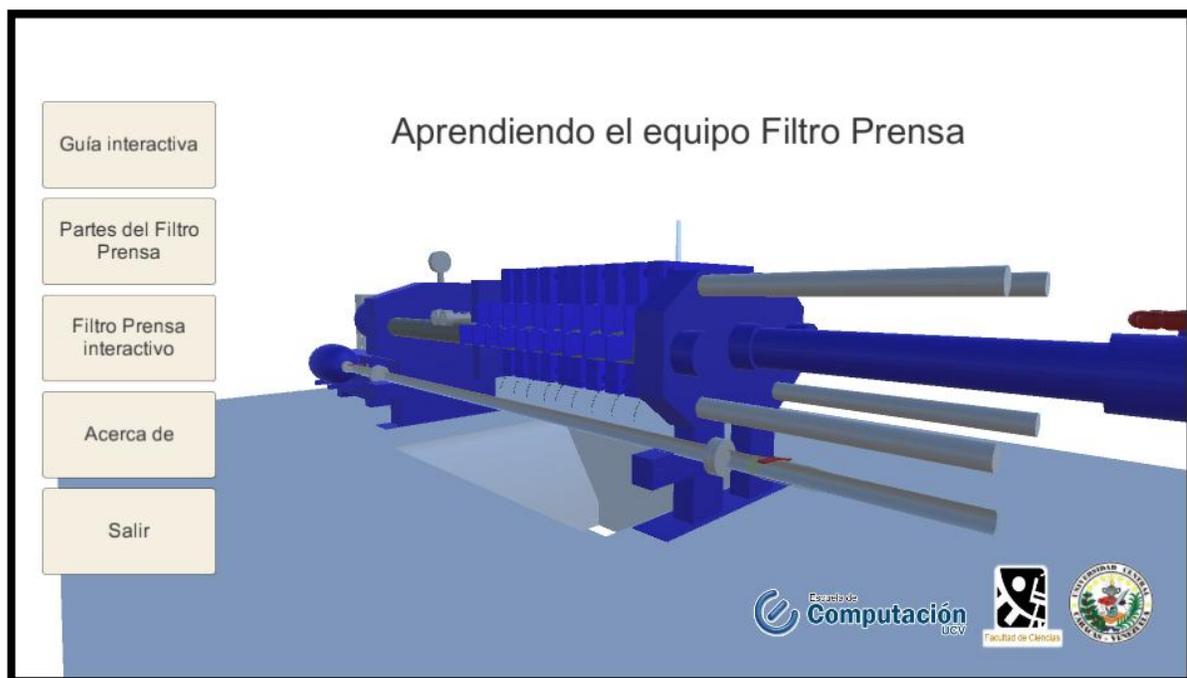


Figura 17 Vista Menú principal del software

2-Guía Interactiva: Esta sección permite observar todo el proceso de filtrado, cuenta con un panel de lado izquierdo de la pantalla el cual permite al usuario seleccionar algún paso específico del proceso de filtrado que desee observar mientras que del lado derecho de la pantalla el usuario podrá observar la ejecución del paso seleccionado con las animaciones del modelo Filtro Prensa, la parte inferior de la pantalla se encuentra un recuadro en el cual se va a describir el paso seleccionado durante su ejecución, además para repetir la ejecución de un paso el usuario puede presionar el botón de repetir animación. Para salir de esta sección el usuario puede hacer clic en el botón de salida. Observar figura 18

