

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS



**SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL APOYO EN LA  
ENSEÑANZA EN LOS LABORATORIOS DE LAS MATERIAS  
DE QUÍMICA GENERAL I, II DE LA FACULTAD DE  
QUÍMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD DE EL  
SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**SALVADOR DE JESÚS CHACÓN SÁNCHEZ**

**JORGE ERNESTO GUTIÉRREZ SANDOVAL**

**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ SANDOVAL**

**PEDRO LUIS POZO MONTERROSA**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**DOCTOR EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

DIRECTOR:

**ING. RUDY WILFREDO CHICAS VILLEGAS**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Título:

**SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL APOYO EN LA  
ENSEÑANZA EN LOS LABORATORIOS DE LAS  
MATERIAS DE QUÍMICA GENERAL I, II DE LA  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Presentado por:

**SALVADOR DE JESÚS CHACÓN SÁNCHEZ**

**JORGE ERNESTO GUTIÉRREZ SANDOVAL**

**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ SANDOVAL**

**PEDRO LUIS POZO MONTERROSA**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**ING. BORIS ALEXANDER MONTANO NAVARRETE**

SAN SALVADOR, MAYO DE 2021

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**ING. BORIS ALEXANDER MONTANO NAVARRETE**

## Agradecimientos

A mi padre, que siempre con su esfuerzo me animó a seguir estudiando y a completar este desafío. Porque desde el principio tuvo mucha comprensión y estuvo ahí para recordarme que las cosas no siempre son fáciles de lograr. Porque desde siempre dejó muchas cosas de lado con tal que tuviera la oportunidad de llegar hasta aquí. Gracias papá.

A mis compañeros por haber dado lo mejor que podían, por haber sido ánimo y esmero, por haber sido apoyo y también por haber sido en ocasiones auxilio.

A nuestro docente asesor por habernos guiado, por haber apuntado nuestras fallas y observarnos las cosas que se podían mejorar, de manera que no solo pudiésemos finalizar exitosamente esta etapa, si no para que lo aprendido nos sirva en el futuro en el camino que cada uno de nosotros escoja seguir.

Mención especial para Tania Contreras, por recordarme que la paciencia muchas veces es un ejercicio difícil de realizar, y que aún con los desvelos y el mal humor, tuvo destellos de alegría, de comprensión y de amor para estar ahí cuando era justo y necesario.

Salvador Chacón

\_\_\_\_\_.

A mis padres, ya que sin ellos y su incondicional apoyo no hubiese sido posible llegar hasta aquí y cumplir este objetivo, pues con mucho esfuerzo y amor dieron siempre el respaldo y la confianza necesaria durante todo este largo proceso. Es un logro con especial dedicatoria para ellos.

Al equipo, pues fueron muy trabajadores y responsables durante todo el proceso. Se presentaron diversas dificultades, pero juntos supimos afrontarlas y superarlas y así concluir con este difícil proyecto.

A nuestro asesor, que nos guió a través de este proceso de trabajo de graduación y tuvo la paciencia y comprensión necesaria para apoyarnos a pesar de las dificultades suscitadas en tiempos tan atribulados.

Pedro Pozo

## Índice

1.	Introducción.....	8
2.	Objetivos.....	9
2.1	Objetivo General .....	9
2.2	Objetivos Específicos.....	9
3.	Marco Teórico.....	10
3.1	La Química y la importancia de su enseñanza. ....	10
3.1.1	¿Qué es la Química?.....	10
3.1.2	La importancia de su enseñanza.....	10
3.1.3	Implementación de la tecnología. ....	11
4.	Antecedentes .....	13
4.1	La Facultad de Química y Farmacia.....	13
4.2	Misión y Visión de la Facultad de Química y Farmacia.....	15
4.3	La Carrera de Química y Farmacia .....	15
4.4	Las materias de Química General I y II.....	15
4.5	Disposición de los laboratorios .....	16
5.	Situación Actual .....	17
5.1	Descripción.....	17
5.1.1	Tarea de investigación .....	18
5.1.2	Hoja de seguridad .....	18
5.1.3	Prelaboratorio.....	18
5.1.4	Registro de resultados del Proceso experimental.....	18
5.1.5	Evaluación de resultados .....	18
5.1.6	Reporte de práctica de laboratorio.....	18
5.1.7	Observaciones.....	18
5.1.8	Conclusión .....	18
5.2	Diagrama de Procesos.....	20
5.2.1	Realizar practica de laboratorio.....	20
5.2.2	Publica guía de preparación para el laboratorio .....	21
5.2.3	Preparación para Laboratorio.....	22
5.2.4	Realiza practica de laboratorio .....	23
5.3	Estructura .....	24
6.	Metodología.....	25
6.1	Selección de la Metodología .....	25
6.1.1	Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas.....	25

