

Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.

Facultad Matemática Física y Computación



TRABAJO DE DIPLOMA

*Laboratorios virtuales para el tema de
“Electroquímica”.*

Autor: Raúl González Piñeiro

Tutores: Dr. Vicente F Molina Padrón

Dra. Yolanda Z. Rodríguez Rivero

Curso 2011-2012



Declaración Jurada

El que suscribe, _____, hago constar que el trabajo titulado _____ fue realizado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de _____, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la autorización de la Universidad.

Firma del autor

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del tutor

Firma del jefe del Laboratorio

Fecha

DEDICATORIA.

- *A mis padres por todo el amor, la comprensión, el esfuerzo y la dedicación que me han brindado a lo largo de mi vida, por ser el motor impulsor de mis sueños realizados, por hacer que este convertido en un hombre de bien.*
- *A mis abuelas Mariana, Ida y a mis abuelos que aunque no hoy no están presentes, sé que estarían orgullosos de verme convertido en un profesional.*

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres por su apoyo, cariño y constante preocupación hacia mí durante todos estos años, facilitando así que hoy se haga realidad este sueño.

A mi familia por su apoyo incondicional y por estar siempre.

A mis tutores Yolanda y Vicente, por brindarme todo el tiempo y el apoyo necesario en la realización de este trabajo.

A Claudia por estar siempre a mi lado, compartiendo los momentos buenos y malos.

A mis compañeros y amigos de grupo, en especial a los del cuarto 325.

Los agradecimientos son muchos; pero el espacio es poco, cuanto quisiera poder poner en esta página a todas las personas que me estiman, me quieren, que hasta sienten suyo este logro. Por lo mucho que los aprecio, les brindo mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

Como parte del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Química General, en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas se diseñan e implementan laboratorios virtuales como preparación de los estudiantes para las prácticas en el laboratorio real, en las carreras de perfil químico, y, en otras, como sustitución de las prácticas reales debido a la carencia de equipos y reactivos.

Es por ello que el objetivo de esta investigación ha sido desarrollar sendos software que simulen las prácticas de laboratorios "*Electrólisis y Celdas Galvánicas*" y "*Ensayos Redox*" correspondientes al tema Electroquímica. El sistema se desarrolló a través de la herramienta computacional Macromedia Flash 8; se establece un ambiente visual de presentación único para ambas simulaciones y se da cumplimiento a los siguientes requerimientos didácticos: lograr interactividad, permitir la autoevaluación del desempeño del estudiante, lograr un ambiente virtual cercano a la realidad e incluir orientaciones para el estudio independiente.

ABSTRACT

As part of the teaching process - learning of the General Chemistry, in the Central University "Marta Abreu" of The Villages is designed and they implement virtual laboratories as the students' preparation for the practices in the real laboratory, in the careers of chemical profile, and, in other, as substitution of the real practices due to the lack of teams and reagents.

It is hence that the objective of this investigation has been to develop respective software that simulates the practices of laboratories "Electrolysis and Galvanic Cells" and "Tests Redox" corresponding to the topic Electrochemistry. The system was developed through the computational tool Macromedia Flash 8; an unique visual atmosphere of presentation settles down for both simulations and execution is given to the following didactic requirements: to achieve interactivity, to allow the self-evaluation of the student's acting, to achieve a virtual near atmosphere to the reality and to include orientations for the independent study.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. Los laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General.....	5
1.1 La práctica de laboratorio como forma de enseñanza	5
1.2 Las TIC como medios de enseñanza	8
1.3 Prácticas de laboratorio simuladas	11
1.4 La herramienta Flash del paquete Macromedia	12
1.5 Investigaciones precedentes	16
1.6 Conclusiones parciales.....	19
CAPÍTULO II. Tendencias y tecnologías actuales a considerar para la simulación	21
2.1 La tecnología multimedia.....	21
2.2 Ventajas de la multimedia en la educación.....	21
2.3 El Lenguaje Unificado de Modelado y el Lenguaje Orientado a Objetos para el Modelado de Aplicaciones Multimedia.....	22
2.4 El proceso de desarrollo de un software multimedia educativo.....	24
2.5 Flash y ActionScript 2.0 en los software propuestos.....	26
2.6 Análisis del sistema	29
2.6.1 Requerimientos funcionales	29
2.6.2 Requerimientos no funcionales	29
2.7 Descripción del sistema.....	30
2.7.1 Actor del sistema	31
2.7.2 Casos de uso del sistema	32
2.8 Modelo de Implementación.....	38
2.9 Diagrama de Estado.....	38
2.10 Conclusiones parciales.....	39
CAPÍTULO III. Diseño de los sistemas de laboratorios virtuales	40
3.1 Menú principal	40
3.2 Evaluación teórica de los conocimientos	42
3.3 Escenario virtual de las prácticas	45
3.3.1 Práctica de laboratorio virtual “Electrólisis y Celda Galvánica”.	46
3.3.2 Práctica de laboratorio virtual “Ensayos redox”.	48

3.4 Estructura de navegación	54
3.5 Requerimientos.....	54
3.6 Conclusiones parciales.....	55
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
Referencias bibliográficas	58
Anexos.....	60
Anexo I. Casos de uso del sistema	60
Anexo II. Diagramas de casos de uso del sistema correspondientes a la aplicación: Práctica de laboratorio virtual “Electrólisis y Celdas Galvánicas”	62
Anexo III. Código de implementación de la evaluación de la práctica	64
Anexo IV. Código asociado a la interacción con la fuente.	66

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo en que vivimos está siendo testigo del nacimiento de la sociedad de la red, una red que se encuentra centrada en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Estas tecnologías están teniendo un impacto social notable en las escuelas de formación básica y en las universidades cubanas, lo que propicia modificaciones en las formas tradicionales de enseñar y aprender.

Esta revolución tecnológica avanza vertiginosamente a nivel mundial; en nuestro país, por ejemplo, se le presta especial atención a la esfera de la educación, la cual ha experimentado grandes transformaciones en el camino hacia la alfabetización informática de la población. Haciendo uso al máximo nivel de los recursos que se han otorgado, en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) se aprovechan las grandes posibilidades del software educativo para facilitar el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

En estas nuevas teorías para el aprendizaje, a través de la computadora, está el desarrollo de sistemas interactivos entre el estudiante y la máquina y de sistemas colaborativos entre grupos de estudiantes. Esto se debe a que se sabe lo atractivo y fácil que resulta interactuar con sistemas que incluyan sonidos, imágenes, videos, que permitan la navegación a través de sus documentos, no obligando a la lectura lineal; además, que tengan posibilidades para el análisis y elaboración de respuestas de exámenes comprobatorios.

Con el desarrollo de las TIC aplicadas al proceso de enseñanza –aprendizaje en el mundo se viene siguiendo muy de cerca el tema de los Laboratorios Virtuales (LV). Con el tiempo, la computadora se ha convertido en protagonista de muchos de estos LV para la enseñanza y aprendizaje de múltiples ramas de las Ciencias.

Por otra parte, la enseñanza de la Química, por su carácter experimental, es una de las ciencias que más se beneficia con las tecnologías de simulación. Ésta, desgraciadamente, presenta insuficiencias en cada una de las universidades en las que se imparte (carencia de equipos, reactivos y utensilios de laboratorio), que son el resultado directo de las dificultades económicas que enfrenta el país y conspiran de

manera innegable contra la formación de los futuros profesionales. Los LV permiten la realización de un mayor número de prácticas sin que se necesiten objetos materiales para su realización. Estas pueden ser en forma de estudio individual, como preparación previa o después de la real para corregir las dificultades que se pudieran haber presentado.

En principio, los laboratorios virtuales tienen entre sus objetivos principales el sustituir a varias prácticas de laboratorios reales que se realizan en carreras de perfil no químico y servir de apoyo a las se llevan a cabo en las carreras de perfil químico (Ingeniería Química, Licenciatura en Química y Licenciatura en Farmacia), pues los estudiantes de estas especialidades pueden profundizar en la preparación posterior a las actividades que realizan en el laboratorio real y además se logra un conocimiento más claro y motivante de esta ciencia, se disminuye grandemente la contaminación ambiental y aumenta la posibilidad de auto estudio al poder realizarse las prácticas de manera virtual en horario no programado por el docente.

Las prácticas de laboratorios virtuales a las que se hace referencia en este proyecto están destinadas al estudio del tema Electroquímica de la asignatura de Química General en la carrera de licenciatura. Para el estudio de este tema se tenía una simulación que combina imágenes, tomadas durante el desarrollo de la práctica real y animaciones gif creadas a partir de ellas, con un entrenador sobre Web que evalúa los conocimientos del estudiante acerca de los aspectos teóricos de la práctica y otras simulaciones más desarrolladas; pero que, como bien plantea Molina en su tesis de Maestría (2012), aun cuando logran simular las diferentes operaciones del laboratorio, no cumplen con todos los requerimientos desde el punto de vista didáctico; pues adolecen de falta de interactividad con el usuario, carencia de orientaciones para el estudio independiente; no le permiten al usuario autoevaluar su desempeño; las imágenes que se presentan no se acercan a la de un laboratorio real; hay datos que son comunes para varios software, por lo que se precisa de reiteradas implementaciones de los mismos procedimientos, trayendo consigo una redundancia de información.

Este autor introduce sendos software para las prácticas de *Dureza del agua* y *Propiedades de las sustancias*, confeccionados en Flash, que satisfacen estos requerimientos y ofrecen una gran ayuda e interactividad al estudiante. A la par del desarrollo del presente trabajo se están desarrollando otros software para las prácticas de *“Purificación de Ácido Benzoico”*, *“Purificación del Cloruro de Sodio Comercial”*, *“Preparación de disoluciones”* y *“Operaciones básicas”*.

En consecuencia se determinó el siguiente **problema científico**:

¿Cómo elaborar laboratorios virtuales, que permitan simular la realización de las prácticas de *“Electrólisis, Celdas Galvánicas”* y *“Ensayos Redox”*, para apoyar el desarrollo de habilidades experimentales en el Tema Electroquímica de la asignatura Química General?

Para dar solución al problema planteado se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Implementar dos software para la simulación de las prácticas de laboratorio del tema Electroquímica, que sirvan de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General

Objetivos Específicos:

1. Realizar un estudio de los procesos que ocurren en la electrólisis, celdas galvánicas y las reacciones redox, a través de la observación y filmación del desarrollo de prácticas en el laboratorio real.
2. Conformar un banco de representaciones e imágenes de utensilios y equipos de laboratorios.
3. Recopilar la información teórica necesaria que permita elaborar los diferentes sistemas de ayuda y evaluación que debe tener un software educativo para la enseñanza de la química.
4. Elaborar un software para simular los procesos de electrólisis y celdas galvánicas que se realizan en un laboratorio químico.
5. Elaborar un software para simular los ensayos redox que se realizan en un laboratorio químico.

El presente trabajo de diploma se compone de 3 capítulos estructurados de la siguiente manera:

El **Capítulo I**, “Los laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General”, expone los estudios realizados sobre el impacto que tienen las TIC en la educación. También trata acerca de estudios precedentes acerca del uso de los laboratorios virtuales en el proceso de la enseñanza-aprendizaje en la Química General experimental. En el **Capítulo II**, “Tendencias y tecnologías actuales a considerar para la simulación”, se describen las herramientas utilizadas en el diseño y programación de los software. Por último, el **Capítulo III**, “Diseño de los sistemas de laboratorios virtuales”, presenta una propuesta de la simulación de las prácticas de laboratorios, así como la implementación que se llevó a cabo en los software en la carrera de Licenciatura Química. En todos los capítulos se incluyen conclusiones parciales.

Al final se presentan las **Conclusiones** a las que se arriba, se dan **Recomendaciones** para trabajos futuros, se muestra la **Bibliografía** utilizada y se presentan algunos **Anexos** que complementan el informe.

CAPÍTULO I. Los laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General

En este capítulo se realiza un análisis general sobre lo que respecta a las prácticas de laboratorios y las TIC como medio de enseñanza, es abordado el tema de las prácticas de laboratorios simuladas, además son mostrados los antecedentes a esta investigación y se presentan las conclusiones parciales del capítulo.

1.1 La práctica de laboratorio como forma de enseñanza

La disciplina de Química General que se imparte actualmente en la UCLV organiza sus actividades docentes según la siguiente estructura:

- Clase Conferencia: El profesor presenta nuevos contenidos de la disciplina en correspondencia con el plan de estudios y establece conexiones entre los sistemas de conocimientos, en dependencia de los objetivos y habilidades necesarias a formar en los educandos.
- Clase Práctica: Se desarrollan diferentes problemas, donde se aplican los contenidos teóricos recibidos en las actividades de conferencia que preceden a cada actividad de clase práctica.
- Clase Seminario: A partir de un conjunto de temas del contenido, el profesor guía la discusión en el aula, donde el alumno responde a preguntas auxiliándose de los materiales que estime conveniente para lograr hacer entender su respuesta. Se puede afirmar que se trata de una generalización y aplicación de los conocimientos teóricos.
- Práctica de Laboratorio: Se comprueban en el laboratorio de forma experimental las leyes, principios y fenómenos estudiados en las actividades teóricas precedentes.

Para los alumnos de esta enseñanza, las prácticas de laboratorio son un elemento esencial en el aprendizaje, pues a través de ellas los estudiantes pueden adquirir determinadas habilidades manipulativas, así como comprobar experimentalmente conceptos, leyes y teorías que el profesor ha “enseñado” con anterioridad.

El experimento químico a lo largo de la historia ha desempeñado una función muy importante en la formación de las nuevas generaciones en cada etapa de la enseñanza, ya que:

- a través de él los alumnos se familiarizan con las sustancias y los cambios que ocurren en estas;
- se emplea para la comprobación de la veracidad de una hipótesis o una predicción y para dar solución a un problema;
- sirve como medio de advertencia de errores en los alumnos o de corrección de sus conocimientos;
- incide en la esfera motivacional de los alumnos, lo que contribuye a elevar el interés de ellos por el estudio de la Química;
- los alumnos se apropian de los hechos más significativos para su comprobación, generalización y conclusiones.

En el Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior la práctica de laboratorio aparece definida como:

(...) el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación, empleando los medios de enseñanza necesarios. Como norma se deberá garantizar el trabajo individual en la ejecución de las prácticas de laboratorio. (MES, 1991)

En su tesis de doctorado, *Estrategia didáctica para la selección y ejecución de las prácticas de laboratorio sobre sistemas supervisores en la Carrera en Ingeniería en Automática*, Ballesteros (2003) presenta como factores de la forma organizativa docente práctica de laboratorio los siguientes: el profesor, el estudiante, los objetivos, los contenidos y el medio didáctico, y plantea las siguientes relaciones que se establecen entre ellos:

- El profesor es quien guía el proceso docente educativo que tiene lugar entre todos los factores para alcanzar los objetivos planteados para la realización de la práctica de laboratorio. Establece los métodos y realiza las evaluaciones.

- El estudiante es el sujeto sobre el cual se desea lograr los objetivos propuestos para la práctica de laboratorio. En el desarrollo de la misma el estudiante interactúa con el profesor, actúa y recibe información del medio didáctico, tiene acceso a los contenidos y puede contribuir a enriquecerlos.
- Los objetivos reflejan los conocimientos y habilidades que debe incorporar el estudiante mediante la realización de la práctica de laboratorio.
- El medio didáctico de información es proporcionado por el profesor, en forma de objetivos, contenidos, materiales y guías. El estudiante tiene acceso a estos y los puede enriquecer.
- El medio didáctico de laboratorio es utilizado por el profesor y el estudiante para acceder y actuar sobre el objeto de estudio. El proceso y la instrumentación pueden ser reales o virtuales.