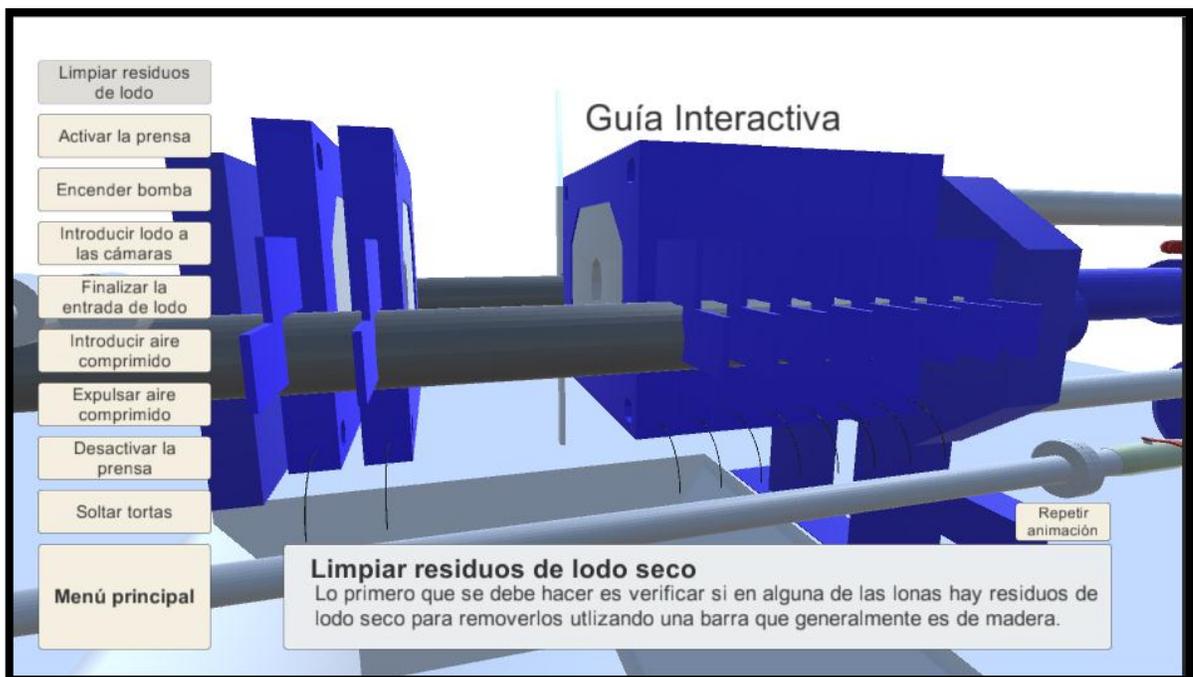


Figura 18 Vista guía interactiva. Ejecución Paso1 del proceso de filtrado

3-Mensaje de bienvenida a la guía interactiva: Al entrar en la sección de la guía interactiva se proporciona al usuario un mensaje de bienvenida que le informa acerca de qué va a aprender en esta sección como se observa en la figura 19.

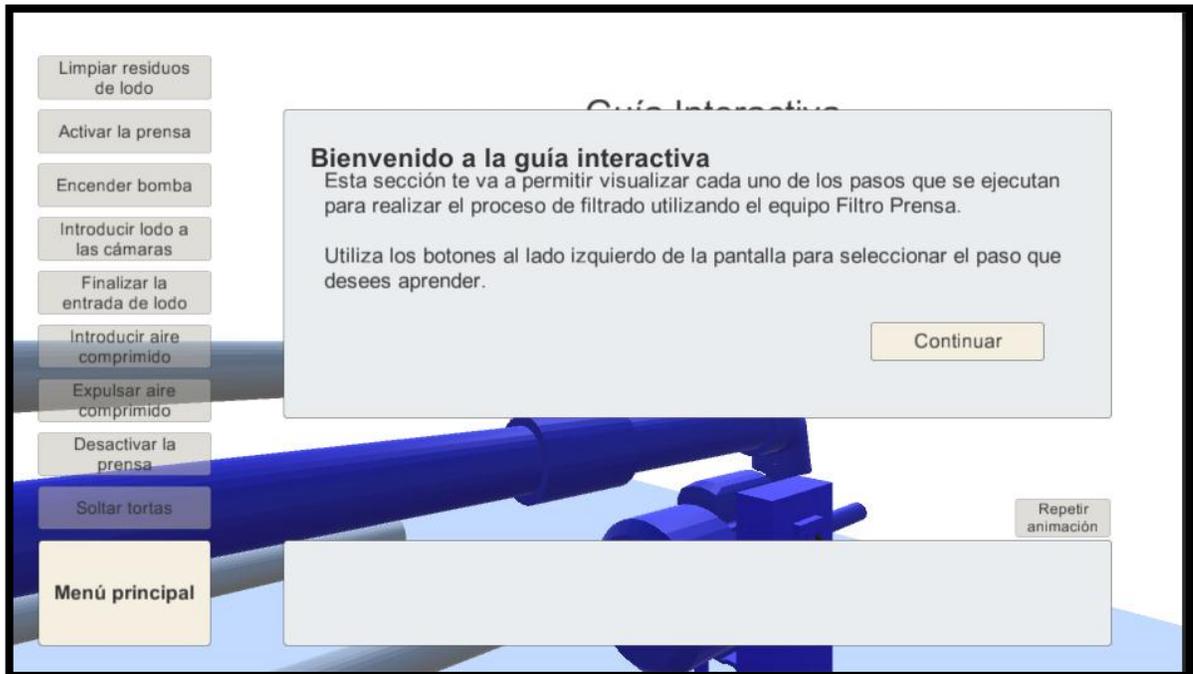


Figura 19 Vista guía Interactiva. Mensaje de bienvenida de la sección

4-Partes del Filtro Prensa: En esta sección el usuario aprenderá las partes del Filtro Prensa, esta sección permite una navegación mediante el uso de unos botones de navegación ubicados en un panel como se observa en la figura 20.