6.1.2	Metodología Ágil.....	26
6.1.3	Análisis y Diseño de Sistemas Orientado a Objetos.....	26
6.2	Técnicas a Utilizar para el Desarrollo del Proyecto.....	30
6.3	Estándares a Utilizar para el Desarrollo del Proyecto.....	32
6.3.1	Estándares para el Análisis.....	32
6.3.2	Estándares para el diseño .....	32
6.3.3	Estándares de Programación .....	32
6.3.4	Estándares para la Documentación. ....	32
7.	Formulación del Problema.....	33
7.1	Diagrama Causa-Efecto .....	33
7.1.1	Análisis del diagrama Causa y Efecto.....	35
7.2	Diagrama de Pareto.....	36
7.3	Diagrama A-B (Estado Actual – Estado Deseado) .....	37
7.4	Definición del problema.....	38
8.	Factibilidad.....	39
8.1	Factibilidad Técnica .....	39
8.1.1	Software .....	39
8.1.2	Hardware.....	41
8.1.3	Conclusión factibilidad técnica .....	41
8.2	Factibilidad Económica.....	42
8.2.1	Costo del Proyecto .....	42
8.2.2	Beneficio Social .....	46
8.3	Factibilidad Operativa .....	49
9.	Justificación.....	50
10.	Importancia .....	51
11.	Alcances .....	52
12.	Limitaciones .....	53
13.	Planificación de Recursos.....	54
14.	Estándares.....	56
14.1	Estándares para el Análisis.....	56
14.1.1	Documentación de los Casos de Uso .....	56
14.1.2	Simbología para los Diagramas de Casos de Uso.....	57
14.1.3	Estándar para Diagramas de Clases.....	58
14.2	Estándares para el Diseño.....	59
14.2.1	Estándares para Diagramas de Clases .....	59

14.2.2	Estándares para Diagramas de Secuencia .....	59
14.2.3	Estándares para elementos de la Base de Datos.....	61
14.2.4	Estándares para el Diseño de Interfaces.....	62
14.3	Estándares de Programación .....	66
14.4	Estándares para la Documentación .....	68
15.	Determinación de Requerimientos.....	69
15.1	Requerimientos funcionales. ....	69
15.2	Requerimientos no funcionales .....	78
16.	Casos de uso.....	80
16.1	Identificación de actores.....	80
16.2	Diagrama de Casos de Uso del Sistema .....	80
16.3	Descripción de los Casos de Uso .....	82
16.3.1	Caso de uso: Iniciar Sesión.....	82
16.3.2	Caso de uso: Gestionar Usuarios .....	82
16.3.3	Caso de uso: Crear Usuario.....	83
16.3.4	Caso de uso: Editar Usuario .....	83
16.3.5	Caso de uso: Consultar Usuario .....	84
16.3.6	Caso de Uso: Usar Conductímetro .....	84
16.3.7	Caso de Uso: Configurar pH-Metro.....	86
16.3.8	Caso de Uso: Medir pH de una Sustancia .....	87
16.3.9	Caso de Uso: Valoración Ácido-Base.....	88
16.3.10	Caso de Uso: Tabla Periódica .....	89
16.3.11	Caso de Uso: Velocidad de Reacción.....	90
16.3.12	Caso de Uso: Equilibrio Químico.....	94
16.3.13	Caso de Uso: Formación de Iones .....	97
16.3.14	Caso de uso: Calorímetro a presión constante .....	98
16.3.15	Caso de Uso: Geometría de Moléculas.....	99
16.3.16	Caso de Uso: Estequiometria de los Gases .....	100
16.3.17	Caso de Uso: Calorímetro de Bomba a Volumen Constante .....	101
16.3.18	Caso de Uso: Celda Galvánica .....	102
16.3.19	Caso de uso: Gestionar Sustancias.....	103
16.3.20	Caso de uso: Crear Sustancia .....	104
16.3.21	Caso de uso: Editar Sustancia.....	104
16.3.22	Caso de uso: Eliminar Sustancia .....	105
16.3.23	Caso de uso: Consultar Sustancia.....	105