Este autor clasifica las prácticas de laboratorios, atendiendo a los medios utilizados, en:

- **Reales.** En este tipo de práctica tanto el medio como la instrumentación son reales. El estudiante se enfrenta al proceso real y a la instrumentación que se utiliza en la práctica social.
- **Con instrumentos virtuales.** Se dice que se utilizan “instrumentos virtuales” cuando en la computadora existen representaciones de diversos instrumentos de medición y actuación, con apariencia semejante a los reales. Para lograr lo anterior es necesario utilizar interfaces con el proceso y programas de computadora para sustituir a los instrumentos reales. En este tipo de práctica de laboratorio el proceso es real, pero se utilizan medios computacionales con interfaces específicas para la adquisición de la información y la actuación sobre el proceso.
- **Con entrenadores y procesos virtuales.** En este tipo de práctica la instrumentación es real, pero el medio o proceso es virtual. Como ejemplo se tienen los entrenadores de vuelo para pilotos de aviones, donde la cabina y la instrumentación son reales y se simulan por computadora las condiciones de vuelo. Otro ejemplo lo tenemos en los operadores de centrales electro nucleares;

ellos se entrenan en salas de control reales, similares a las de una instalación nuclear, pero el proceso es simulado mediante computadoras.

- **Simuladas.** Cuando tanto el proceso -objeto de estudio- como los instrumentos de medición y actuación son virtuales; se denominan “laboratorios simulados”.

En esta última forma, precisamente, se centra la presente investigación; al tener en cuenta la importancia del componente experimental en la Química General, así como el impacto que ha alcanzado en su desarrollo la aplicación de la computación. Sobre todo en la UCLV, en la cual mediante el desarrollado de diversos software, en los últimos años se ha incrementado la simulación de prácticas de laboratorio que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

1.2 Las TIC como medios de enseñanza

El desarrollo de las TIC como fuerzas productivas en general evidencia que la humanidad se ha elevado a niveles superiores en su desarrollo. La educación como una de las ramas esenciales que determina el desarrollo de la sociedad, no ha estado ajena a este proceso sino que, por el contrario, ha sufrido transformaciones sustanciales; y constituye una prioridad del Ministerio de Educación encontrar las vías, métodos y estrategias a través de las cuales se pueda perfeccionar el proceso de enseñanza – aprendizaje y que éste se corresponda con las nuevas exigencias. Para lograr que el aprovechamiento de la computadora en el proceso docente tenga un papel relevante, se ha hecho necesario dotarlas de softwares educativos de calidad.

Esta tendencia tuvo su origen hace más de una década en los países industrializados y Cuba no ha estado ajena a ella; lo que se refleja en el Programa de Informatización de la Sociedad Cubana, donde la aplicación de las TIC constituye una prioridad. En los últimos años los llamados “entornos virtuales”, que simulan aulas, laboratorios, sesiones de clases y hasta universidades completas han transformado el área educativa.

La Dra. Rodríguez, en su tesis “Modelo teórico metodológico para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General” (2007), plantea:

“Incorporar las TIC como recursos didácticos al proceso de enseñanza-aprendizaje ofrece nuevas posibilidades de apoyo pedagógico, de acuerdo a un modelo de formación que asegure niveles de eficiencia superiores. (...) Es necesario aprender a utilizar las TIC y utilizarlas para aprender. Por eso, las teorías contemporáneas del aprendizaje incorporan las TIC como mediadoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje; aprovechando, principalmente, la capacidad de la computadora para presentar, representar y transformar la información”.

Algunas de las ventajas (Pedroso 2007) de la computadora como medio de enseñanza son:

- Interactividad. El software educativo puede evaluar las respuestas dadas por un estudiante y en correspondencia con estas emitir sugerencias, reflexiones, niveles de ayudas cognoscitivas, proponer actividades de diversa complejidad; en fin, realizar una actividad tutorial sobre el estudiante en correspondencia con las acciones del mismo.
- Atención a las diferencias individuales. Un software educativo, puede auspiciar el desarrollo de la atención a las diferencias individuales, si presenta las características siguientes:
 - Carácter "no lineal": si posibilita que cada estudiante pueda elegir su "camino de aprendizaje", según sus intereses o posibilidades.
 - Ritmo de navegación: cada estudiante puede "navegar" a su ritmo, unos necesitarán más tiempo que otros en procesar la información presentada, o necesitarán un mayor reforzamiento expresado en repeticiones o adaptaciones del contenido.
 - Estilo de aprendizaje: los estudiantes pueden optar por estilos de aprendizaje diferentes: ascender de la teoría a la práctica y viceversa, comenzar a partir de problemas surgidos, ampliar enfoques algorítmicos, buscar soluciones de visitas.

- Hipervínculos: la presencia de "textos enriquecidos" mediante palabras enfatizadas unas veces, e interactivos otras, posibilita lo que se denomina una "lectura no lineal de documentos", en el procesamiento de lo que hoy se denomina hipertexto e hipermedia.
- Adaptabilidad: el software y, en particular el educativo, tiene amplias posibilidades de adaptarse a las características individuales del estudiante puesto que es él quien decide cómo avanzar en la navegación de acuerdo a sus capacidades.
- Carácter multimedia. El software educativo en una computadora es, además de un medio interactivo, un excelente medio audiovisual. En él convergen con calidad incuestionable la imagen, el sonido, las animaciones, los diagramas, entre otros.
- Comunicación (hombre-máquinas-hombre). El correo electrónico, las listas de discusión, el chat, la web son una muestra fehaciente de esto. Este potencial comunicativo de la informática contemporánea es la piedra angular de lo que se denomina aprendizaje colaborativo centrado en las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Almacenamiento. La capacidad de almacenamiento de las computadoras posibilita algo que resulta singular y exclusivo para este medio y es la posibilidad de guardar la "huella de la actividad" del usuario con el equipo. Esta huella puede ser tan versátil como se quiera, por ejemplo: aspectos visitados, tiempos consumidos en cada aspecto, objetos interactuados, respuestas dadas, respuestas esperadas, efectividad obtenida.

La utilización de aplicaciones informáticas reafirma la función instructiva formativa y motivadora de los medios de enseñanza. Hoy el sistema educacional no puede prescindir del desarrollo tecnológico. Dentro del sistema de enseñanza, la Química es una de las más beneficiadas: las aplicaciones informáticas en dicha rama permiten la simulación de experimentos, que pueden resultar costosos o peligrosos, y la mejor asimilación de la información química. Posibilita además la realización de experimentos de manera virtual, permite alterar las condiciones iniciales, hipótesis o datos y realizar el análisis de los resultados con las diferentes variantes; además, se

reducen las dificultades con las operaciones y se potencia el trabajo colaborativo, ya que los estudiantes pueden discutir los problemas que se les plantean y ayudarse mutuamente en la búsqueda de una solución. Otra ventaja resulta la flexibilidad de tiempo y lugar, ya que el contenido estará accesible en cualquier horario y de forma simultánea.

1.3 Prácticas de laboratorio simuladas

Los laboratorios virtuales, según la definición de (Monge-Nájera, 2011), constituyen “simulaciones de prácticas manipulativas que pueden ser hechas por el estudiante lejos de la universidad y del docente”. Estos laboratorios comenzaron a desarrollarse en 1997 en el Centro de Investigación Académica de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, y representan los primeros laboratorios virtuales para enseñanza a distancia a nivel mundial.

Las prácticas de laboratorio son simuladas cuando tanto el proceso -objeto de estudio- como los instrumentos de medición y actuación son virtuales.

La simulación puede ser (Hernández, 2011):

- muy técnica y tener poca o ninguna representación en pantalla de la realidad del laboratorio, lo que ocurre con muchos software para la simulación;
- con elementos de representación del entorno del laboratorio, para dar una mayor sensación de realidad;
- con elementos tridimensionales de los objetos bajo estudio y del propio laboratorio, con soporte multimedia, utilizando los colores como información -por ejemplo en reactivos químicos;
- con “Realidad Virtual”. Además de poseer las características de los laboratorios virtuales, se incorporan elementos sensoriales, que posibilitan aún más el acercamiento a la realidad.

Como aspectos menos favorables o desventajas relacionadas con la simulación de las prácticas de laboratorio, pueden señalarse las siguientes:

- Se pierden nociones propias de la realidad.

- El estudiante no se enfrenta a todas las posibilidades de errores o malas operaciones, ya que es muy difícil simular todas las situaciones anormales de operación y errores en el trabajo con el objeto de estudio; lo que significa no adquirir suficientes habilidades para la toma de decisiones ante hechos anormales.

Sin embargo, son mayores las ventajas; entre las que destaca el hecho de que la simulación constituye una manera eficiente y rápida para analizar muchas variantes. Otras ventajas son: la posibilidad de compartir con más facilidad los recursos (entre ellos, la propia computadora), el aumento del número de puestos de trabajo en los laboratorios de computación y la utilidad de obtener variantes adecuadas antes de realizar las prácticas reales. Comparado con la práctica real, en muchas situaciones es más económico en cuanto a gasto de materias primas y energía; además de que se pueden realizar variantes extremas de experiencias sin incurrir en peligro de ningún tipo y sin afectar el medio ambiente.

Entre los principales requisitos que debe cumplir un laboratorio virtual, destacan los siguientes (Monge-Nájera, 2011):

- Ser autocontenido (no debe hacer referencia a otro objeto de aprendizaje, sino que debe tener contenido todos los materiales necesarios para que el usuario pueda ampliar sus conocimientos).
- Ser interactivo.
- Combinar imágenes bidimensionales y tridimensionales.
- Tener animación tridimensional, video y sonido.
- Incluir ejercicios (cuya calificación puede ser enviada automáticamente al docente).
- Instalación automática.
- Que la navegación no sea necesariamente lineal.

1.4 La herramienta Flash del paquete Macromedia

A mediados de los años 90, apareció un programa de gráficos específicamente dirigido a la Web llamado “*FutureSplash*”. Era un programa que tomaba en la máxima

consideración el tamaño de los archivos gráficos y las dificultades, aun no superadas del todo, de su descarga de Internet por los navegadores. Tenía además la capacidad de generar gráficos y animaciones vectoriales para su entrega en la Web. Un año más tarde, Macromedia compra *FutureSplash* para acrecentar sus posibilidades y convertirlo en el programa de animación para la Web por excelencia, lo denomina Flash y comienza desde la versión 2.

Los motivos que han convertido a Flash en el programa elegido por la mayoría de los diseñadores web profesionales y aficionados son varios. Aunque su uso más frecuente es el de crear animaciones, sus potencialidades son mayores, y sobresale por permitir crear aplicaciones interactivas que favorecen al usuario ver la Web como algo atractivo, no estático (en contraposición a la mayoría de las páginas, que están realizadas con el lenguaje HTML). Con Flash es posible crear de modo fácil y rápido animaciones de todo tipo.

Flash es una herramienta de edición con la que los diseñadores y desarrolladores pueden crear presentaciones, aplicaciones y otro tipo de contenido que permite la interacción del usuario. Los proyectos de Flash pueden abarcar desde simples animaciones hasta contenido de vídeo, presentaciones complejas, aplicaciones y cualquier otra utilidad relacionada.

Incluye muchas funciones que la convierten en una herramienta con muchas prestaciones sin perder por ello la facilidad de uso. Entre dichas funciones destacan: la posibilidad de arrastrar y soltar componentes de la interfaz de usuario, comportamientos incorporados que añaden código *ActionScript* al documento y varios efectos especiales que pueden añadirse a los objetos. Macromedia Flash Player 8, que ejecuta las aplicaciones creadas, se instala de forma predeterminada junto con Flash. Flash Player garantiza que todos los archivos SWF puedan visualizarse y estén disponibles en las mismas condiciones en todas las plataformas, navegadores y dispositivos. Gracias al amplio número de funciones de Flash, se pueden crear multitud de tipos de aplicaciones. Entre ellas:

- Animaciones. Incluyen anuncios publicitarios, tarjetas de felicitación en línea, dibujos animados... Por ejemplo, en la presente tesis, el movimiento de las manos para asir los instrumentos de laboratorio en la práctica “Ensayos Redox”.
- Juegos. Los juegos normalmente combinan las capacidades de animación de Flash con las capacidades lógicas de ActionScript.
- Interfaces de usuario. Estas interfaces incluyen tanto sencillas barras de navegación como diseños mucho más complejos. Ejemplo, las interfaces de ambas prácticas de laboratorio.
- Áreas de mensajes flexibles. Se trata de áreas de las páginas Web que utilizan los diseñadores para mostrar información que puede variar con el tiempo. Ejemplo de ello, los mensajes de orientación de desarrollo de la secuencia de pasos a seguir por el estudiante para realizar la práctica virtual.
- Aplicaciones dinámicas. Incluyen un amplio abanico de aplicaciones que proporcionan una elaborada interfaz de usuario para mostrar y manipular datos a través de Internet o de aplicaciones para escritorio.

Para crear una aplicación de Flash, se realizan normalmente los pasos básicos siguientes, cuyo orden puede variar según el proyecto y el estilo de trabajo:

- Decidir las tareas básicas que realizará la aplicación.
- Crear e importar elementos multimedia como imágenes, vídeo, sonido, texto...
- Organizar los elementos multimedia en el escenario y en la línea de tiempo para definir cuándo y cómo aparecerán en la aplicación.
- Aplicar efectos especiales a elementos multimedia según se estime oportuno.
- Escribir código *ActionScript* para controlar cómo se comportarán los elementos multimedia, incluido cómo responderán a las interacciones del usuario.
- Probar la aplicación para determinar si funciona como se había previsto y encontrar cualquier error que se produjera al crearla.

- Publicar el archivo FLA como archivo SWF para que pueda mostrarse en una página Web y reproducirse con Flash Player.

En pocas palabras se puede decir que Flash es un programa que bien utilizado, puede:

- Producir animaciones o películas completas destinadas a la Web, es decir, con la máxima compresión.
- Incluir fácilmente en las películas archivos de sonido con la tecnología más moderna (MP3, etc.) y comprimirlos conjuntamente con los fotogramas.
- Incluir la máxima interactividad en las páginas.
- Producir proyectores ejecutables *standalone* para que las películas se puedan ver sin necesidad de un navegador, o sea, desde un CD-ROM.
- Producir cambios en vivo (en tiempo real) dentro de los elementos de la película.
- Conectar con las bases de datos de los servidores, para la actualización en tiempo real de los datos incluidos en la película.
- Conectar con otras tecnologías para incluir en las películas datos que les sean propios, como las páginas ASP, JSP...
- Conectar con las aplicaciones que se ejecutan en los servidores de la Red de redes.

Muchos de los sistemas virtuales que se mencionan en el capítulo 1 están desarrollados en plataformas que son muy potentes en la parte de la implementación; tal es el caso de Borland C++, Delphi, entre otras; pero con relación al diseño las posibilidades son realmente muy pobres. Por eso surge la idea de buscar una herramienta que tenga las condiciones necesarias para el desarrollo de un laboratorio virtual que esté a la altura del cliente, que sea óptimo y lo más real posible, y cumpla con todos los requerimientos que los usuarios del sistema deseen; es decir un potente software que consolide y mezcle tanto el diseño como la programación en profundidad.

Evidentemente en Macromedia Flash 8 se puede lograr todo lo mencionado anteriormente, por las grandes posibilidades y ventajas que tiene con relación al diseño según las características que brinda, vistas en la sección anterior, porque además trabaja con imágenes vectoriales muy utilizadas mundialmente para la calidad y eficiencia de las imágenes y a la vez tiene dentro de su cerebro un lenguaje de Programación Orientado a Objetos (POO), en este caso ActionScript 2.0; casi tan potente como puede ser Java, C++, Pascal, C#, Visual Basic y JavaScript o cualquier otro que se pudiese mencionar. Luego de la versión 8 de Flash de Macromedia, esta fue absorbida por Adobe, quien ha seguido poniendo en el mercado nuevas versiones de Flash. Si bien es cierto que las nuevas versiones de Flash implementadas por Adobe han perfeccionado y extendido la potencia de la herramienta, las prestaciones con que cuenta la versión empleada para la simulación (Flash 8) satisfacen las necesidades requeridas para ambas prácticas de laboratorio.