El usuario al pasar el puntero del ratón por encima de las partes del equipo Filtro Prensa que puedan ser seleccionadas tendrán un cambio de color como se observa en la figura 20 de esta manera el usuario podrá comprender que puede seleccionar esa parte del equipo.

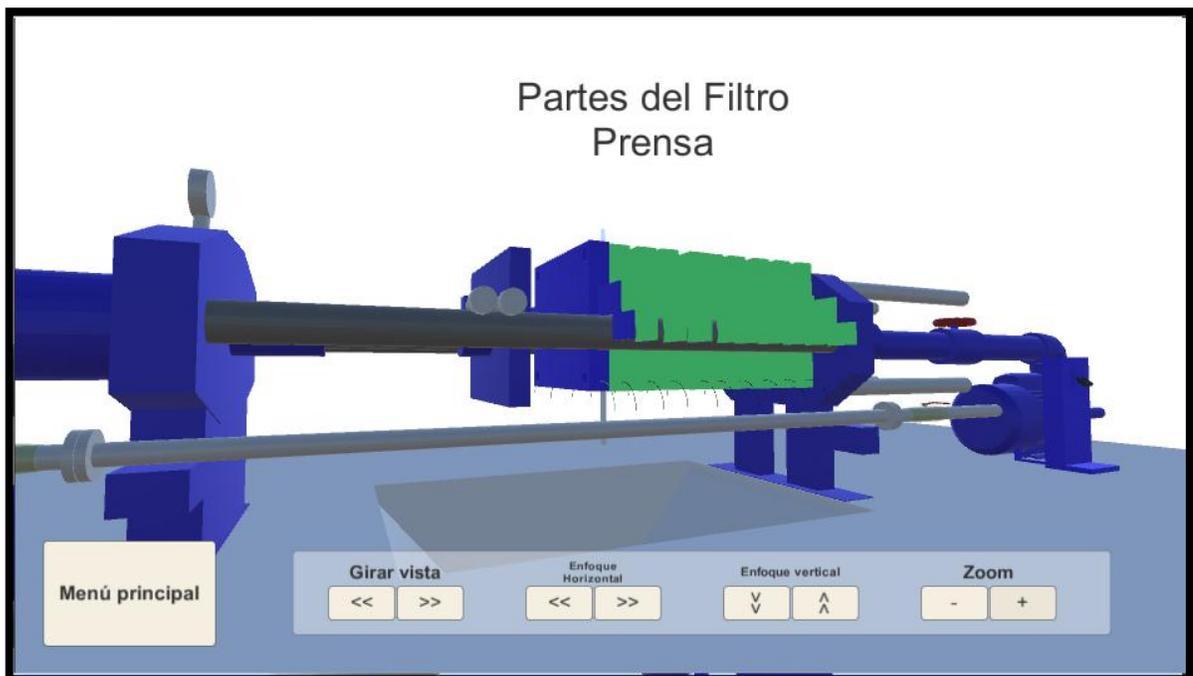


Figura 20 Vista partes del Filtro Prensa. Puntero del ratón encima de las placas

6-Mensaje de bienvenida a la sección Partes del Filtro Prensa: Al momento de entrar a la sección, se muestra un mensaje que proporciona información acerca de qué va a aprender en dicha sección como se observa en la figura 21.



Figura 21 Vista Partes del Filtro Prensa. Mensaje de bienvenida a la sección

7-Explicación escrita de la parte de equipo seleccionada en la sección partes del Filtro Prensa: Al momento en que el usuario selecciona alguna de las partes del equipo Filtro Prensa se le presentará un mensaje el cual está compuesto por el nombre de la parte seleccionada, una imagen y un texto explicativo de la parte seleccionada como se observa en la figura 22.