16.3.24	Caso de uso: Registrarse .....	106
16.3.25	Caso de uso: Gestionar Laboratorio.....	106
16.3.26	Caso de uso: Crear Laboratorio.....	107
16.3.27	Caso de uso: Editar Laboratorio.....	108
16.3.28	Caso de uso: Consultar Laboratorio.....	108
16.3.29	Caso de uso: Gestionar Asignación de Sustancias a Experimentos .....	108
16.3.30	Caso de uso: Crear Asignación de Sustancias a Experimentos .....	109
16.3.31	Caso de uso: Eliminar Asignación de Sustancias a Experimentos.....	110
17.	Modelo del dominio.....	111
18.	Diseño de Interfaces .....	112
18.1	Iniciar Sesión .....	112
18.2	Gestionar usuarios .....	112
18.3	Editar Usuarios .....	113
18.4	Consultar Usuarios .....	113
18.5	Nuevo Usuario.....	114
18.6	Tabla Periódica .....	114
18.7	Realizar valoración Ácido-Base .....	115
18.8	Medir pH de una Sustancia .....	115
18.9	Configurar pH-Metro.....	116
18.10	Calorímetro a Presión Constante.....	116
18.11	Calorímetro de Bomba a Volumen Constante.....	117
18.12	Equilibrio Químico .....	117
18.13	Velocidad de Reacción.....	118
18.14	Formación de Iones .....	118
18.15	Usar Conductímetro .....	119
18.16	Estequiometría de los Gases.....	119
18.17	Celda Galvánica.....	120
18.18	Gestionar Sustancias.....	120
18.19	Nueva sustancia .....	121
18.20	Editar Sustancia .....	121
18.21	Consultar sustancia .....	122
18.22	Gestionar asignar sustancia a experimento .....	122
18.23	Nueva asignación de sustancia a experimento .....	123
18.24	Gestionar laboratorios.....	123
18.25	Nuevo laboratorio.....	124

18.26	Editar laboratorio.....	124
18.27	Bitácora del sistema.....	125
18.28	Bitácora de experimentos.....	125
19.	Diagramas de Secuencia del Sistema.....	126
19.1	Caso de uso: Iniciar Sesión .....	126
19.2	Caso de uso: Gestionar usuarios .....	127
19.3	Caso de uso: Editar Usuarios.....	128
19.4	Caso de uso: Consultar Usuario .....	129
19.5	Caso de uso: Nuevo Usuario .....	130
19.6	Caso de uso: Configurar pH-Metro .....	131
19.7	Caso de uso: Medir pH de una sustancia .....	132
19.8	Caso de uso: Valoración Ácido Base.....	133
19.9	Caso de Uso: Usar Conductímetro .....	134
19.10	Caso de Uso: Formación de Iones.....	135
19.11	Caso de Uso: Tabla Periódica.....	136
19.12	Caso de Uso: Estequiometria De Los Gases.....	137
19.13	Caso de uso: Celda Galvánica .....	138
19.14	Caso de Uso: Equilibrio Químico.....	139
19.15	Caso de Uso: Velocidad de Reacción.....	140
19.16	Caso de Uso: Calorímetro de Bomba a Volumen Constante.....	141
19.17	Caso de uso: Gestionar Sustancias .....	142
19.18	Caso de uso: Agregar Sustancia .....	143
19.19	Caso de uso: Editar Sustancia .....	144
19.20	Caso de uso: Consultar Sustancia .....	145
19.21	Caso de uso: Consultar Molécula .....	146
20.	Diagrama de Clases.....	147
21.	Modelo Conceptual de Base de Datos.....	148
22.	Modelo Lógico de Base de Datos.....	149
23.	Modelo físico de Base de Datos.....	150
24.	Diccionario de Datos .....	151
25.	Pruebas de Funcionamiento. ....	151
25.1	iniciar-sesion.....	151
25.2	Registrarse.....	153
25.3	Restaurar contraseña .....	155
25.4	Nuevo usuario .....	157