1.5 Investigaciones precedentes

En la actualidad, en muchos países existen centros dedicados al estudio de la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. Esto se debe a las posibilidades que brinda la Informática para hacer más objetiva la información, para mantenerla actualizada y para reducir las distancias entre las personas que acceden a ella; además de posibilitar la realización de experimentos con un mínimo de gastos en recursos materiales y sin riesgo alguno para la vida; así como la notable protección del medio ambiente, al eliminar el desprendimiento de sustancias tóxicas para el entorno.

En el contexto internacional, específicamente en la enseñanza de la Química, se utiliza el término “Educación Química Virtual”, para resaltar el desarrollo de la aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta rama del saber; esta denominación surge a partir del proyecto de igual nombre propuesto por el Profesor Takeuchi en la XXXIX Asamblea General de la IUPAC, realizada en 1997. Este proyecto se fundamenta en que la reciente evolución de la WWW ha introducido una nueva fuente de aprendizaje basada en Internet y de nuevos materiales de

instrucción para la educación Química; lo que hace esperar la renovación de la educación tradicional de esta disciplina (Yoshida, 2000)

A la Educación Química Virtual se le atribuyen las ventajas siguientes:

- Supera los límites geográficos, pues los profesores y estudiantes que se encuentren distantes se pueden comunicar sin dificultad.
- La enseñanza y el aprendizaje se ven enriquecidos con nuevos materiales fascinantes en la Web, que pueden contribuir a despertar el interés por la Química.
- En la sociedad virtual los materiales para la instrucción se localizarán propiamente en Internet; se encuentra aquí el denominado “laboratorio virtual”.

A continuación se presentan algunos ejemplos que tratan de ilustrar lo que ha significado el uso de la computadora en la enseñanza y aprendizaje de la Química:

- **ModelChemLab:** es un producto de la Universidad de McMaster, Canadá, que permite la simulación interactiva del trabajo práctico de un laboratorio de química. En él se usan el equipamiento y los procedimientos comunes del laboratorio, para simular los pasos involucrados en la realización de los experimentos. En el ChemLab cada práctica de laboratorio se encuentra en un módulo de simulación separado. Estos módulos de laboratorio son, de hecho, extensiones del programa ChemLab principal, que es una interface común para ellos. La versión estándar incluye más de 20 simulaciones, el apoyo en línea y el acceso al sitio Web de actualización del ChemLab, donde pueden bajarse libremente laboratorios adicionales y el software actualizado. (Burgos, 2003)

- **HIBRISIST:** Es un programa interactivo sobre el tema de **Enlace Químico** desarrollado por el **ISPJAE** que aborda la teoría de Orbitales Híbridos. Se comporta como un entrenador que realiza preguntas al estudiante y evalúa sus respuestas hasta otorgar una calificación en base a los errores cometidos. Finalmente el programa recomienda el estudio de los aspectos en los que el estudiante tuvo más problemas al responder. (Molina, 2012)

- **VchemLab:** Proporciona un recurso sencillo de información basado en Web, que podría usarse en la enseñanza de la Química, junto con los cursos de instrucción del laboratorio práctico real. La información para tales cursos, como estructuras moleculares, datos fisicoquímicos, espectros de referencia, la seguridad, la información toxicológica y los detalles prácticos de procedimientos de síntesis, a menudo está poco disponible o esparcida en manuales y libros que se dañan fácilmente. El VChemLab les proporciona a los estudiantes de Química una fuente de ese tipo de datos, accesible e intuitiva, en computadora, que podría ponerse al día sistemáticamente, incluyendo nuevos datos y los cambios subsecuentes del contenido del curso. VChemLab se desarrolló como una operación estándar de servicio al cliente sin control o limitación de acceso del usuario.

- **Elementos Multimedia:** Para la Química, las demostraciones juegan un importante rol a la hora de enseñar. Existen en Internet valiosas presentaciones Web con videos, animaciones e imágenes de experimentos y técnicas empleadas con mucha frecuencia en las prácticas de laboratorio químico.

- **SIR:** es un conjunto de programas interactivos, simulaciones y animaciones de los principios de Química General. Se encuentran bajo el control total del estudiante o profesor. Abarca prácticamente todos los temas que se imparten en dicha asignatura y permite su uso tanto para simular prácticas de laboratorio, como para el apoyo de diferentes clases prácticas en las que se tratan procesos y fenómenos difíciles de comprender.

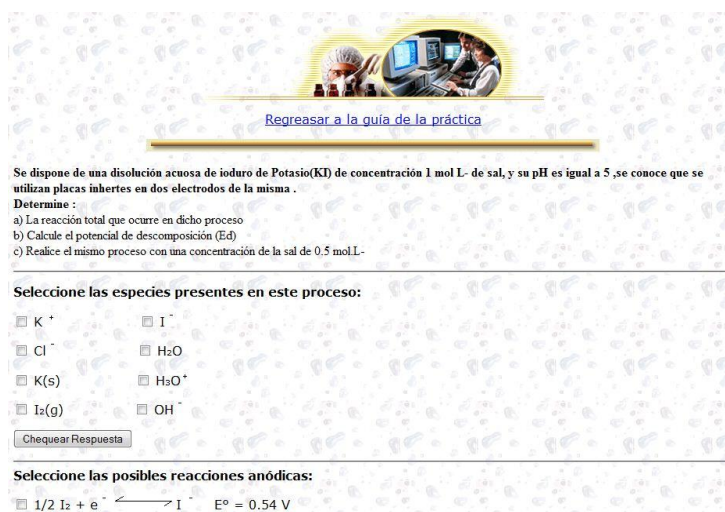
Pueden citarse muchos otros ejemplos, pero debemos decir que los sistemas de educación Química Virtual no permiten, por sí solos, que los alumnos lleguen a dominar las habilidades prácticas que debe poseer el químico técnicamente bien preparado para su desempeño profesional.

Desde hace varios años en nuestro país se utilizan las TIC en la enseñanza de la Química en varios Centros de Educación Superior, como la Universidad de Oriente, el ISPJAE y la Universidad de la Habana. En estos centros se han realizado trabajos para introducir la Informática en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, con el fin de incrementar la calidad de la formación de los estudiantes y, a la vez,

reducir la incidencia que en ella tienen la carencia de reactivos químicos, utensilios y equipos de laboratorio.

Igualmente, en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas existe un colectivo de profesores y estudiantes de las Facultades de Química-Farmacia y de Matemática, Física y Computación que trabaja en la elaboración de programas informáticos para contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, desde el curso 2001-2002.

El software elaborado en años anteriores para simular una de las prácticas de laboratorio del tema “Electrólisis” no cumple con los requerimientos desde el punto de vista didáctico. Como se aprecia en la Fig. 1.1, la aplicación consiste simplemente en evaluar al estudiante con una serie de preguntas y mostrarle, solo cuando haya sido capaz de responderlas satisfactoriamente, fotografías del desarrollo de la práctica en el laboratorio real.



[Regresar a la guía de la práctica](#)

Se dispone de una disolución acuosa de yoduro de Potasio(KI) de concentración 1 mol L⁻¹ de sal, y su pH es igual a 5, se conoce que se utilizan placas inertes en dos electrodos de la misma .

Determine :

a) La reacción total que ocurre en dicho proceso
 b) Calcule el potencial de descomposición (E_d)
 c) Realice el mismo proceso con una concentración de la sal de 0.5 mol.L⁻¹

Seleccione las especies presentes en este proceso:

☐ K⁺ ☐ I⁻
☐ Cl⁻ ☐ H₂O
☐ K(s) ☐ H₃O⁺
☐ I₂(g) ☐ OH⁻

Seleccione las posibles reacciones anódicas:

☐ $\frac{1}{2} \text{I}_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{I}^-$ E° = 0.54 V

Figura 1.1 Página web sobre el tema Electrólisis

1.6 Conclusiones parciales

El estudio realizado, demuestra la utilidad de la aplicación de las TIC en la enseñanza de la Química, específicamente, de los laboratorios virtuales; ya que permiten la simulación de experimentos que pueden resultar costosos o peligrosos. Por otra parte, permite afirmar que esta es una técnica bastante útil en los procesos de enseñanza, ya que facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias al

permitirles a los estudiantes estudiar en el momento y lugar que crean conveniente, es decir, sin estar obligados a trasladarse a su centro de estudios. Por otra parte, resultan de gran apoyo como fuente de autopreparación para enfrentarse al laboratorio real.

Se necesita que los productos informáticos que se elaboren para la realización de las prácticas de laboratorio de manera virtual tengan un ambiente visual más semejante a la realidad, con mayor interactividad, faciliten la preparación previa y el estudio independiente, así como la autoevaluación del alumno.

CAPÍTULO II. Tendencias y tecnologías actuales a considerar para la simulación

2.1 La tecnología multimedia

En la actualidad en Informática se suele identificar como multimedia a la integración de dos o más medios de comunicación que pueden ser controlados o manipulados por el usuario en una computadora. O sea, es un sistema informático interactivo, controlable por el usuario, que integran diferentes medios como el texto, la imagen, el sonido, el vídeo y las animaciones (Rizo, 2002).

Además, puede ser considerada no solo una herramienta informática, sino también un recurso tecnológico/comunicativo, pues designa tanto a una nueva tecnología informática como a una tecnología de la comunicación. Multimedia necesita tanto de un hardware específico como un software adecuado. Se puede tener un potente desarrollo de software multimedia; pero si la computadora donde se va a usar es incapaz técnicamente de mostrar toda la información visual y sonora que el programa contiene, se dejaría de aprovechar todo su potencial, y en el mejor de los casos se estaría perdiendo el tiempo (Ulizarna, 2012).

Los sistemas multimedia pueden presentar características diferentes en cuanto a su utilización en entornos de aprendizaje. Con relación a ello suelen distinguirse dos tipos: la presentación multimedia y la multimedia interactiva. Cuando solo se usa la potencialidad multimedia para ofrecer una información en la que el usuario no participa de manera activa, es decir, a lo sumo la pone en marcha, es una presentación multimedia. Si por el contrario, el usuario va a interactuar con el sistema de forma tal que él pueda elegir la forma de presentación de la información, si se le ofrecen alternativas por parte del sistema atendiendo a su actuación, se dice que el sistema dispone de interactividad.

2.2 Ventajas de la multimedia en la educación.

Las ventajas de las aplicaciones multimedia en la enseñanza son múltiples, pero no son un fin en sí mismas; solo son un medio para la educación. Constituyen una

nueva tecnología educativa al servicio del aprendizaje. Entre estas ventajas se pueden mencionar:

- Facilidad para moverse (navegar) sobre la información.
- Lectura (consulta) del documento adaptado al usuario.
- Permite enlazar textos con imágenes, sonidos, vídeos.
- Permite elevar la interacción hombre – máquina.
- Logra en determinados momentos efectos que no son posibles lograr en clases con otros Medios de enseñanza, tales como representar el comportamiento de los diferentes cuerpos en el espacio, situación esta que para lograrla es necesario apelar a la abstracción del estudiante.
- Otra ventaja que brinda utilizar las multimedia es la de obtener una mayor motivación para el estudio, así como lograr con el sonido y la imagen explicaciones de los diferentes temas a tratar en el software.

2.3 El Lenguaje Unificado de Modelado y el Lenguaje Orientado a Objetos para el Modelado de Aplicaciones Multimedia

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es, probablemente, una de las innovaciones conceptuales en el mundo tecnológico de desarrollo de software que más expectativas y entusiasmo ha generado en muchos años, comparable a la aparición e implantación de los lenguajes COBOL, BASIC, Pascal, C++, y más recientemente Java o XML. Además, todas las expectativas se han cumplido y han generado a su vez nuevas expectativas. UML es ya un estándar de la industria; pero no solo de la industria del software sino, en general, de cualquier industria que requiere la construcción de modelos como condición previa para el diseño y posterior construcción de prototipos. (Booch, 2000)

UML ha ganado su utilización actualmente, por ser la mezcla eficiente y cercana a los diseñadores de una gran cantidad de estándares internacionales. Su base está en tres metodologías procedentes de la oportuna unión y colaboración de sus creadores: J. Rumbaugh, G. Boosh e I. Jacobson. A esta unión se le suma la incorporación de estudios de más de 20 métodos también estándares, que han

concluido en la creación de UML, logrando que sea por excelencia un lenguaje para modelar, que necesariamente es el procedimiento que utilizan los ingenieros para el diseño de software previo a su construcción. (Rumbaugh, 2000)

Desafortunadamente, UML no soporta todos los aspectos de las aplicaciones multimedia de una forma adecuada e intuitiva, por lo que se hizo necesario el desarrollo de una extensión para este tipo de aplicaciones denominada Lenguaje Orientada a Objetos para la Modelación de Aplicaciones Multimedia (OMMMA-L), que facilita el modelado de un gran rango de aspectos de aplicaciones multimedia interactivas de una forma integrada y comprensiva.

El OMMMA-L está sustentado en cuatro vistas fundamentales, donde cada una se asocia a un tipo de diagrama en particular. Estas son Lógica, de Presentación espacial, de Comportamiento temporal predefinido y de Control interactivo (Sauer, 2012). En la presente investigación se utiliza la siguiente:

Vista de Presentación espacial: modelada a través de los Diagramas de Presentación de OMMMA-L, los cuales son de nueva aparición en la extensión de UML, dado que este último no contiene un diagrama apropiado para esta tarea. Estos diagrama tienen el propósito de declarar las interfaces de usuario con un conjunto de estructuras delimitadas en tamaño y área, dividiéndose en objetos de visualización (texto, gráfico, video, animación) e interacción (*scrolls*, barras de menú, botones, campos de entrada y salida, hipertextos con hipervínculos), además de la representación icónica del sonido en sus canales de audio L y R, que se posicionan al lado del plano visual. Estos diagramas de presentación pueden ser divididos en capas virtuales de presentación donde en cada uno de ellas sólo se haga referencia a una clase específica de componentes (por ejemplo, una vista para los objetos de visualización y otra para los de interacción, u otro tipo de división para la representación de los intereses de los desarrolladores).

Las características de OMMMA-L, se pueden resumir en lo siguiente (Engels, 2011):

- Soporta el modelado de los aspectos estructurales, funcionales y dinámicos de un sistema interactivo y su interfaz de usuario.

- Se concentra en la funcionalidad desde la perspectiva del sistema de software.
- Su sintaxis es definida explícitamente.
- Tiene una semántica informal e intuitiva.

2.4 El proceso de desarrollo de un software multimedia educativo

UML, y por tanto OMMMA-L, ofrece un modo de visualizar, especificar, construir, documentar y comunicar los artefactos de un sistema basado en software, y a su vez el caso de un software multimedia. “UML es un medio y no un fin. El objetivo final de cualquier aplicación es un software robusto, flexible y escalable; por lo que es necesario tanto un lenguaje como un proceso para poder obtenerlo” (Jacobson, 2004).

El Proceso Unificado está equilibrado por ser el producto final de décadas de desarrollo y uso práctico; en un camino que parte desde el Proceso Objectory (primera publicación en 1987), pasando por el Proceso Objectory de Rational (publicado en 1997), hasta llegar al Proceso Unificado de desarrollo del Software (publicado en 1998). En este camino de desarrollo ha tenido la influencia mayoritaria de dos grandes métodos: el Método de Ericsson y el Método de Rational.