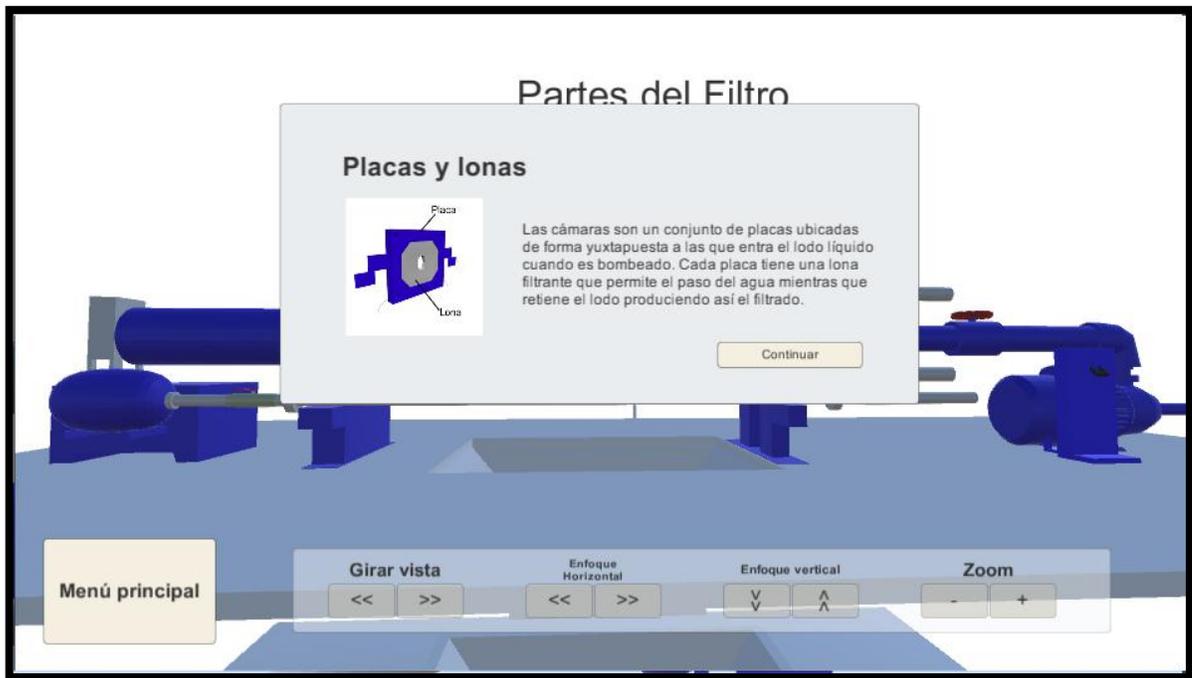


Figura 22 Vista Partes del Filtro Prensa. Descripción de las placas y las lonas

8-Filtro Prensa Interactivo: Esta sección permite al usuario interactuar con el Filtro Prensa mediante la selección de distintas partes del equipo tales como el interruptor de panel de control, la barra removedora de lodo, la válvula de entrada de lodo, entre otros. Cada parte que pueda ser seleccionada cambiará de color al momento en que el usuario al posiciona el ratón encima de la misma, como se puede observar en la figura 23 para el caso del interruptor de la bomba.

Del lado izquierdo de la pantalla el usuario cuenta con el conjunto de pasos ordenados para lograr el proceso de filtrado, dicha lista se actualizará mostrando una marca de visto bueno al momento en que un paso haya sido ejecutado. Para que un paso sea ejecutado el usuario deberá seleccionar la parte correspondiente del Filtro Prensa.

Además, esta sección cuenta con los botones de navegación con los que usuario podrá navegar para observar el Filtro Prensa desde diferentes ángulos y a distintas distancias.