25.5	Editar usuario .....	159
25.6	Nueva sustancia .....	161
25.7	Editar sustancia .....	164
25.8	Nueva asignación sustancia a experimento.....	166
25.9	Nuevo laboratorio .....	168
25.10	Editar laboratorio.....	170
25.11	cambiar-clave.....	172
25.12	Página principal.....	174
25.13	Consulta de sustancias relacionadas a un experimento .....	176
25.14	Pruebas de validación uso de equipos en experimentos .....	177
25.15	Pruebas de validación uso de sustancias en experimentos .....	178
25.16	Bomba calorimétrica a volumen constante.....	179
25.17	Calorímetro a presión constante .....	182
25.18	Celda Galvánica.....	184
25.19	Conductivímetro .....	185
25.20	Equilibrio Químico .....	186
25.21	Estequiometría de los Gases.....	187
25.22	Formación de Iones .....	189
25.23	Geometría de Moléculas .....	190
25.24	Ácidos y Bases.....	191
25.25	Configurar pH-Metro .....	194
26.	Pruebas con usuarios. ....	195
26.1	Realización de pruebas.....	195
26.2	Encuesta sobre la experiencia con la plataforma .....	197
27.	Manuales de Usuario .....	198
28.	Manuales de Instalación .....	198
29.	Manual Técnico.....	198
30.	Plan de Implementación .....	198

## 1. Introducción

En la facultad de Química y Farmacia, los docentes que imparten las materias de Química General I, II históricamente han hecho uso de los recursos que han estado a su alcance para impartir las clases teóricas y desarrollar las prácticas de laboratorio.

Las prácticas de laboratorio constituyen la esencia de la carrera de Química y Farmacia, pues con estas prácticas se proporciona al estudiante la posibilidad de observar y comprobar personalmente toda una serie de hechos y leyes que rigen los principios aprendidos mediante las clases teóricas. Cada experimento desarrollado en una práctica de laboratorio exige que el estudiante resuelva un problema, mediante la interpretación de sus propias observaciones y mediciones.

Sin embargo, se ha detectado una dificultad en esta metodología de enseñanza, aprendizaje. Muchas veces, los docentes han necesitado hacer uso de recurso pedagógico extra para reforzar el conocimiento que el estudiante adquiere. Por ejemplo, mostrarle al estudiante cómo se comportan los diversos elementos involucrados en un experimento sin necesidad de acudir a una práctica de laboratorio, pero del mismo modo hacerlo de un modo más ilustrativo que no se puede alcanzar solamente con una demostración teórica.

Según los antecedentes de las materias de Química y General I, II los docentes hacen uso de ilustraciones y diagramas que facilitan el aprendizaje de los estudiantes de dichas materias, eso nos lleva a plantearnos un problema, a tratarlo con base a enfoque de sistemas, revisar las factibilidades, justificar la realización del proyecto y definir tiempos de entrega, presentación y seguimiento.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Desarrollar un Sistema informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una investigación preliminar que permita analizar la situación actual de la enseñanza en los laboratorios de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Obtener los requerimientos del sistema para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Diseñar el Sistema informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Construir el Sistema informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Documentar el Sistema informático para el apoyo en la enseñanza de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Elaborar el plan de implementación del sistema para el apoyo en la enseñanza de las materias de química general I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1 La Química y la importancia de su enseñanza.**