El Método de Rational, evolucionó tras la incorporación de dos de los autores de UML, y la fusión con otras grandes empresas productoras de software, a lo que hoy se conoce como Proceso Unificado de Rational (RUP); lo que antes de UML fuera Proceso Objectory de Rational (ROP) y gracias a la unión de los autores principales de UML en la empresa Rational Corporation. Este desarrollo desembocó en un gran aporte, no solo conceptual sino práctico en forma de herramientas, que fue la creación de una herramienta de ingeniería de software asistida por computadora (CASE, según sus siglas en inglés), denominada Rational CASE; cuya versión Rational 2003 es una de las herramientas de referencia en el mundo de la ingeniería y, en particular, de la ingeniería de software.

RUP toma en cuenta las mejores prácticas en el modelo de desarrollo de software, en particular las siguientes (Jacobson, 2004):

- Desarrollo de software en forma iterativa (repite una acción).
- Manejo de requerimientos.
- Utiliza arquitectura basada en componentes.
- Modela el software visualmente (modela con UML).
- Verifica la calidad del software.
- Controla los cambios.

El Proceso Unificado de Rational consta de cuatro fases o etapas (Kruchten, 2011):

- Fase de comienzo o inicio.
- Fase de Elaboración.
- Fase de Construcción.
- Fase de Transición.

En el caso específico de las aplicaciones multimedia educativas, las actividades establecidas por dicho proceso no son suficientes para garantizar cubrir todos los aspectos de los entornos de este tipo de aplicaciones; por lo que se adiciona en este trabajo en particular, a las actividades establecidas por RUP las siguientes:

Fase de comienzo o inicio:

- Análisis de las necesidades educativas y del entorno educativo.
- Estudio sobre las teorías de aprendizaje y el diseño instruccional.
- Revisión de los objetivos y contenidos del material educativo en cuestión.
- Establecer sobre las categorías de la didáctica de la educación en las que se trabajará y las formas en las que se hará.
- Estudio sobre las interfaces de usuario a partir del universo estudiantil (usuarios finales de la aplicación).

- Establecer los criterios de evaluación del software basados en las características de funcionalidad, usabilidad y fiabilidad.

Fase de elaboración:

- Refinar los modelos de instrucción pedagógica que se utilizan o sustentan el funcionamiento de la multimedia.
- Refinar los requerimientos de diseño gráfico y de comunicación sobre las bases pedagógicas establecidas.

Fase de construcción:

- Evaluar el diseño instruccional, de comunicación y gráfico contra los criterios de evaluación establecidos en la fase de Comienzo o inicio.

Fase de transición:

- Evaluación del producto por parte del docente y el estudiante objeto del programa educativo en cuestión.

2.5 Flash y ActionScript 2.0 en los software propuestos

La siguiente tabla resume algunas de las funciones globales del ActionScript 2.0, así como ejemplos de códigos específicos para estos software:

Función	Descripción	Ejemplo	Acción
<code>gotoAndPlay([scene:String], frame:Object)</code>	Envía la cabeza lectora al fotograma especificado en una escena y reproduce desde dicho fotograma.	<code>menup_mc.menu3_mc["gvideo_btn"].onRelease = function() { gotoAndPlay("Galerias", 5); };</code>	Al soltar el botón "gvideo_btn", redirige la cabeza lectora al fotograma 5 de la escena "Galerias" y reproduce desde allí.

Función	Descripción	Ejemplo	Acción
<code>gotoAndStop([scene:String], frame:Object)</code>	Envía la cabeza lectora al fotograma especificado en una escena y la detiene.	<code>menup_mc.menu2_mc["ayuda_btn"].onRelease = function() { gotoAndStop("Ayuda", 1);</code>	Al soltar el botón “ayuda_btn” del menú, redirige la cabeza lectora al fotograma 1 de la escena “Ayuda” y la detiene.
<code>play()</code>	Mueve la cabeza lectora hacia delante en la línea de tiempo.	<code>if (voltimetro == 5){ voltimetro_mc.play();}</code>	Mueve la cabeza lectora hacia delante en la línea de tiempo del movie clip <code>voltimetro_mc</code>
<code>stop()</code>	Detiene el archivo SWF que se está reproduciendo.	<code>stop()</code>	Para detener la cabeza lectora en dicha posición.
<code>Array([numElements: Number], [elementN: Object])</code>	Crea una nueva matriz vacía o convierte determinados elementos en una matriz.	<code>Var Preguntas:Array = [preg1_mc, preg2_mc, preg3_mc, preg4_mc, preg5_mc];</code>	Crea una matriz con 5 MovieClips.
<code>nextFrame()</code>	Envía la cabeza lectora al siguiente fotograma.	<code>on (release) { gotoAndStop(nextFrame()); }</code>	Asociado al estado “release” del botón “comenzar_btn” y mueve la cabeza lectora al siguiente fotograma.
<code>on(mouseEvent: Object)</code>	Especifica el evento de ratón o la pulsación de tecla que activa una acción.	<code>on (release) { gotoAndStop ("images");}</code>	Se ejecuta una acción controlada por el evento de ratón <code>release</code> .

Función	Descripción	Ejemplo	Acción
onClipEvent (movieEvent: Object)	Activa acciones definidas para una determinada instancia de un clip de película.	onEnterFrame (StartAlert());	Llama a la función StartAlert cuando se carga el programa.
Math.random (value:Number)	Devuelve un entero aleatorio entre 0 y uno menos que el entero especificado.	numero = Math.random(100);	La variable "numero" recibe el valor de un entero aleatorio entre 0 y 100.
setProperty(target:Object, property:Object, expression: Object)	Cambia un valor de propiedad de un clip de película durante la reproducción del clip de película.	titleStyles2. setStyle("fontWeight", "bold");	Cambia la propiedad de fontWeight y la define como estilo.
This.onEnterFrame = function() { }	Controlador de eventos; se invoca de forma continua a la velocidad de los fotogramas del archivo SWF. Las acciones asociadas con el evento de clip enterFrame se procesan antes que cualquiera de las acciones de fotogramas asociadas a los fotogramas afectados.	this.onEnterFrame = function() { if (dragging) { level = 100-vol._y-top); } }	Actualiza el valor de la variable level cada vez que se mueve el selector de voltaje.

En los Anexos se muestra el código implementado para mostrar, en la práctica “Electrolisis y Celdas Galvánicas”, la evaluación obtenida en la práctica virtual, en los ejercicios previos y la evaluación final. Además se muestra también el código asociado a la “fuente de corriente”. Se utiliza una combinación de las herramientas de diseño de Flash 8 y elementos del lenguaje de programación ActionScript 2.0.

2.6 Análisis del sistema

2.6.1 Requerimientos funcionales

Gestionar Información

- Mostrar un listado de los recursos que están presentes en el sistema y pueden revisarse.
- Se debe tener acceso a todos los datos.

Visualizar información

- Visualizar artículos.
- Visualizar Video
- Visualizar imágenes.

Simular Animaciones

- animaciones que muestra el sistema tras cada interacción del usuario con el mismo a lo largo de la práctica de laboratorio, mencionados en “respuesta del sistema” dentro de las descripciones de cada caso de uso.

2.6.2 Requerimientos no funcionales

Apariencia o interfaz externa:

La aplicación debe contar con una interfaz amigable que le permita al usuario interactuar de forma cómoda con la misma, le agilice y facilite el trabajo con el software.

Usabilidad:

El software tendrá siempre la posibilidad de ayuda disponible para los usuarios. Los usuarios a utilizar el sistema deberán tener conocimientos básicos en el trabajo con sistemas operativos visuales.

Requerimientos no funcionales de software:

Existe la versión compilada (.exe) que incluye el reproductor del Flash (Flash player) y la versión Shock wave flash (.swf), que no incluye el Flash player, lo que la hace ser más ligera que la anterior. En este segundo caso se requiere tener el Flash Player 8 instalado. Para instalar el Flash Player 8 en Windows se requiere Windows 98 o superior con uno de los siguientes navegadores: Microsoft Internet Explorer 5.x, Netscape 4.7, Netscape 7.0, Mozilla 1.x, AOL 8, u Opera 7.11 en adelante. Para Flash Player en Mac se requiere plataforma Mac OS 9.x o superior con navegadores, Netscape 4.8, Netscape 7.x, Mozilla 1.x y Opera 6 en adelante.

Requerimientos no funcionales de hardware:

Los requerimientos mínimos solicitados para la ejecución de la aplicación se resumen en: Procesador PENTIUM a 200 MHz de velocidad de procesamiento, 32 MB de RAM, tarjeta de video SVGA, 700 Mb de espacio libre en el disco duro, lector de CD, kit de multimedia, mouse.

Requerimientos no funcionales de restricciones en el diseño y la implementación:

Herramienta de desarrollo de la aplicación: Macromedia Flash 8, 2005. Lenguaje de programación: Action Script 2.0.

2.7 Descripción del sistema

El diseño y construcción del sistema se divide en 4 subsistemas, lo que permite organizar los modelos en unidades más pequeñas para así mejorar su comprensión, desarrollo y reutilización.

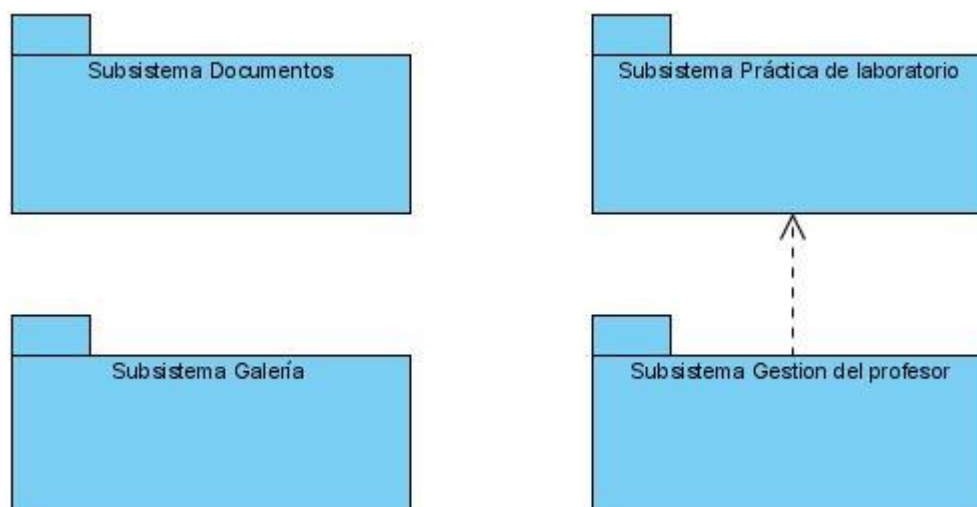


Fig. 2.1 Diagrama de subsistemas del sistema.

A continuación se ofrece una breve descripción de cada uno de los subsistemas en los cuales se divide la aplicación:

Subsistema Práctica de laboratorio: Encierra todo los casos de uso relacionados con el comportamiento interactivo de la Práctica de Laboratorio.

Subsistema Gestión del profesor: Contempla las funcionalidades asociadas a la consulta de los errores cometidos por los estudiantes en los diferentes pasos del desarrollo de la práctica de laboratorio.

Subsistema Galerías: Encierra todo el comportamiento de la visualización de imágenes y videos relacionados con la práctica real, como medio de apoyo al dominio y entendimiento de la práctica de laboratorio.

Subsistema Documentos: Contempla todo el comportamiento de la visualización de los documentos de la práctica de laboratorio; así como el de la realización de los ejercicios previos por parte del estudiante como pre-requisito para enfrentarse a la práctica de laboratorio.

2.7.1 Actor del sistema

Los actores representan personas externas, procesos o cosas que interactúan con el sistema. Diferentes usuarios pueden estar ligados al mismo actor y por lo tanto

pueden representar casos múltiples de una misma definición. Cada actor participa en uno o más casos de uso (Rumbaugh, 2000) .

En un caso de uso hay un actor iniciador que produce la estimulación inicial y, posiblemente, otros actores participantes.

Los actores suelen ser los papeles representados por seres humanos, pero pueden ser cualquier tipo de sistema: papeles que desempeñan las personas, sistemas de cómputo o aparatos eléctricos o mecánicos.

En el libro escrito por Ivar Jacobson (2004) se expresa que una vez que se han identificado todos los actores, se ha identificado el entorno externo. Cada vez que un usuario en concreto interactúa con el sistema, la instancia correspondiente del actor está desarrollando ese papel. Una instancia de un actor es por tanto un usuario concreto que interactúa con el sistema.

En la siguiente tabla se describe el actor del sistema.

Actor	Justificación
Usuario	Representa al usuario (estudiante o profesor) que interactúa con el laboratorio virtual.

Tabla 2.1 Actor del sistema

2.7.2 Casos de uso del sistema

Los casos de uso son funcionalidades del sistema, o sea, refiere cómo el actor interactúa con este. Según Roger Pressman, estos “facilitan una descripción de cómo el sistema se usará” (2005).

De acuerdo con Ivar Jacobson (2004), una definición acertada de **Caso de uso** es: “Una descripción de un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variaciones, que un sistema lleva a cabo y que conduce a un resultado observable de interés para un actor determinado”.

Diagramas de casos de uso del sistema correspondientes a la aplicación: Práctica de laboratorio virtual “Ensayos Redox”.

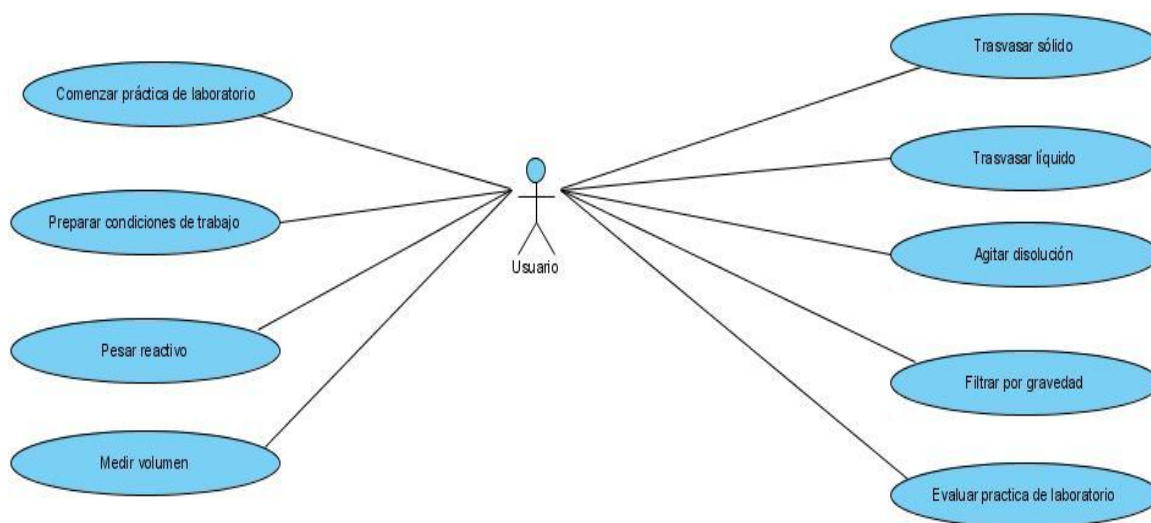


Fig. 2.2 Diagrama de casos de uso del Subsistema Práctica de laboratorio

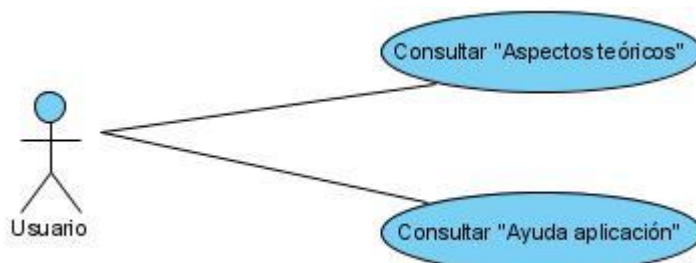


Fig. 2.3 Diagrama de casos de uso del Subsistema Documentos

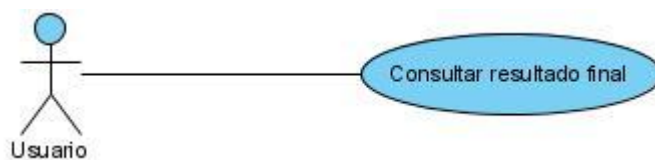


Fig. 2.4 Diagrama de casos de uso del Subsistema Gestión del Profesor

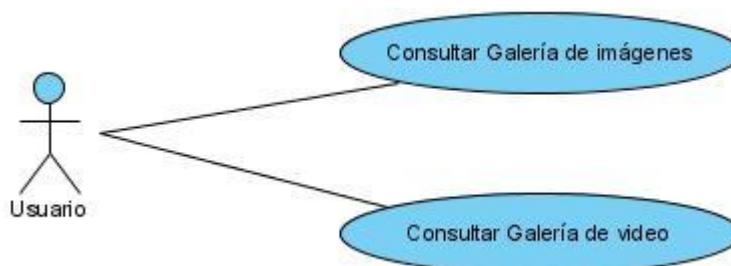


Fig. 2.5 Diagrama de casos de uso del Subsistema Galería

Subsistema Práctica de laboratorios (“Ensayos Redox”)

Nombre del caso de uso: Comenzar práctica de laboratorio.	
Actor	Usuario
Propósito	Permitir la entrada al laboratorio virtual
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario pulsa sobre el botón <i>Comenzar</i> , brindando la entrada al entorno del laboratorio virtual en donde se desarrollará la práctica y finalizando el caso de uso.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario pulsa sobre el botón <i>Comenzar</i>	1.1 El sistema da entrada al entorno del laboratorio virtual en donde se desarrollará la práctica, mostrando los elementos interactivos que podrán ser utilizados en la misma.