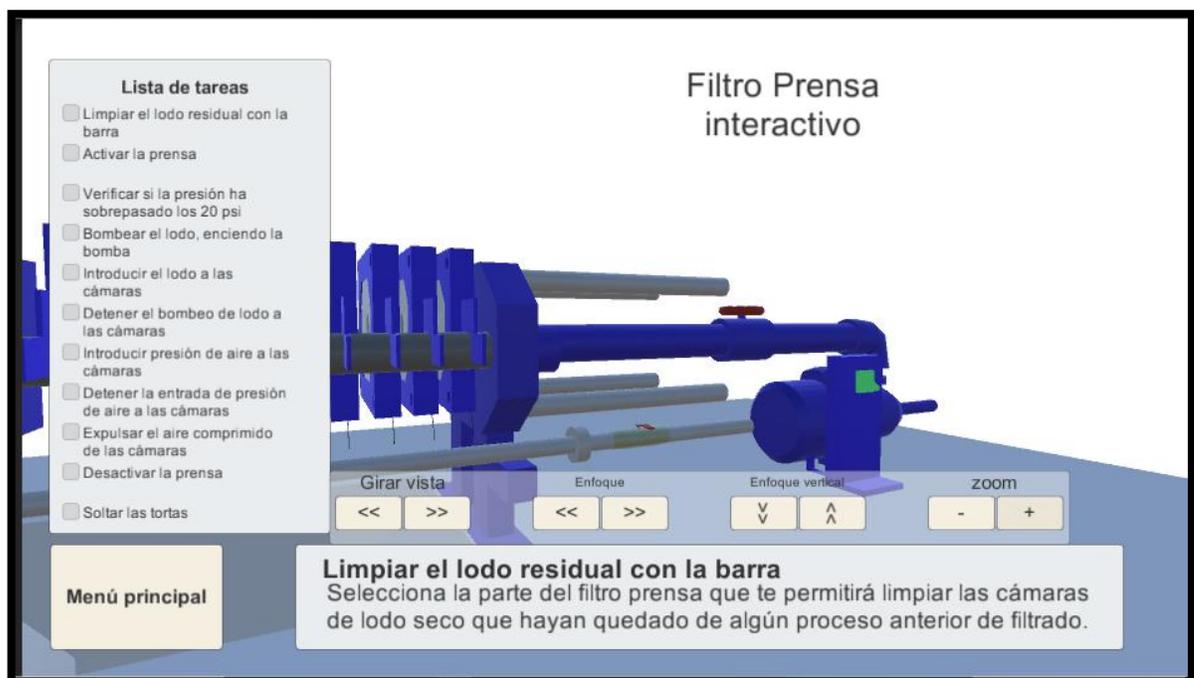


Figura 23 Vista Filtro Prensa Interactivo. Puntero ratón encima del interruptor

9-Mensaje correctivo al usuario: La sección del Filtro Prensa interactivo informa al usuario que ha cometido un error cuando el mismo selecciona alguna de las partes del equipo que no corresponde al orden correcto que se muestra en la lista de tareas. Como se observa en la figura 24 está desplegado el mensaje que le expresa al usuario la parte correcta de una manera sutil.