##### **3.1.1 ¿Qué es la Química?**

La Química es una ciencia que intenta explicar las propiedades macroscópicas de la materia a partir de su estructura conformada por entidades submicroscópicas (partículas). Así, a partir de objetos concretos y visibles la Química crea conceptos y abstracciones, y forma modelos que presentan una interpretación de la naturaleza para dar una visión coherente de la realidad. Para lograr esta interpretación, se definen las partículas básicas: los átomos, que a su vez pueden formar entidades más complejas como compuestos iónicos y moléculas, a través de la formación de enlaces químicos. Pero estos modelos no solo permiten a la Química describir el mundo en que vivimos, sino que pueden además predecir la formación y propiedades de materia no existente. Así, esta disciplina no solo es capaz de comprender la materia que existe en la naturaleza, sino que también crea nueva materia.

##### **3.1.2 La importancia de su enseñanza.**

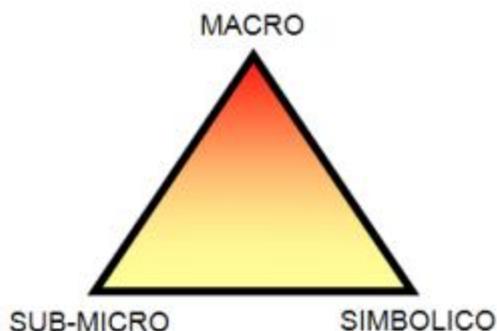
¿Por qué se debe enseñar Química? Vivimos en un mundo moderno, en el cual existe una gran dependencia de la tecnología y de los nuevos materiales. Poder sostener cierto nivel de calidad de vida requiere del suministro permanente de alimentos y medicamentos, además de grandes cantidades de energía. El modo de vida actual depende mucho de la Química o al menos de los conocimientos básicos de la misma.

Por otro lado, respecto al estilo de vida moderno también genera nuevos problemas como el calentamiento global, el agujero en la capa de ozono, la contaminación del aire en las grandes ciudades, la gran cantidad de desechos que son generados, la calidad del agua, etc. La Química es parte de la solución a estos problemas.

Es, pues, importante que la población posea un conocimiento científico mínimo, por un lado, para tener un entendimiento básico de cómo funcionan las cosas a su alrededor, para poder comprender los descubrimientos y problemas que desafían a la ciencia y a la sociedad hoy en día. Y, por otro lado, también le permitirá tomar decisiones fundamentadas y responsables sobre los problemas en el mundo. Esto es lo que algunos investigadores han denominado alfabetización científica (DE BOER 2000).

Para la mayoría de los estudiantes, los cursos de Química son considerados difíciles porque se les presenta principalmente como una gran acumulación de información abstracta y compleja. Y aún más, para aprender los principios de esta ciencia deben también conocer y dominar su propio lenguaje, su simbología.

Como se mencionó antes, la Química estudia el mundo real y crea modelos para representarlo y así poder explicar sus características y propiedades. Por lo tanto, parte de la dificultad para los estudiantes radica en que requiere de un aprendizaje en múltiples niveles, lo que ha sido representado en la literatura por el gráfico siguiente:



**Imagen 3.1:** Los tres niveles conceptuales de la química (JOHNSTONE, 2006)

- A nivel macroscópico: se describe la realidad observable, la materia y sus cambios. Está relacionado con nuestra experiencia cotidiana, con fenómenos observables, propiedades de la materia, mediciones, etc.
- A nivel submicroscópico: se presenta la estructura de la materia basada en partículas básicas invisibles (átomos y moléculas) para lo cual se crean modelos teóricos. Requiere de una gran capacidad de abstracción e imaginación.
- A nivel simbólico: se necesitan formas para representar los modelos, se definen símbolos y nomenclatura (fórmulas y ecuaciones) con reglas y formalismos que seguir.