Tabla 2.2 Descripción del caso de uso Comenzar Práctica de laboratorio

Nombre del caso de uso: Preparar condiciones de trabajo.	
Actor	Usuario
Propósito	Preparar las condiciones para el desarrollo de un paso de la técnica operatoria.
Resumen	El usuario debe seleccionar los utensilios e instrumentos necesarios para desarrollar la operación de la práctica de laboratorio por la cual atraviesa.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona los elementos adecuados para desarrollar el paso correspondiente de la técnica operatoria	1.1 El sistema anima cada instrumento seleccionado desde su posición inicial en el estante hacia el espacio de trabajo en donde podrá ser utilizado.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario no selecciona los elementos correctos el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.

Tabla 2.3 Descripción del caso de uso Preparar condiciones de trabajo

Nombre del caso de uso: Pesar reactivo.	
Actor	Usuario
Propósito	Utilizar adecuadamente la balanza y pesar la cantidad correcta de reactivo especificada en el paso de técnica operatoria por la cual atraviesa.
Resumen	El usuario coloca el vidrio de reloj sobre la balanza y adiciona o retira cucharadas del reactivo hasta lograr el peso deseado.

Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona la balanza.	1.1 El sistema muestra una vista ampliada del monitor de la balanza.
2 El usuario hace clic en el botón encender de la balanza.	2.1 Enciende el monitor y permite que sea colocado un recipiente sobre la balanza.
3 El usuario selecciona un recipiente adecuado para pesar.	3.1 El sistema muestra la animación de colocar el recipiente seleccionado sobre la balanza.
4 El usuario presiona el botón TARE de la balanza.	4.1 El sistema tara el peso del recipiente visualizándolo en el monitor de la balanza.
5 El usuario selecciona el recipiente del reactivo que desea pesar.	5.1 Muestra una animación tomando el recipiente seleccionado.
6 El usuario pulsa en el botón adicionar	6.1 El sistema muestra la animación de incorporar una cucharada del reactivo sobre el recipiente colocado en la balanza.
7 El usuario pulsa sobre el botón retirar.	6.2 El sistema muestra el peso del reactivo en la vista ampliada del monitor de la pesa.
	6.3 Visualiza en el recipiente sobre la balanza una cantidad de reactivo acorde con su peso actual.
	7.1 El sistema muestra la animación de retirar una cucharada del reactivo sobre el recipiente en la balanza.
	7.2 El sistema muestra el peso del reactivo sobre la balanza en la vista ampliada del monitor de la pesa.
	7.3 Visualiza en el recipiente sobre la balanza una cantidad de reactivo acorde con su peso actual.
8 El usuario hace clic sobre el botón terminar.	8.1 El sistema muestra una animación retirando la pesa y el recipiente con el reactivo.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
3.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para pesar el sistema muestra un mensaje de error.
6.1	Si el usuario no ha realizado el tarado del recipiente se muestra un mensaje de error.
8.1	Si el peso no es correcto muestra un mensaje de error y le permite rectificarlo.

Tabla 2.4 Descripción del caso de uso Pesar reactivo

Nombre del caso de uso: Trasvasar sólido.	
Actor	Usuario
Propósito	Seleccionar correctamente los recipientes, en base al paso correspondiente de la técnica operatoria.
Resumen	El usuario trasvasa el sólido de un recipiente a otro.

Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona el recipiente que contiene el sólido. 2 El usuario selecciona el recipiente al cual va a trasladar el sólido.	1.1 El sistema muestra una animación cogiendo el recipiente que contiene el sólido. 2.1 El sistema muestra una animación tomando el recipiente que contiene el sólido y una mano con una espátula transfiriendo el sólido al otro recipiente.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para trasvasar el sólido el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.

Tabla 2.5 Descripción del caso de uso Trasvasar sólido

Nombre del caso de uso: Filtrar por gravedad.	
Actor	Usuario
Propósito	Seleccionar y emplear los utensilios necesarios para filtrar por gravedad: embudo, papel, soporte, según el paso de la técnica operatoria.
Resumen	El usuario selecciona y acopla los utensilios y vierte la disolución en el embudo.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona el papel de filtro 2 El usuario selecciona el recipiente que contiene la disolución que desea filtrar.	1.1 El sistema anima la colocación del papel de filtro en el embudo. 2.1 El sistema visualiza una animación del proceso de filtrado por gravedad.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario no ha colocado el papel de filtro en el embudo el sistema muestra una ventana de alerta informando esta situación y permite al usuario rectificarla.

Tabla 2.6 Descripción del caso de uso Filtrar por gravedad

Subsistema Gestión del profesor:

Nombre del caso de uso: Consultar resultado final	
Actores	Usuario
Propósito	Visualizar el resultado final de la realización de la práctica.

Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario presiona el botón <i>Ver historial</i> . El sistema muestra un informe con el resultado final de la realización de la práctica, tomados de la ejecución satisfactoria de la práctica y de las respuestas dadas en la evaluación.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario hace clic sobre el botón <i>Ver historial</i>	1.1 El sistema muestra un informe con el resultado final de la práctica realizada.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si aún no ha efectuado la práctica de laboratorio y la evaluación correspondiente el sistema muestra un mensaje informativo, orientándole que primero debe culminar estas dos acciones.

Tabla 2.7 Descripción del caso de uso Consultar resultado final.

Subsistema Galerías:

Nombre del caso de uso: Consultar galería de imágenes	
Actor	Usuario
Propósito	Mostrar al usuario imágenes asociadas a la práctica de laboratorio virtual.
Resumen	El caso de uso inicia cuando el usuario presiona sobre el botón <i>Galería de imágenes</i> , mostrándose una galería de imágenes asociadas a la práctica de laboratorio virtual.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario presiona sobre el botón <i>Galería de imágenes</i> .	1.1 El sistema muestra una galería de imágenes asociadas a la práctica de laboratorio virtual, permitiendo la posibilidad de navegar sobre estas.

Tabla 2.8 Descripción del caso de uso Consultar galería de imágenes.

Subsistema Documentos:

Nombre del caso de uso: Consultar "ayuda aplicación"	
Actor	Usuario
Propósito	Mostrar ayuda detallada del trabajo con la aplicación.
Resumen	El caso de uso inicia cuando el usuario presiona el botón <i>Ayuda aplicación</i> , mostrándose una ayuda detallada del trabajo con la aplicación.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El actor presiona el botón <i>Ayuda aplicación</i> .	1.1 El sistema muestra una ayuda detallada del trabajo con la aplicación.

Tabla 2.9 Descripción del caso de uso Consultar "ayuda aplicación".

interesantes de un objeto, además de poder ver las opciones que se pueden seleccionar al navegar por la Aplicación.

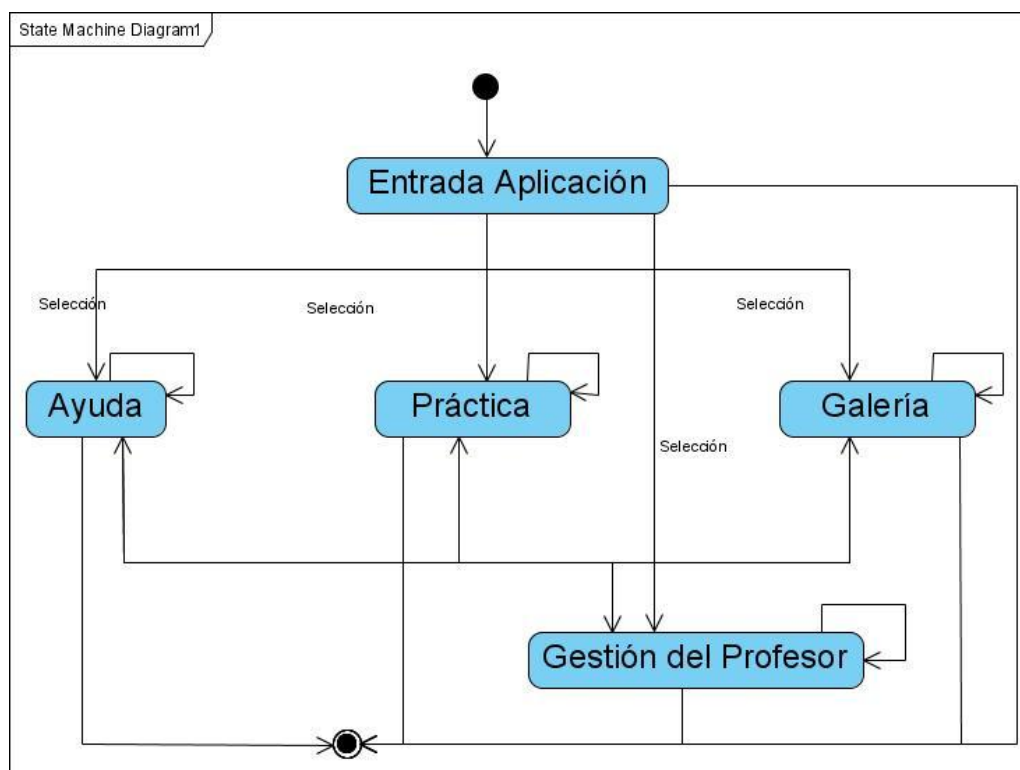


Fig. 2.7 Diagrama de Estado correspondiente a la práctica “Ensayos Redox”.

2.10 Conclusiones parciales

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la tecnología multimedia, el Lenguaje Unificado de Modelado, el Proceso Unificado de Desarrollo de Software, el Proceso Unificado de Rational y el Lenguaje para el Modelado Orientado a Objetos de Aplicaciones Multimedia, forman las bases teóricas esenciales de este trabajo.

Macromedia Flash 8 como sistema de autor para el desarrollo de la aplicación, y en su conjunto inmediato de construcción Macromedia Flash 8 Professional y Macromedia Firework 8, se evidencian como aplicaciones bien establecidas para la simulación de prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO III. Diseño de los sistemas de laboratorios virtuales

Estas simulaciones han sido realizadas con el objetivo de que el estudiante alcance una mejor preparación antes de efectuar la práctica en el laboratorio real. Aquí puede practicar, de forma interactiva y en un ambiente muy cercano a la realidad, los conocimientos teóricos adquiridos mediante su formación.

Las aplicaciones diseñadas son de tipo “Desktop”, programadas con Flash 8 bajo el lenguaje ActionScript 2.0; es posible ejecutarlos en cualquier PC donde se encuentre instalado Windows XP o una versión superior, sin necesidad de instalar el *flash-player* o cualquier otro reproductor de multimedia.

3.1 Menú principal

En la Fig. 3.1 se muestra la pantalla del *Menú Principal*, común para los dos programas (aunque la figura corresponde específicamente a la de *ensayos redox*). Incluye un menú de *Ayuda* que guía al estudiante en su trabajo y tiene, además, una *Introducción Teórica* sobre el tema de estudio donde aparecen los objetivos y pre-requisitos de la práctica de laboratorio a simular.

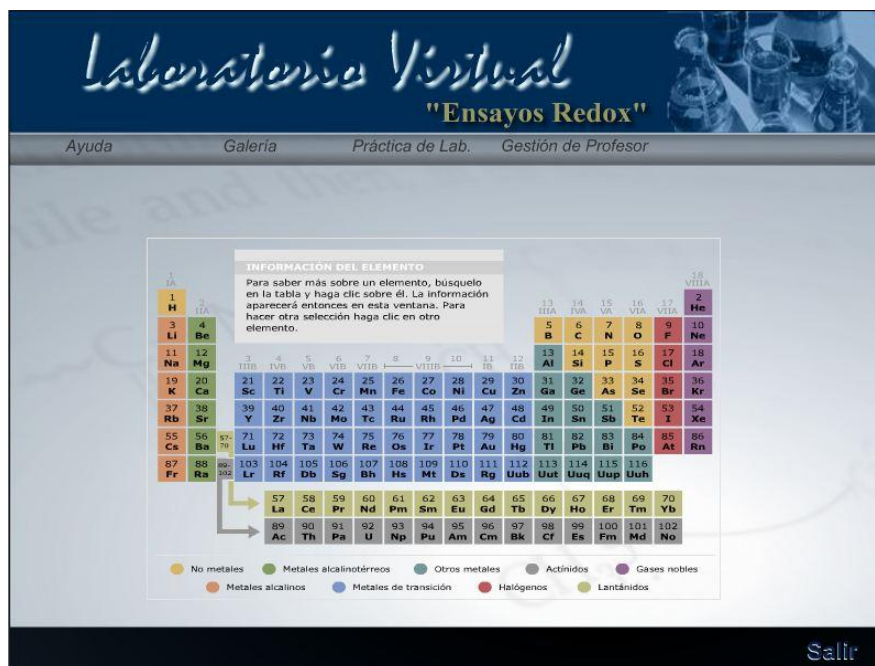


Fig. 1 Menú principal de la aplicación

En el menú *Biblioteca* se muestra una *Galería de imágenes y videos* (Fig. 3.2) donde se pueden ver los ensayos realizados en el laboratorio real. En *Gestión del profesor* se accede a los resultados de la evaluación de los usuarios.



Fig. 3.2 Imagen del video de la práctica realizada en el laboratorio real.

En la Fig. 3.3 se muestra el área de la práctica de laboratorio; donde se encuentran los reactivos, utensilios y equipos utilizados.



Fig. 3.3 Vista del laboratorio virtual

3.2 Evaluación teórica de los conocimientos

La evaluación de los contenidos es uno de los requisitos fundamentales a cumplir del proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes deben responder una serie de preguntas acerca del tema correspondiente a la práctica (ver Fig. 3.4). A ellos accede por medio del apartado “*Ejercicios previos*” situado en el menú *Práctica*. Las posibles respuestas a estos ejercicios se muestran en orden aleatorio.