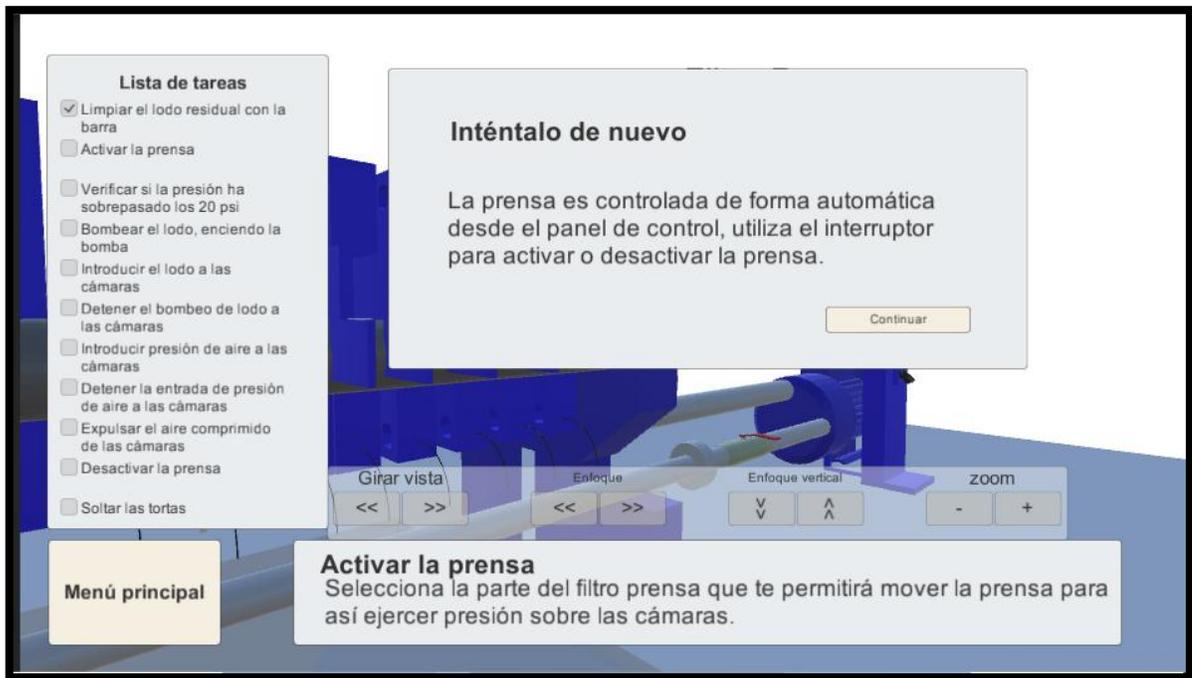


Figura 24 Vista Filtro Prensa Interactivo. Mensaje correctivo

12-Mensaje de bienvenida de la sección del Filtro prensa interactivo: Al entrar en la sección del Filtro Prensa interactivo se mostrará un mensaje que explica lo que va a aprender en dicha sección, como se observa en la figura 25.



Figura 25 Vista Filtro Prensa Interactivo. Mensaje de bienvenida

CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrolló un software educativo que podrá servir de apoyo, principalmente a los estudiantes de la Licenciatura en Química, pero en general a cualquier persona que tenga conocimientos básicos de instrumentos y procesos químicos, para el aprendizaje del funcionamiento del equipo Filtro Prensa, pudiendo conocer sus partes, conocer los procesos que lleva a cabo e interactuar con él de manera virtual para realizar dichos procesos.

De todo el proceso de desarrollo se deriva un valioso aprendizaje, el cual nos deja una importante experiencia, de la cual se derivan un conjunto de puntos que detallaremos a continuación:

El equipo Filtro Prensa es utilizado en muchas industrias que llevan a cabo procesos de filtrado, con el fin de separar líquidos de sólidos. Dicho equipo requiere que se realicen un conjunto de pasos para su correcto funcionamiento, los cuales deben ser perfectamente conocidos por las personas que van a operarlo, con el fin de evitar desperfectos en el equipo, que vale mencionar es muy costoso.

Para el proceso de desarrollo del software se utilizó una adaptación de la metodología XP. Esta adaptación consistió básicamente en trabajar con un solo desarrollador, cuando la metodología dicta que se debe trabajar en parejas, esto se debió al hecho de que sólo se contaba con un desarrollador en el equipo. Otra adaptación fue la incorporación de prototipos a lo largo del proceso de desarrollo, los prototipos fueron de gran ayuda para la comunicación entre el desarrollador y el usuario, ya que permitía ver en claro el conjunto de ideas que se habían discutido previamente y realizar modificaciones que ahorraron tiempo de implementación.

Para determinar los requerimientos del software se contó con una experta en el dominio, una estudiante de la Licenciatura en Química, hoy profesional egresada y que trabaja con un equipo Filtro Prensa en una industria nacional. Esto permitió conocer de cerca las carencias en cuanto a la formación de los estudiantes de química en cuanto a la utilización de este equipo y a su vez poder determinar los elementos que debían simularse en el software, obteniendo de allí las historias de usuario y las fases de análisis y diseño del modelo ADDIE para el diseño instruccional del software.

Dado de que la metodología XP dicta que el usuario debe participar durante todo el proceso de desarrollo, en la práctica no fue tan sencillo y en ciertos puntos fue necesario hacer ciertas reuniones con el uso de la tecnología actual (correos electrónicos, videollamadas, etc) para mantener al cliente al tanto del progreso. Lo importante es que durante el desarrollo el usuario tenga una participación activa y que no se aleje del

desarrollo al punto de que se realicen muchos cambios sin su consentimiento, o cambios que se alejen de lo que el cliente creía que sería el resultado. Sin embargo esta actividad fue lograda y se obtuvo un software que satisface al usuario.

En el momento de desarrollo el hecho de que las funcionalidades habían sido definidas de manera clara y precisa permitieron al programador enfocarse y no invertir tiempo en aspectos que no debían implementarse, bien sea porque esas funcionalidades no serían realmente implementadas en el software o quizás porque se implementarían más adelante. Esto permitió un uso eficiente del tiempo y energía del programador. Además, el tener una lista de tareas permitió la gestión de las mismas, ordenándolas en función a prioridades y asignándoles un tiempo de implementación. Esto también permitió hacer seguimiento entre el número de tareas realizadas y el número de tareas restantes para así medir la velocidad del progreso del desarrollo.