### 3.1.3 Implementación de la tecnología.

Es muy difícil que un estudiante, sin guía o entrenamiento previo, pueda relacionar y manejar información en estos tres niveles conceptuales. Y, además, en la enseñanza de la Química debe haber un balance entre ellos, por ejemplo, un exceso en el aspecto descriptivo (nivel macroscópico) conduce a la memorización de propiedades y hechos y, por otro lado, en cambio, una excesiva concentración en el aspecto simbólico o submicroscópico lo vuelve teórico y demasiado abstracto. El aprendizaje se favorece si se combinan adecuadamente los tres niveles conceptuales. Se debe intentar mantener siempre la conexión entre el mundo real y cotidiano, y el conocimiento teórico.

Es importante recordar que el objetivo de los cursos de Química no se limita a la asimilación de hechos, teorías, fórmulas y ecuaciones, se debe más bien enfatizar la razón e importancia que este conjunto interrelacionado de conocimientos tiene para nuestras vidas y para nuestro futuro. Parte del objetivo de un curso de este tipo es enseñar a los estudiantes a observar y a cuestionar su propio entendimiento de la realidad. Además, la simple asimilación de información sin la capacidad de relacionarlos y aplicarlos para comprender la realidad (como los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, la razón de las propiedades de los materiales que utilizamos, el funcionamiento de la vida misma) es una actividad sin motivación, tediosa e inútil.

Considerando lo anteriormente mencionado, una de las herramientas a utilizar para mejorar la enseñanza de la Química es la tecnología, ya que uno de los factores que imposibilitan su enseñanza es la falta de recursos didácticos (derivado de la falta de recursos económicos, algunos compuestos químicos por ejemplo: suelen ser difíciles de obtener.), en estos casos el uso de la tecnología en forma de simuladores de reacciones químicas permite a mediano/largo plazo la optimización de gastos y proveen a los docentes de la asignatura una

herramienta sumamente útil para la enseñanza y por tanto implica una mejora en aprendizaje de los estudiantes.

En las Universidades es vital potenciar aceleradamente la utilización de las Tecnologías de la Informática y la Comunicación en las clases, teniendo en cuenta la preparación del personal docente y la disponibilidad en las aulas de recursos tecnológicos como computadoras, televisores, proyectores, etc... lo cual abren perspectivas en la inserción de productos informáticos diseñados para el fácil uso de los propios docentes, estudiantes y cuyo objetivo es facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina tal cual antes mencionado. Algunas herramientas que han sido evaluadas por los docentes son programas como Model Chemlab<sup>1</sup> y Study Room<sup>2</sup> que permiten la realización de laboratorios virtuales de forma eficiente pero que ofrecen una limitada funcionalidad.

### Model ChemLab

Model ChemLab está disponible en dos versiones, la versión estándar y la versión profesional. Ambas versiones cuentan con los mismos experimentos disponibles, pero la versión profesional cuenta con un módulo para poder crear simulaciones propias por medio de un asistente. Es decir, que además de elegir los módulos de simulación, el usuario puede crear también sus propios módulos, utilizando Lab Wizard, que es una especie de asistente de creación de simulaciones. Este asistente presenta un interfaz gráfico que permite programar nuevas simulaciones. Cuando se selecciona Lab Wizard, el usuario es guiado por un proceso de varios pasos que finalizará con la creación de una nueva simulación, definida por el usuario, llamado simulación UDL (User-Defined Lab). La versión estándar carece de esta funcionalidad<sup>3</sup>.

En total, Model ChemLab simula un total de 34 experimentos (Puede consultarse el detalle en Anexo 1, Tabla 18.1). El listado de precios vigente para las versiones de Model Chemlab puede consultarse en el Anexo 1, Tabla 18.2. Finalmente, en el Anexo 1, Tabla 18.3; puede consultarse el detalle de los experimentos realizados en los laboratorios de Química General I y II y si estos experimentos están disponibles para su simulación en el programa Model ChemLab.