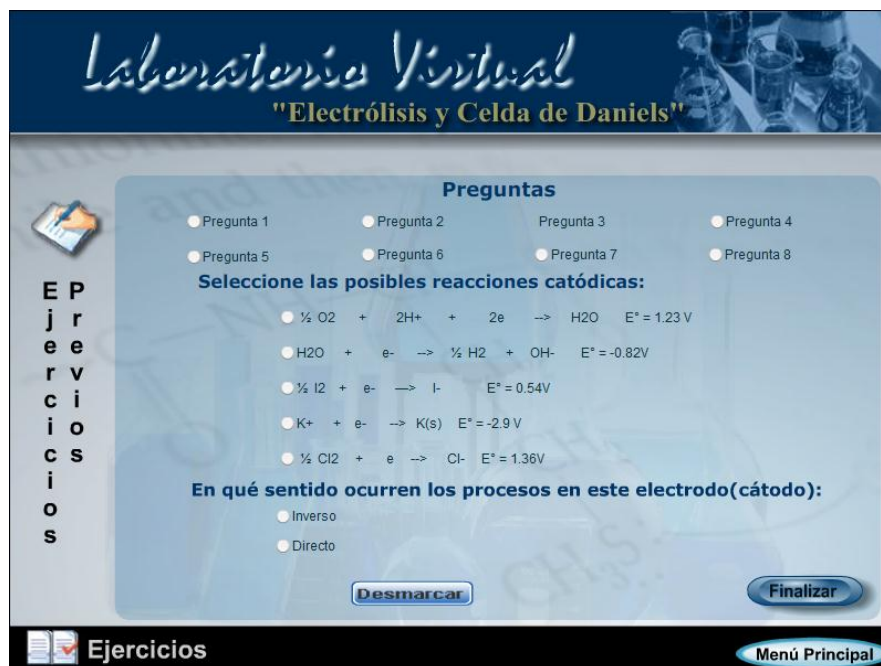


Fig. 3.4 Ejemplo de los ejercicios que debe responder el estudiante en la práctica.

Cuando el usuario se ha registrado (ver Fig.3.5) y ha realizado los ejercicios previos, presiona el botón *Finalizar* y el sistema guarda sus resultados; estos pueden ser consultados posteriormente en el historial de evaluaciones que incluye el menú *Gestión de profesor*. El *historial*, como se aprecia en la Fig. 3.6, brinda los resultados de cada estudiante que ha completado su evaluación; es decir el usuario que ha realizado los ejercicios previos y la práctica virtual o que solamente ha realizado esta última y haya obviado la calificación en los ejercicios.

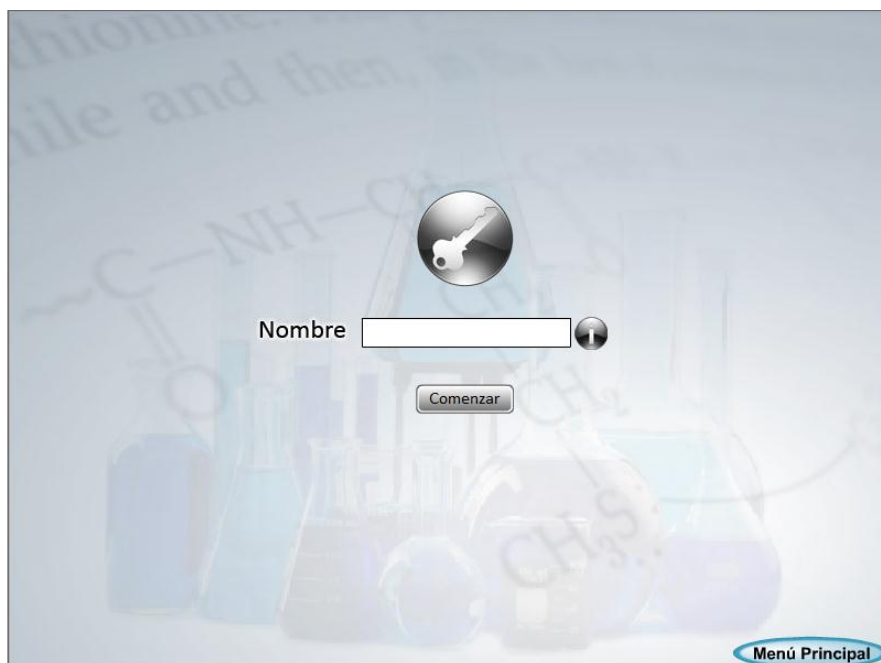


Fig. 3.5 Registrar usuario en el sistema.

 **Evaluaciones**

Ejercicios Previos P. Practica

Nombre	Errores	Puntos	Errores	Puntos	Final
usuario	1	80	2	95	89



Fig. 3.6 Historial de evaluaciones.

El principal objetivo de la práctica es que el usuario logre concluirla satisfactoriamente; por ello no existe una libertad total para acceder e interactuar como desee y no se le permite continuar al siguiente paso sin haber realizado correctamente el actual. De esta forma se garantiza que no concatene y memorice acciones incorrectas que puedan confundirlo cuando esté en el laboratorio real. El

usuario es evaluado a través de la selección que realiza, si se adecuan al paso actual, de los utensilios, sustancias y equipos presentes en el escenario; así como por la manipulación y procedimiento correcto de los equipos del laboratorio con los que interactúa.

La evaluación final de la práctica se da sobre la base de 100 puntos y se descuenta de 1 a 4 puntos por cada error cometido, en dependencia de su magnitud.

Los datos mostrados en cada una de las columnas corresponden a:

- Errores en los Ejercicios Previos
- Puntos obtenidos en los Ejercicios Previos
- Errores cometidos en la Práctica de laboratorio Virtual
- Puntos obtenidos en la Práctica de laboratorio Virtual
- Evaluación FINAL.

La evaluación final de la práctica **Ensayos redox** es calculada tomando las calificaciones de *Práctica* y *Ejercicios previos*, con un peso de 60-40, respectivamente. Se brinda una nota de 0-100 puntos.

Para la práctica de **Electrólisis y Celdas Galvánicas** la evaluación final es calculada tomando las calificaciones de *Práctica Electrólisis*, *Practica Celda Galvánica* y *Ejercicios previos*, con un peso de 30-30-40, respectivamente. Se brinda una nota de 0-100 puntos.

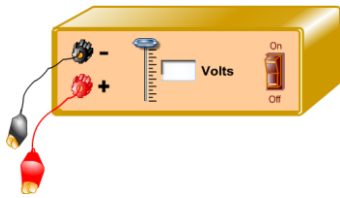



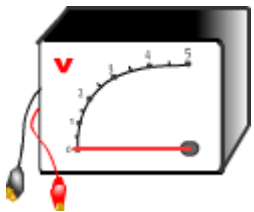
3.3 Escenario virtual de las prácticas

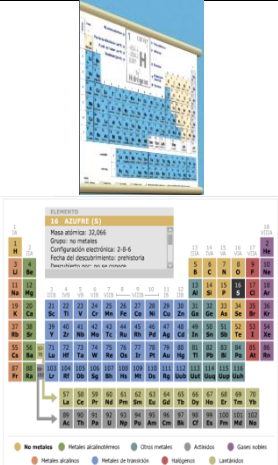

El usuario interactúa con los objetos del escenario pulsando una vez sobre ellos el clic izquierdo del mouse (único que se usa en toda la simulación) para incorporarlos al *área de trabajo*. Una vez situados en esta, se pulsa un clic sobre ellos para seleccionarlo, o sobre el utensilio o equipo, hacia donde quiere que sea trasladado, depositado o vertido, en dependencia de la operación que se realice en ese momento. Como la simulación se rige por la técnica operatoria correspondiente a la práctica (incluida también en el menú *Ayuda*), la que sigue una secuencia de pasos lógicos que deben ser respetados, cualquier selección o procedimiento que se haga

fuera de su momento será penalizado e informado por medio de una ventana de alerta.

3.3.1 Práctica de laboratorio virtual “Electrólisis y Celda Galvánica”.

A continuación se muestran los equipos y utensilios que se utilizan en esta práctica y que presentan un comportamiento particular; así como otras imágenes que pueden servir de ayuda al estudiante durante el desarrollo de la práctica.

Nombre	Imagen	Comportamiento
Fuente de corriente directa		Una vez situado en el área de trabajo al dar clic en el selector de voltaje y arrastrarlo, se muestra la cantidad de volts. Clic sobre el botón de color rojo enciende la fuente. Al dar clic sobre los cables, hace que estos se mueven junto con los carbones hacia el tubo en U.
Láminas de carbón		Al hacer clic sobre los carbones estando en el estante, se mueven hacia los cables de la fuente. Al hacer clic estando conectados a los cables se mueven hacia el tubo en U.
Láminas de zinc y cobre		Al hacer clic sobre las láminas estando en el estante, se mueven hacia los cables del voltímetro. Al hacer clic estando conectados a los cables se mueven hacia los vasos de precipitados.
Tapones para tubo en U		Al hacer clic sobre los tapones estando en el estante, se mueven hacia el tubo en U.
Voltímetro		Al encontrarse en el área de trabajo una vez que se coloque el puente salino, se moverá la manecilla para indicar la cantidad de volts. Al dar clic sobre los cables estos se mueven junto con el zinc y el cable hacia los vasos de precipitados.

Nombre	Imagen	Comportamiento
Tabla periódica		<p>Hacer un clic sobre ella en cualquier momento de la práctica para mostrar la tabla periódica.</p> <p>Haciendo clic sobre algún grupo o elemento químico se puede consultar información de cada elemento marcado.</p>
Línea informativa		<p>Brinda información para guiar al usuario en el desarrollo de la práctica virtual.</p>

En la tabla siguiente se describe lo que se realiza en la práctica real, cómo se procede y qué se observa durante la ejecución del programa.




Cuando se plantea 'traer o incorporar al espacio o área de trabajo' se refiere a la acción de tomar el objeto que se encuentra en el estante o vista lejana de la meseta y colocarlo en la mesa frontal en una vista más ampliada. El usuario no siempre tiene que realizar todas las acciones descritas en cada paso; puede incluso intercambiarlas, siempre y cuando mantenga la lógica de lo que debe realizar.

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
<p>Añada en un tubo en U, suficiente cantidad de disolución de ioduro de potasio.</p> <p>Realice la electrólisis de la disolución, empleando electrodos inertes de carbón durante 15 minutos. Observe y explique.</p> <p>Extraiga con un gotero unos ml de la disolución en los alrededores del</p>	<p>Prepara el soporte con el tubo en U. Vierte el ioduro de potasio en un beaker y luego añade este al tubo.</p> <p>Prepara la fuente, poniendo los electrodos inertes de carbón en los cables. Luego coloca los carbones dentro del tubo en U. Ajusta la cantidad de volts de la fuente y la enciende.</p>	<p>El usuario selecciona, para colocarlos en el área de trabajo, el envase que contiene ioduro de potasio, el beaker, el soporte, el tubo en U y la fuente.</p> <p>Selecciona el pomo haciendo clic en él y vierte su contenido en el vaso de precipitado haciendo clic en él. Selecciona el recipiente antes mencionado y añade el contenido en el tubo en U. Selecciona los electrodos inertes de carbón y los coloca en los cables de la fuente. Ajusta los volts de la misma (10 a 30 volts) haciendo clic y arrastrando el selector de voltaje y</p>

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
cátodo y pruebe su carácter ácido-base con fenolftaleína.	Espera que transcurra el proceso de electrólisis y añade al cátodo unas gotas de fenolftaleína.	luego la enciende en el botón rojo. Espera que ocurra el proceso y selecciona el pomo de fenolftaleína para añadir unas gotas en el cátodo.
Prepare dos electrodos, uno de cinc y otro de cobre, empleando disoluciones de sulfato de cobre y sulfato de cinc de concentración molar 1 mol /L y láminas de los metales libres de óxido. Una los electrodos a través de un conductor eléctrico y conectándolos en serie a un voltímetro. Coloque el puente salino (disolución de KCl). Anote la lectura del voltímetro.	Prepara el tubo en U con el soporte. Vierte en los beaker las disoluciones de sulfato de cobre, sulfato de cinc y cloruro de potasio. Llena el tubo en U con la última de las disoluciones antes mencionadas y coloca los tapones al tubo. Sitúa las láminas de cinc y cobre en los cables del voltímetro y ubica en el vaso precipitado que contiene sulfato de cobre la lámina de cobre y en el que contiene sulfato de cinc la lámina de cinc. Después coloca dentro de los beaker el tubo en U ya preparado y anota la lectura del voltímetro.	El usuario selecciona para colocarlos en el área de trabajo los beaker , el voltímetro, el soporte el tubo en U, los pomos de sulfato de cobre , sulfato de cinc y cloruro de potasio. Vierte las disoluciones en los beaker, prepara el tubo en U añadiendo el cloruro de potasio y colocándole los tapones. Sitúa las láminas cinc y cobre en los cables del voltímetro, haciendo clic en estos y al hacer clic nuevamente en cualquiera de las láminas, coloca la de cinc dentro del beaker con sulfato de cinc y la de cobre dentro del beaker con sulfato de cobre. Al hacer clic en el tubo en U coloca cada punta dentro de los beaker en forma de puente. Inmediatamente el voltímetro muestra lectura mediante un mensaje. Se muestra un mensaje de finalización de la práctica.

3.3.2 Práctica de laboratorio virtual “Ensayos redox”.

A continuación se muestran los equipos y utensilios que se utilizan en esta práctica y que presentan un comportamiento particular. De forma análoga a la práctica anterior, se tiene acceso a la tabla periódica descrita; así como a la línea informativa.

Nombre	Imagen	Comportamiento
Balanza Analítica	 <p>Vista ampliada del monitor</p>	<p>Una vez situada en el área de trabajo al pulsar clic sobre ella se <i>muestra</i> u <i>oculta</i> la vista ampliada del monitor.</p> <p>Los únicos botones a los que se les ha incorporado acción son los de encendido (azul más a la izquierda) y los de tarar (tare) situados a ambos extremos de la vista ampliada. Clic sobre el botón de color azul <i>enciende</i> o <i>apaga</i> el equipo. Al dar clic sobre el botón <i>tare</i> la balanza tara el peso del recipiente colocado sobre ella.</p>
Papel de Filtro		<p>Cuando presiona en cualquier momento de la práctica sobre la caja de papel de filtro se muestra/oculta una pila de papeles de filtro sobre la caja. Al hacer clic sobre ellos los selecciona.</p>
Pipeta		<p>Cuando está en el área de trabajo, al hacer clic sobre esta se mueve hacia el vaso para comenzar a pipetear.</p> <p>Una vez que la pipeta contenga la sustancia, se le hace un acercamiento para que el usuario seleccione la cantidad que desee medir, mostrándole también un cartel de ayuda.</p>

En la tabla siguiente se describe lo que se realiza en la práctica real, cómo se procede y qué se observa durante la ejecución del programa.