Para verificar si una tarea había sido completada se utilizaron las pruebas de aceptación, que si bien pueden ser muy subjetivas, permiten conocer el nivel de satisfacción de los usuarios con el software. Para el presente desarrollo las pruebas fueron diseñadas en forma conjunta entre el programador y el usuario tratando de no dejar funcionalidades sin probar.

De los cambios que surgen en los procesos de desarrollo, es importante decir que al momento de empezar hay que considerar varios aspectos, algunos de ellos técnicos, como la arquitectura del software, motores, lenguajes, librerías, servidores, etc. y otros aspectos de los recursos con los que se cuenta tales como: experiencia del equipo de desarrollo, cantidad de personas participantes, tiempo de desarrollo, entre otros. Para la implementación de este software se contó con un equipo bastante pequeño, donde el programador no contaba con mucha experiencia desarrollando este tipo de software y que además la experiencia con el motor gráfico **Unity3d** tampoco era mucha. Como en la mayoría de los procesos de desarrollo de software, en este caso también surgieron muchos cambios a lo largo del desarrollo, muchos de ellos por parte del usuario que inicialmente no contaba con una idea clara de lo que quería en el software, pero también elementos que surgieron debido al nivel de experiencia del programador con el software, como se explicó en el párrafo anterior. Sin embargo, estos cambios no fueron de impacto negativo, en parte debido a la metodología ágil utilizada para el desarrollo.

Se considera que la adaptación de la metodología XP a las particularidades de este proyecto ha sido acertada ya que permitió un dinamismo ante los cambios que surgían sin tener un gran impacto negativo en el proceso de desarrollo.

RECOMENDACIONES

El software desarrollado a juicio de la experta en el dominio cumple con el objetivo propuesto desde sus inicios, sin embargo, se podrían incorporar algunas formas de evaluación al usuario, tales como pruebas interactivas, cuestionarios y otros recursos que permitan evaluar los conocimientos del usuario una vez que haya terminado de utilizar el software, capturando la data que sirva como fundamento para ver el impacto positivo que podría tener el software en los estudiantes.

Una mejora en la experiencia del usuario podría ser la incorporación de sonidos, efectos de sonidos al momento de la reproducción de las animaciones y una voz que pueda explicar de forma narrativa los textos descriptivos del software.

El software abarca el aprendizaje del proceso de filtrado utilizando el Filtro Prensa, sin embargo, en la asignatura del laboratorio de química de la facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela estudian otros equipos y/o otros procesos importantes, los cuales podrían agregarse al software tales como las bombas de agua, sistema de filtrado gauche, cromatografía de líquidos (hplc), buscando tener a futuro un software de aprendizaje de laboratorio que sería de mucho beneficio para los estudiantes de la carrera de Química de la facultad de Ciencias.

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez Javier. (2008) *Software Educativo como medio instruccional para el aprendizaje de la asignatura Estadística en la especialidad de Información y Documentación* (Tesis de Maestría). Instituto Universitario Experimental de Tecnología Andrés Eloy Blanco. Venezuela.
- [2] Villanueva Y., Ramos E., Suarez E. (2007). *Filtros Industriales. Curso de Balance de materia y energía*. Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Callao. Recuperado de <http://galeon.com/jackzavaleta/balw10.pdf>
- [3] Salazar G. (2010). Procesos de Separación: Un enfoque integrado. *Revista Ingeniería Primero*. No. 15. pp 70-83.
- [4] Lenntech BV. *Filtro prensa para el tratamiento de lodos*. Recuperado de <http://www.lenntech.es/filtro-de-prensa-para-lodos.htm>
- [5] QuimiNet. (2008). *El funcionamiento del filtro prensa*. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/el-funcionamiento-del-filtro-prensa-23843.htm>
- [6] QuimiNet. (2011). *Ventajas y desventajas del filtro prensa*. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-desventajas-de-los-filtros-prensa-54856.htm>
- [7] Centro Virtual Cervantes. *Aprendizaje por descubrimiento*
Recuperado de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/aprendizajedescribimie nto.htm
- [8] Barrón Ruiz, A. (1991). *Aprendizaje por Descubrimiento: Principios y Aplicaciones Inadecuadas*. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v11n1p3.pdf>
- [9] Azarang M., Garcia E. Mc. Graw Hill. *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. Cap3 Simulación. Recuperado de <http://www.unamerida.com/archivospdf/337%20Lectura6.3.1.pdf>
- [10] Andreu A, García M, Mollar M. (2005). *La Simulación y juego en la enseñanza-aprendizaje de lengua extranjera*. Recuperado de <http://www.upv.es/diaal/publicaciones/andreu3.pdf>
- [11] Sepulveda J. *Sistema de Simulación basado en realidad virtual de tornos mecánicos utilizados en metalmeccanica*. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-74628_archivo.pdf
- [12] Ferrari, V., (1999) *Juegos, Simulaciones y Simulación*. *Revista para profesores de Educación básica México DF*. Año 4 número 43.
- [13] Navas, L., (2005) *Juegos recreativos en Educación Física*. Ponencia presentada en el encuentro de Simulaciones Juegos Instruccionales UPEL-IPC