### Study Room

StudyRoom Labs es un concepto mediante el que se busca llevar la enseñanza al estudiante usando tecnología. Ofrece un software llamado Quimilab que pretende simular el ambiente de un laboratorio de Química. El software está disponible en diferentes versiones: versión web para operar desde cualquier lugar, versión de instalación stand alone y licencias por aula. En el Anexo 1, Tablas 18.4 y 18.5 puede consultarse el detalle del contenido que abarca este software.

Debido a las limitantes de este tipo de software, no se cuenta en la actualidad con una herramienta de este tipo que apoye la enseñanza de la Química.

---

<sup>1</sup> <https://www.modelscience.com/>

<sup>2</sup> [https://www.studyroomlabs.com/Software/Simulacion\\_laboratorio\\_quimica.htm](https://www.studyroomlabs.com/Software/Simulacion_laboratorio_quimica.htm)

<sup>3</sup> [https://www.modelscience.com/products\\_sp.html](https://www.modelscience.com/products_sp.html)

## 4. Antecedentes

### 4.1 La Facultad de Química y Farmacia

La facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador comienza con el desempeño de sus actividades a partir del 19 de noviembre de 1850<sup>4</sup>. Esto ocurre a los nueve años de haber sido creada la Universidad de El Salvador.

Con el paso de los años, desde el momento en que la facultad fue creada hasta la actualidad; la facultad sufrió de una serie de cambios en su estructura orgánica. En 1880 por ejemplo, fue fundada la Facultad de Farmacia y Ciencias Naturales que, luego de una serie de eventos fue transformada en 1955 en la Facultad de Ciencias Químicas. Posteriormente la Facultad de Química y Farmacia es reorganizada, luego de la intervención militar que había sucedido en el año 1972.

En 1977, el departamento de Química que había estado formando parte de la Facultad de Ciencias y Humanidades, pasa a formar parte de la Facultad de Química y Farmacia pasándose a impartir las siguientes dos carreras: Licenciatura en Ciencias Químicas y Licenciatura en Química y Farmacia.

Finalmente, en 1991, al crearse la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas; el departamento de Química pasa a formar parte de esta última, con lo que la Facultad de Química y Farmacia se ha quedado únicamente formando profesionales en la carrera de Licenciatura en Química y Farmacia hasta el momento actual.

La Facultad de Química y Farmacia está conformada como se detalla en las tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4<sup>5</sup>:

Autoridades de la Facultad	
Decano	Lic. Salvador Castillo Arévalo
Vicedecana	Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**Tabla 4.1:** Autoridades de la Facultad de Química y Farmacia

Departamentos Académicos	Jefatura
Análisis Químico e Instrumental	Msc. Rocío Ruano de Sandoval
Química, Física y Matemática	Licda. Zoila Verónica Sagastume
Farmacia y Tecnología Farmacéutica	Lic. Moisés Atonalt Guerra Avilés
Bioquímica y Contaminación Ambiental	Licda. María Elsa Romero de Zelaya
Desarrollo Académico	Licda. Nancy Zuleyma González Sosa

**Tabla 4.2:** Departamentos Académicos que constituyen la Facultad de Química y Farmacia

<sup>4</sup> Dato tomado de la página web: <http://www.quimicayfarmacia.ues.edu.sv/facultad/historia>

<sup>5</sup> Información tomada de la página web: <http://www.quimicayfarmacia.ues.edu.sv/facultad/autoridades>

Unidades Administrativas	Jefatura
Administración Académica	Licda. Katia Eunice Leyton
Director Administrativo	Ing. Miguel Angel Marroquín Romero
Jefe Químico	Ing. Sergio Armando Maravilla Miranda
Unidad de Planificación y Recursos Humanos	Ing. Néstor Jaime Planas Chinchilla