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
Vierte en tres tubos de ensayos 4 ml de disolución de ácido clorhídrico (1 mol/L) y añade en cada uno, 1 g de magnesio,	Selecciona el ácido clorhídrico, el beaker y la pipeta. Vierte la disolución en el vaso precipitado, pipetea de este la cantidad deseada y la	El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el ácido clorhídrico y la pipeta. Vierte la disolución en el recipiente haciendo clic primero en el pomo de ácido clorhídrico y luego en el recipiente. Llena la pipeta con la ayuda de la pera, seguidamente a la misma se le hace un acercamiento para que seleccione la medida correspondiente, se deposita en el tubo de ensayo, y

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
cinc y cobre. Observe y explique.	añade a los tubos de ensayo. Luego, selecciona los frascos de magnesio, zinc, cobre y los recipientes donde va a pesar, coloca uno por uno sobre la balanza, lo tara y adiciona hasta obtener el peso indicado, así sucesivamente para las 3 sustancias. Después trasvasa los sólidos hacia los tubos de ensayo y observa.	<p>se vuelve a hacer un acercamiento de esta para que el usuario seleccione nuevamente teniendo en cuenta que ya no está llena. De la misma forma se procede para llenar el otro tubo de ensayo.</p> <p>Una vez que los tubos contienen la disolución, el usuario coloca en el área de trabajo el envase que contiene magnesio, un vidrio de reloj para pesar y la balanza analítica. Al hacer clic sobre esta última se muestra la vista ampliada del monitor y al presionar el botón de encendido se enciende la misma. Coloca el vidrio de reloj sobre ella haciendo clic sobre él. Tara su peso pulsando sobre el botón TARE.</p> <p>Selecciona el recipiente que contiene el magnesio y se muestran los botones de adicionar, retirar y terminar (los dos últimos aparecen una vez añadida la primera cantidad).</p> <p>Pulsando sobre los botones adicionar o retirar se incrementa o disminuye el peso de la sustancia.</p> <p>Una vez alcanzado el peso deseado se presiona el botón terminar para retirar el recipiente de la balanza y ambos del espacio de trabajo. De forma análoga se efectúa para pesar el zinc y el cobre.</p> <p>Debe pesar obligatoriamente primero el magnesio, segundo el zinc y por último el cobre. Después estas se adicionan a los tubos de ensayo, haciendo clic en cada vidrio de reloj. Cuando los tubos de ensayos contienen las sustancias aparece una lupa para hacer un acercamiento y observar.</p>
Ponga en un tubo de ensayos 2 ml de disolución de sulfato de hierro (II) (0,1 mol /L) y añada igual volumen de hidróxido de sodio	Selecciona el sulfato de hierro, la pipeta y el beaker. Vierte la disolución en este último y pipetea de esta cantidad deseada y la añade al tubo de	<p>El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el sulfato de hierro y la pipeta. Vierte la disolución en el vaso precipitado, haciendo clic primero en el pomo de sulfato de hierro y luego en el recipiente en el que se encuentra el mismo.</p> <p>Llena la pipeta con la ayuda de la pera, luego se le hace un acercamiento a la misma para que seleccione la medida correspondiente, se deposita en el tubo de ensayo. De igual forma</p>

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
(3 mol/L). Agite. Transfiera parte de la suspensión lograda a un papel extendido y espere unos minutos. Note el color del producto y explique.	ensayo. De igual forma para el hidróxido de sodio. Al tener las dos sustancias en el tubo, lo agita y luego lo transfiere a un papel extendido.	se procede para el hidróxido de sodio. Cuando el tubo contenga la mezcla de las sustancias aparece el botón agitar para agitar. Luego debe seleccionar el soporte para el embudo, un beaker, el embudo y el papel de filtro. Haciendo clic en el tubo se vierte el contenido sobre el papel de filtro. Se espera a que filtre la mezcla, cuando termine aparece un botón retirar para quitar el papel del embudo, retirar el beaker, el soporte y mostrar el papel haciéndole un acercamiento.
Ponga en un tubo de ensayos 2 ml de disolución 0.1 mol /L de yoduro de potasio y añada doble volumen de agua de bromo. Añada 1 ml de tetracloruro de carbono y agite. Observe la coloración de la fase orgánica y explique.	Selecciona el yoduro de potasio, el beaker y la pipeta. Vierte la disolución en el primer recipiente y pipetea la cantidad deseada y la añade al tubo de ensayo. De igual forma para el agua de bromo y el tetracloruro de carbono. Al tener las tres sustancias en el tubo, lo agita y observa la coloración.	El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el yoduro de potasio y la pipeta. Vierte la disolución en este primero, haciendo clic inicialmente en el pomo de yoduro de potasio y luego en el recipiente que lo contiene. Llena la pipeta con la ayuda de la pera, se le hace un acercamiento a la pipeta para que seleccione la medida correspondiente, se deposita en el tubo de ensayo. De igual forma se procede para el agua de bromo y el tetracloruro de carbono. Cuando el tubo contenga la mezcla de las sustancias aparece el botón agitar para agitar. Se acerca el tubo para que observe la coloración.
Ponga en un tubo de ensayos 1 ml de disolución de dicromato de potasio (0.1 mol /L); añada 3 gotas de ácido sulfúrico (1 mol /L) y luego añada, poco a poco y	Selecciona el dicromato de potasio, el beaker y la pipeta. Vierte la disolución en el vaso y pipetea de esta cantidad deseada añadiéndola al tubo de ensayo. Vierte ácido sul-	El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el dicromato de potasio y la pipeta. Vierte la disolución en el vaso precipitado, haciendo clic primero en el pomo de dicromato de potasio y luego en el recipiente que lo contiene. Llena la pipeta con la ayuda de la pera, se le hace un acercamiento a la misma para que seleccione la medida correspondiente y se deposita en el tubo de ensayo. Posteriormente se selecciona un beaker, el pomo de ácido sulfúrico y el gotero, vierte la disolución en el

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
agitando, sulfito de sodio sólido hasta que aparezca una coloración verde. Explique.	fúrico en otro beaker, toma una muestra con el gotero y añade 3 gotas al tubo. Luego adiciona poco a poco y agitando sulfito de sodio sólido hasta que aparece una coloración verde.	vaso y toma una muestra con el gotero. Luego aparecen los botones añadir y terminar , donde el usuario debe pulsar tres veces el primero y después el segundo. A continuación debe traer hacia la meseta el sulfito de sodio sólido, al interactuar con este se mostrará el botón añadir que al presionarlo se agregarán pequeñas porciones de sulfito de sodio sólido al tubo. Inmediatamente aparece el botón agitar , que al pulsarlo se agita el tubo y se acerca para que el usuario observe la coloración obtenida.
Coloque en dos tubos de ensayos 3 mL de disolución de permanganato de potasio (0,1 mol /L), al primero añádale 3 mL de ácido sulfúrico y una pequeña porción de sulfito de sodio sólido. Al segundo añade de 3 ml de hidróxido de sodio (3 mol /L) y una pequeña porción de sulfito de sodio sólido. Espere unos minutos, observe lo ocurrido en ambos tubos de ensayos y explique.	Selecciona el permanganato de potasio, el beaker y la pipeta. Vierte la disolución en el recipiente y pipetea de este la cantidad deseada y la añade a los tubos de ensayo. Añade en un tubo ácido sulfúrico y en el otro hidróxido de sodio. Luego se añade a cada uno de los tubos una pequeña porción de sulfito de sodio sólido y se observa la coloración que toman las mezclas en cada tubo.	El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el permanganato de potasio y la pipeta. Vierte la disolución en el vaso, haciendo clic primero en el pomo de permanganato de potasio y luego en el recipiente en el que este se encuentra. Llena la pipeta con la ayuda de la pera, se le hace un acercamiento a la misma para que seleccione la medida correspondiente, se deposita en el tubo de ensayo, y se vuelve a hacer un acercamiento de ésta para que seleccione nuevamente teniendo en cuenta que ya no está llena. Después se agrega ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, cada uno al tubo correspondiente, de la misma manera que se realizó con el permanganato de potasio. A continuación debe traer hacia la meseta el sulfito de sodio sólido, al interactuar con este se mostrara el botón añadir que al presionarlo se agregaran pequeñas porciones de este compuesto a cada tubo. Seguido de esta operación aparece inmediatamente el botón agitar , que al pulsarlo se agitará el primer tubo y se acercará para que el usuario observe la coloración obtenida, de igual forma se hace para el otro.
Ponga en un tubo de ensa-	Selecciona el iodo, el beaker y	El usuario selecciona para colocar en el área de trabajo el beaker, el iodo y la pipeta. Vierte

Técnica operatoria	Cómo se realiza en la práctica	Cómo se realizan las acciones y qué se observa en el programa
<p>yos 2 mL de disolución acuosa de iodo. Añada poco a poco y agitando hidróxido de sodio (3 mol /L) hasta la desaparición total de la coloración. Explique.</p>	<p>la pipeta. Vierte la disolución en el vaso precipitado y pipetea de este la cantidad deseada y la añade al tubo de ensayo. Luego vierte en otro beaker, toma una muestra con el gotero y añade 3 gotas al tubo.</p>	<p>la disolución en el recipiente, haciendo clic primero en el pomo de iodo y luego en el vaso. Llena la pipeta con la ayuda de la pera, se le hace un acercamiento a la misma para que seleccione la medida correspondiente y se deposita en el tubo de ensayo. Se selecciona un beaker y el matraz que contiene el hidróxido de sodio y el gotero, vierte la disolución en el vaso precipitado y toma una muestra con el gotero. Seguidamente, se muestra un botón adicionar que al presionarlo se añaden gotas de hidróxido de sodio; aparece el botón agitar que al presionarlo se agita el tubo y se le hace un acercamiento para que observe la coloración que toma la muestra.</p>

3.4 Estructura de navegación

El siguiente mapa refleja la estructura de navegación de las dos aplicaciones.

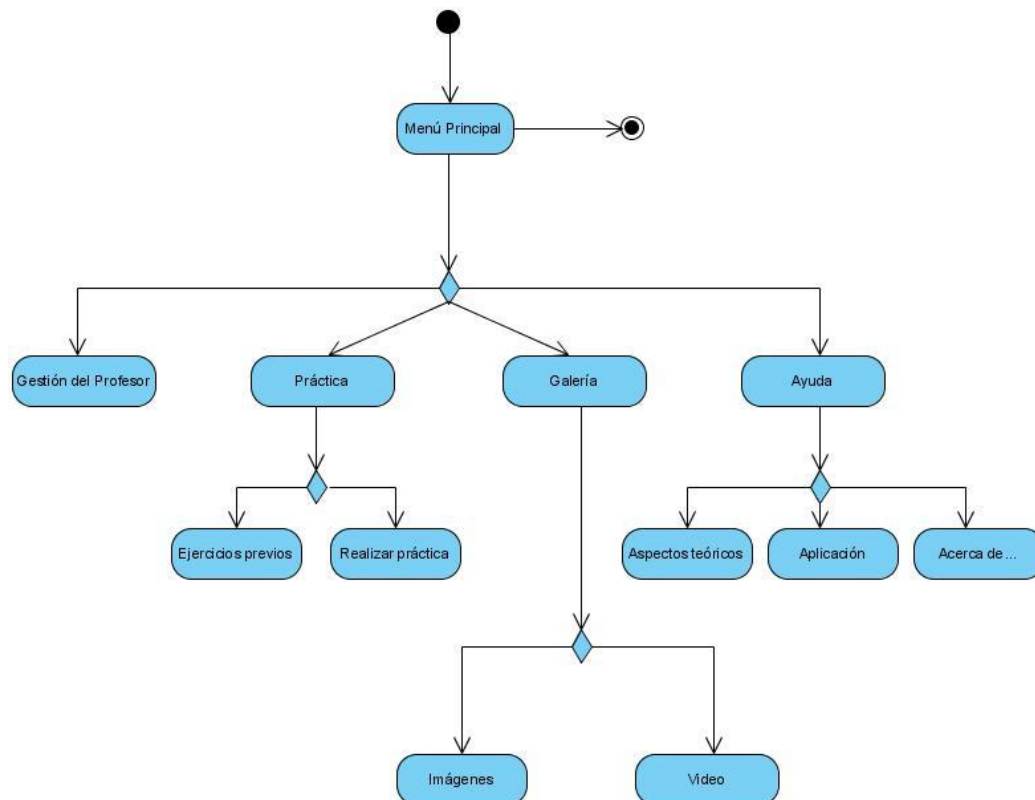


Fig. 3.8 Mapa de navegación.

3.5 Requerimientos

Los requerimientos mínimos necesarios para la ejecución de la aplicación se resumen en:

- CPU: Procesador PENTIUM a 200 MHz de velocidad de procesamiento.
- Memoria: 32 MB de RAM.
- Tarjeta de video SVGA.
- Espacio libre en el disco duro: 700 Mb.
- Lector de CD.
- Kit de multimedia.
- Periféricos: mouse y teclado.

Para abrir las aplicaciones se ejecuta el fichero de igual nombre a la práctica de laboratorio con extensión “.swf” o “.exe” contenidos en el directorio raíz de la carpeta que contiene la aplicación. En caso de no ser cargado por el sistema, se puede

utilizar el reproductor Flash Player, que es portable y se encuentra ubicado en la carpeta de igual nombre en el directorio raíz.

Estos productos de software pueden ser reproducidos desde cualquier medio de almacenamiento masivo.

3.6 Conclusiones parciales

En el presente capítulo se han realizado y documentado las indicaciones para el uso correcto de las aplicaciones. Además se explica detalladamente los aspectos relacionados con la evaluación y desarrollo de las prácticas.

Estas indicaciones sirven de base para el Manual de Usuario de los laboratorios virtuales.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la filmación y edición de videos, que fueron tomados durante la ejecución de las prácticas donde se estudian los procesos que ocurren en la electrólisis, las celdas galvánicas y las reacciones redox. Estas filmaciones forman parte de la ayuda incluida en los software elaborados.
2. Se conformó un banco de datos de gran utilidad para la continuidad de este trabajo, pues se recopilaron y elaboraron imágenes de utensilios y equipos de laboratorio que pueden ser empleados en otras simulaciones de laboratorios virtuales.
3. A partir del Manual de las Prácticas y de los Ejercicios de Preparación se elaboraron los diferentes sistemas de ayuda y evaluación incluidos dentro de los software educativos elaborados.
4. Se elaboró un software que simula los procesos de electrólisis y celdas galvánicas que se realizan en un laboratorio químico.
5. Se elaboró un software que simula los ensayos redox que se realizan en un laboratorio químico.

RECOMENDACIONES

1. Continuar desarrollando aplicaciones para simular las prácticas de laboratorios de las carreras de perfil químico con el objetivo de apoyar la autopreparación de los estudiantes para el laboratorio real.
2. Crear una aplicación que englobe todo el conjunto de prácticas de laboratorio en un solo software educativo, aprovechando las ventajas de la reutilización de códigos y definiendo una misma línea de diseño visual e ingenieril.
3. Utilizar y ampliar el banco de representaciones e imágenes de utensilios y equipos de laboratorios para la confección de futuras prácticas de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLESTEROS, R. 2003. *Estrategia didáctica para la selección y ejecución de las prácticas de laboratorio sobre sistemas supervisores en la Carrera en Ingeniería en Automática*. Tesis de Doctorado, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- BOOCH, G. (ed.) 2000. *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia*, Madrid.
- BURGOS, Y. 2003. *Desarrollo de la Presentación Web de Química Virtual para la Enseñanza de la Química General y Experimental en la UCLV*. Trabajo de Diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
- ENGELS, G. 2011. *Integrating Software Engineering and User-centred Design for Multimedia Software Developments* [Online]. Available: <http://www.wcs.upb.de/cs/ag-engels/Papers/2003/EngelsSauerNeu-HCC03.pdf>.
- HERNÁNDEZ, N. 2011. *Sitio Web "Química Virtual" 2.0*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- JACOBSON, I. 2004. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Madrid, Editorial Addison.
- KRUCHTEN, P. 2011. *A Rational Development Process* [Online]. Available: <http://www.rational.com/media/whitepapers/xtalk.pdf>.
- MES (ed.) 1991. *Documento base para la elaboración de los Planes de Estudio*, La Habana.
- MOLINA, Y. 2012. *Simulación de prácticas de laboratorio como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General*. Trabajo de Maestría, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- MONGE-NÁJERA, J. 2011. *La evolución de los Laboratorios Virtuales*. Available: <http://campusvirtual.libertadores.edu.co/portafolio/Vlabs/info03.htm>.
- PEDROSO, J. 2007. *EL SOFTWARE EDUCATIVO "UN MUNDO MEJOR ES POSIBLE" COMO MEDIO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS RELACIONADOS CON LOS PROBLEMAS AMBIENTALES LOCALES EN DÉCIMO GRADO*. Master en Nuevas Tecnologías para la Educación, Centro Universitario "José Martí".