[14] Ruth S.(2011). *Videojuegos como un entorno de aprendizaje El caso de “Monturiol el Joc”*. Revista Icono 14, año 9, Vol 2, pp 249-261. Madrid- España
Recuperado de <http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/35/45>

[15] *NUnit Documentation Wiki*. Recuperado de <https://github.com/nunit/docs/wiki>

[16] Mariana Schkolnik, Consuelo Araos, Felipe Machado.(2005). *Certificación por competencias como parte del sistema de protección social: la experiencia de países desarrollados y lineamientos para América Latina*
Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6115/1/S05987_es.pdf

[17] Xavier Bringué, Charo Sádaba, Jorge Tolsá.(2010). *La generación interactiva en Iberoamérica 2010. Niños y adolescentes ante las pantallas*
Recuperado de <https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0ahUKEwjWqLHvgdrRAhUFSyYKHxzKcg0QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Ftelefonica.com.mx%2FSection%2Fdownload%2FLaGeneracionInteractivaenIberoamerica2010.pdf&usg=AFQjCNHYAKi4qRO1kL6NffIDLT7NWFRZ-A&sig2=PxiPtY1q4cceG6P96rVbTw>

[18] Dr. Pere Marqués Graells. (2000). *Impacto de las TIC en la educación: Funciones y limitaciones*
Recuperado de <http://peremarques.pangea.org/siyedu.htm>

[19] Consuelo Belloh. Unidad de Tecnología. Universidad de Valencia. *Diseño instruccional*
Recuperado de <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA4.pdf>

[20] Andrey Rizo Gómez. Unidad de Tecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Electromecánica. Ingeniería de Mantenimiento Industrial. *Instalación y puesta en marcha de filtro prensa para el tratamiento de lodos en la empresa Quebrador Ochomogo LTDA*. Pp 30
Recuperado de http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6121/finalpracticaprofesionalandreyrizo_filtroprensaparaeltratamientodelodos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[21] Oficina internacional del trabajo. Guanajuato México. *Formación basada en competencia laboral: situación actual y perspectivas*
Recuperado de https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0ahUKEwi9_IPdntzRAhVQySYKHdy9C7EQFggkMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.oei.es%2Fhistorico%2Fetp%2Fformacion_basada_competencia_laboral.pdf&usg=AFQjCNHZHi_iTNricCLjXP4sIkH-8O_Dmw&sig2=R6uhO_U5lLkRvYy7ycRM_g&bvm=bv.144686652,bs.1,d.eWE

[22] Laboratorio de Ingeniería Química Universidad Nacional Autónoma de México. Prácticas de Laboratorio. *Procesos de separación*
Recuperado de <http://depa.fquim.unam.mx/procesos/PDF/ProcesosI.pdf>

[23] Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Prácticas de Laboratorio. *Metodología ágil del desarrollo del software programación extrema* pp 27
Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/1365/1/62161.pdf>

[24] Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Prácticas de Laboratorio. *Metodología ágil del desarrollo del software programación extrema* pp 34
Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/1365/1/62161.pdf>

[25] Unity User Manual (5.5). Scripting. Scripting Tools. *Editor Test Runner*
Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/testing-editortestrunner.html>

[26] Jaime Muñoz Arteaga, Gustavo Rodríguez Gómez. *Patrones de interacción: Una solución para el diseño de la retroalimentación visual de sistemas interactivos*
Recuperado de <https://ccc.inaoep.mx/~grodrig/Descargas/InteraPatternToCIC.pdf>

[27] Unity User Manual (5.5). Working in Unity. Creating Gameplay. *Scenes*
Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/CreatingScenes.html>