- PRESSMAN, R. S. 2005. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*, La Habana.
- RIZO, L. 2002. *Multimedia para la educación*, La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
- RODRÍGUEZ, Y. 2007. *Modelo Teórico Metodológico para el Perfeccionamiento del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química General*. Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- RUMBAUGH, J. 2000. *El Lenguaje Unificado de Modelado. Guía de Usuario*, Editorial Addison.
- SAUER, S. 2012. *Extending UML for Modeling of Multimedia Applications*. [Online]. Available: <http://www.itec.uni-klu.ac.at/~harald/proseminar02/sauer1.pdf>.
- ULIZARNA, J. L. 2012. Tecnologías Multimedia en el ámbito educativo. Available: <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n10/n10art/art104.htm>.
- YOSHIDA, Y. 2000. Virtual chemical education – agent oriented global education system for chemistry. *Chemical Education Journal*, Vol. 4, No. 1.

ANEXOS

Anexo I. Casos de uso del sistema

Nombre del caso de uso: Trasvasar líquido.	
Actor	Usuario
Propósito	Seleccionar correctamente los recipientes, en base al paso correspondiente de la técnica operatoria.
Resumen	El usuario vierte el líquido de un recipiente a otro.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 Selecciona el recipiente que contiene el líquido. 2 Selecciona el recipiente en el que va a verter el líquido.	1.1 El sistema muestra una animación cogiendo el recipiente que contiene el líquido. 2.1 El sistema muestra una animación vertiendo el líquido de un recipiente a otro.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para verter el líquido, el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.

Tabla 2.10 Descripción del caso de uso Trasvasar líquido

Nombre del caso de uso: Consultar galería de video	
Actor	Usuario
Propósito	Mostrar al usuario videos asociados a la práctica de laboratorio virtual.
Resumen	El caso de uso inicia cuando el usuario presiona sobre el botón <i>Galería de videos</i> , mostrándose una galería de videos asociados a la práctica de laboratorio virtual.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario presiona sobre el botón <i>Galería de videos</i> .	1.1 El sistema muestra una galería de videos asociados a la práctica de laboratorio virtual, permitiendo la posibilidad de navegar sobre estos.

Tabla 2.11 Descripción del caso de uso Consultar galería de video.

Nombre del caso de uso: Consultar " aspectos teóricos "	
Actor	Usuario
Propósito	Mostrar información teórica relacionada con la práctica de laboratorio.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario presiona el botón <i>Aspectos teóricos</i> , mostrándose información teórica relacionada con la práctica de laboratorio.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El actor presiona el botón <i>Aspectos teóricos</i>	1.1 El sistema muestra información teórica relacionada con la práctica de laboratorio.

Tabla 2.12 Descripción del caso de uso Consultar "aspectos teóricos"

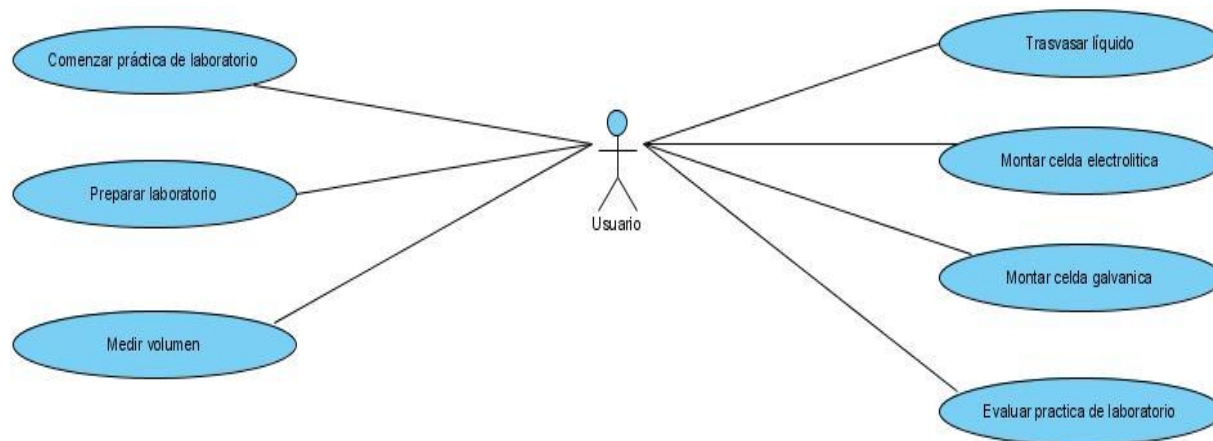
Nombre del caso de uso: Medir volumen.	
Actor	Usuario
Propósito	Seleccionar el utensilio correcto y medir el volumen especificado en el paso de la técnica operatoria por el cual atraviesa.
Resumen	El usuario selecciona el utensilio y elige el volumen correcto.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona el utensilio adecuado para medir el volumen 2 El usuario hace clic en la medida para elegir el volumen correcto.	1.1 El sistema muestra una vista ampliada del utensilio. 1.2 El sistema muestra un mensaje de información de cómo seleccionar el volumen. 2.1 El sistema muestra una animación vertiendo la cantidad seleccionada.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para medir volumen el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.
2.1	Si el usuario selecciona un valor de medida incorrecto el sistema muestra un mensaje de error y le permite rectificar su selección.

Tabla 2.13 Descripción del caso de uso Medir volumen

Nombre del caso de uso: Agitar disolución.	
Actor	Usuario
Propósito	Acelerar el proceso de reacción de las sustancias.
Resumen	El usuario agita la disolución
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario hace clic en el botón agitar	1.1 El sistema muestra una animación de una mano agitando la disolución.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
1.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para verter el líquido el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.

Tabla 2.14 Descripción del caso de uso Agitar disolución

Anexo II. Diagramas de casos de uso del sistema correspondientes a la aplicación: Práctica de laboratorio virtual “Electrólisis y Celdas Galvánicas”.



Nombre del caso de uso: Montar celda electrolítica	
Actores	Usuario
Propósito	Preparar correctamente la celda electrolítica indicada en la técnica operatoria
Resumen	El usuario prepara el tubo en U en su soporte, le añade la disolución y le introduce los cables de la fuente, junto con los carbones. Selecciona la cantidad de volts y enciende la fuente para comenzar el proceso.

Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona la fuente 2 El usuario selecciona los carbones 3 El usuario selecciona los cables de la fuente 4 El usuario pulsa en el botón de encender la fuente.	1.1 El sistema muestra una animación colocando la fuente sobre el área de trabajo. 2.1 El sistema muestra una animación colocando los carbones en los cables de la fuente. 3.1 El sistema muestra una animación moviendo los cables que sujetan los carbones hacia dentro del tubo en U 4.1 El sistema visualiza una animación del proceso electrólisis.
Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
2.1	Si la fuente no está colocada en el área de trabajo el sistema muestra un mensaje de error.
3.1	Si el usuario no ha preparado el tubo en U o no ha colocado los carbones en la fuente el sistema muestra un mensaje de error.
4.1	Si la cantidad de volts no es la correcta el sistema muestra un mensaje de error informándole.

Nombre del caso de uso: Montar celda galvánica	
Actores	Usuario
Propósito	Preparar correctamente la celda de Daniels indicada en la técnica operatoria
Resumen	El usuario prepara los vasos con las correspondientes disoluciones. Coloca los electrodos de zinc y carbón dentro de los respectivos vasos. Luego ubica el puente salino.
Curso normal de los Eventos	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
1 El usuario selecciona el voltímetro 2 El usuario selecciona las láminas de zinc y carbón 3 El usuario selecciona los cables del voltímetro. 4 El usuario selecciona el puente salino dentro de los vasos	1.1 El sistema muestra una animación colocando el voltímetro sobre el área de trabajo. 2.1 El sistema muestra una animación colocando las láminas en los cables del voltímetro. 3.1 El sistema muestra una animación moviendo los cables que sujetan las láminas hacia dentro de los vasos. 4.1 El sistema muestra una animación moviendo el tubo en U hacia dentro de los vasos y entonces indica la lectura del voltímetro mediante un mensaje.

Curso alternos de los Eventos	
Acción	Curso alternativo
2.1	Si el voltímetro no está colocado en el área de trabajo el sistema muestra un mensaje de error.
3.1	Si el usuario no ha preparado los vasos con las disoluciones el sistema muestra un mensaje de error.
4.1	Si el puente salino no está preparado el sistema muestra un mensaje de error.

Anexo III. Código de implementación de la evaluación de la práctica



Evaluaciones

	Ejercicios Previos		P. Electrólisis		P. Celda de Daniels		
Nombre	Errores	Puntos	Errores	Puntos	Errores	Puntos	Final
usuario	4	65	1	90	2	87	79

Menu Principal

```

import mx.transitions.*;
import mx.transitions.easing.*;
import flash.filters.BlurFilter;
import mx.controls.Alert;
import mx.styles.CSSStyleDeclaration;
stop();
goprincipal_btn.onRelease = function() {
    salirmenup();
};
infoep_btn.onRelease = function() {
    infousuarioep();
};
infoeval_btn.onRelease = function(){
    alerteval();
}
//VENTANAS DE ALERTA
Alert.buttonHeight = 24;
Alert.buttonWidth = 86;
_global.styles.Alert.setStyle("backgroundColor", "0xF0F0F0");
_global.styles.Alert.setStyle("themeColor", "haloBlue");
_global.styles.Alert.setStyle("fontFamily", "Calibri");
_global.styles.Alert.setStyle("fontSize", "13");
//MANIPULADORES DE ALERTAS
var myClickHandler:Function = function (evt_obj:Object) {
    if (evt_obj.detail == Alert.OK) {

```



```

        gotoAndPlay("home");
    }
};
//FUNCIONES PARA MOSTRAR LAS VENTANAS DE ALERTAS
function salirmenup() {
    Alert.okLabel = "Si";
    Alert.cancelLabel = "No";
    Alert.show("¿Desea salir al Menú Principal?", "Electrólisis y Celda Galvánicas", Alert.OK | Alert.CANCEL, this, myClickHandler, "iconalert01", Alert.CANCEL);
}
function alerteval(){
    Alert.okLabel = "Aceptar";
    Alert.show("Si su evaluación no aparece en la tabla asegúrese de haber realizado completamente la práctica virtual.", "Electrólisis y Celdas Galvánicas", Alert.OK, this, nohandle, "info", Alert.OK);
}
//llenar tabla con datos del arreglo
//arreglos de nombres de los campos de la tabla por columnas
nombres_array = new Array(name01_txt,name02_txt,name03_txt,name04_txt);
riep_array = new Array(riep01_txt,riep02_txt,riep03_txt,riep04_txt)
eep_array = new Array(eep01_txt,eep02_txt,eep03_txt,eep04_txt);
ecpv_array = new Array(ecpv01_txt,ecpv02_txt,ecpv03_txt,ecpv04_txt);
epv_array = new Array(epv01_txt,epv02_txt,epv03_txt,epv04_txt);
ecpvcd_array = new
Array(ecpvcd01_txt,ecpvcd02_txt,ecpvcd03_txt,ecpvcd04_txt);
epvcd_array = new Array(epvcd01_txt,epvcd02_txt,epvcd03_txt,epvcd04_txt);
efinal_array = new
Array(efinal01_txt,efinal02_txt,efinal03_txt,efinal04_txt);
var pos = 0;
if(puntuaciones_array.length == 0){
    alerthistorial01();
}
else{
    for(j=0;j<puntuaciones_array.length;j++){
//TOMAR DEL ARREGLO SOLO LOS QUE TERMINARON LA PRÁCTICA Y LOS EJERCICIOS
//PREVIOS
        if(puntuaciones_array[j].pvreal == 1){//Encontró uno evaluado completamente
            nombres_array[pos].text = puntuaciones_array[j].nombre;
            riep_array[pos].text = puntuaciones_array[j].errorejercicios;
            eep_array[pos].text = puntuaciones_array[j].evalejercicios;
            ecpv_array[pos].text = puntuaciones_array[j].errorpracticaEl;
            epv_array[pos].text = puntuaciones_array[j].evalpracticaEl;
            ecpvcd_array[pos].text = puntuaciones_array[j].errorpracticaCD;
            epvcd_array[pos].text = puntuaciones_array[j].evalpracticaCD;
            pos++;
        }
        var ep = 0; //para asignar el valor de la puntuación en ejercicios previos
        var pvEl = 0; //para asignar el valor de la puntuación en la práctica
        var pvCD = 0;
        var evalfinal = 0;
        for(z=0;z<pos;z++){ // llenar los campos EVALUACIÓN FINAL
            ep = eep_array[z].text;

```

```

        pvEl = epv_array[z].text;
        pvCD = epvcd_array[z].text;
        evalfinal = ep*4/10 + pvEl*3/10 + pvCD*3/10 ;
        efinal_array[z].text = Math.round(evalfinal);
    }
}

```

Anexo IV. Código asociado a la interacción con la fuente.

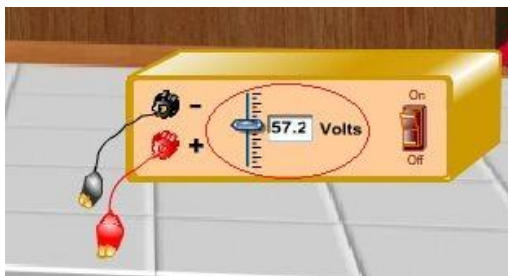


```

fuente_mc.fuenteint_mc.onPress = function(){
    if(fuente == 0){
        fuente_mc.gotoAndPlay("fuente0");
    }else if(fuente==5){
        alert01();
    }else lineainfpractica_mc.inf_mc.info_txt.text =
    "Verifique que está pulsando sobre el botón deseado.";
}

```

Código asociado a la selección de la cantidad de volts y a mostrar los volts en la pantalla de la fuente.



```

top = vol._y;
left = vol._x;
right = vol._x;
bottom = vol._y+100;
level = 100;

```

```

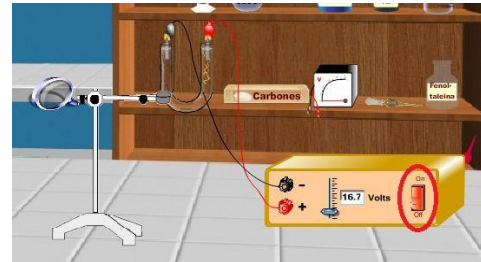
//
vol.onPress = function() {
    if(_root.fuente_mc.apagar_mc._visible == false){
        startDrag("vol", false, left, top, right, bottom);
        dragging = true;}
    else _root.alert13();

};
vol.onRelease = function() {
    stopDrag();
    dragging = false;
};
vol.onReleaseOutside = function() {
    dragging = false;
};
//
this.onEnterFrame = function() {
    if (dragging) {
        level = 100-(vol._y-top);
        _root.volts = level;

    } else {
        if (level>100) {
            level = 100;
        } else if (level<0) {
            level = 0;
        } else {
            vol._y = -level+100+top;
        }
    }
    sound.setVolume(level);
};

```

Momento en que se chequea que la cantidad de volts sea la correcta al intentar encender la fuente.



```
fuelle_mc.encender_mc.onPress = function(){  
    if(cables==2 && ( volts > 10 && volts < 30)){  
        fuente_mc.encender_mc._visible = false;  
        fuente_mc.apagar_mc._visible = true;  
        zoomM_btn._visible = true ;  
        tubo_mc.gotoAndPlay("Inicio_del_proceso");  
        linea_infpractica_mc.inf_mc.info_txt.text = "Para  
acercar el tubo en U haga clic en la lupa."  
    }  
    else alert03();  
}
```