**Tabla 4.3:** Unidades Administrativas de la Facultad de Química y Farmacia

#### Conformación de la Planta Docente<sup>6</sup>

Grado o Título del Docente	Número de Docentes
Licenciados en Química y Farmacia	46
Doctor en Química Orgánica	1
Doctor en Química e Ingeniería Química	1
Máster en Biología Celular y Molecular	1
Máster en Investigación, Desarrollo y Control de Medicamentos	1
Máster en Química	1
Máster en Ciencias Químicas	1
Máster en Profesionalización de la Docencia Superior	2
Máster en Gestión Ambiental	4
Máster en Educación Universitaria	2
Máster en Didáctica y Formación del Profesorado	2
Máster en Docencia Superior	3
Máster en Idioma Inglés	2
Máster en Administración de Empresas	1
Máster en Agricultura Sostenible	1
Máster en Agricultura Ecológica	1
Máster en Estadística	1
Doctor en Medicina	1
Licenciado en Matemática	1
Licenciado en Psicología	1
Licenciado en Biología	1
Licenciado en Química	1
Licenciado en Ciencias de la Educación	1
Ingeniero Industrial	2
Ingeniero Químico	2
Ingeniero Mecánico	1
Ingeniero Eléctrico	2
Ingeniero Bioquímico	1
Ingeniero de Sistemas Informáticos	1
Total, de Docentes	85

**Tabla 4.4:** Planta Docente de la Facultad de Química y Farmacia

<sup>6</sup> Información tomada la página web: <http://www.quimicayfarmacia.ues.edu.sv/facultad/docentes>

## 4.2 Misión y Visión de la Facultad de Química y Farmacia

### Misión

La Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador forma profesionales Químicos-Farmacéuticos integrales, para ejercer la profesión de manera científica, con sentido ético, crítico, participativo y dinámico orientado al bienestar social.

### Visión

Mantenerse como la Facultad líder a nivel nacional en la formación de profesionales Químicos-Farmacéuticos competentes, que contribuyan a la salud de la sociedad en las áreas de su especialidad, aportando al desarrollo sostenible del país.

## 4.3 La Carrera de Química y Farmacia

Desde la formación de la Carrera de Química y Farmacia, esta ha tenido una duración de cinco años que están conformados de dos ciclos académicos cada uno, haciendo un total de 10 ciclos académicos. Además, se exige el cumplimiento de un servicio social que está conformado de 500 horas y de un trabajo de graduación.

La carrera se ha organizado desde su inicio en dos grandes áreas:

- La primera, el área básica, en la que se aplica una metodología teórica – práctica. Esta área se desarrolla en los primeros tres años de carrera, en los cuales se imparten los conocimientos fundamentales de las Ciencias Químicas, Matemáticas, Física, Biología y Ciencias Humanísticas que contribuyen a la formación integral del estudiante.
- La segunda, el área diferenciada, se desarrolla en los siguientes dos años de carrera. En esta área se imparten los conocimientos específicos que fortalecerán las competencias propias de la profesión.

Luego se tiene el desarrollo del servicio social cuyo propósito es poner al servicio de la comunidad general las competencias que fueron adquiridas durante toda la carrera.

Finalmente, el trabajo de graduación, cuyo objetivo es proponer soluciones que puedan ayudar a resolver problemas de la sociedad salvadoreña en las áreas afines a la carrera.

## 4.4 Las materias de Química General I y II

Las materias de Química General I, impartida en el ciclo I; y Química General II, impartida en el ciclo II están incluidas en el plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Química y Farmacia aprobado en 2013<sup>7</sup> e implementado en el año 2014<sup>8</sup>. Ambas materias cuentan con una ponderación de cuatro unidades valorativas cada una. Para la enseñanza de estas materias los docentes se apoyan de clases teóricas y prácticas de laboratorio. Las clases teóricas se dan dos veces por semana, mientras que las prácticas de laboratorio se dan una vez cada dos semanas.

---

<sup>7</sup> Dato tomado de la página web: <http://www.quimicayfarmacia.ues.edu.sv/facultad/pensum>

<sup>8</sup> En el Anexo 2 puede verse una imagen del pensum vigente donde se aprecia la malla curricular.

Los insumos que utilizan para las clases son ilustraciones y diagramas realizados por los docentes mismos. Para poder hacer otro tipo de demostraciones de los conceptos teóricos, los docentes se auxilian de animaciones, videos y experimentos que buscan en internet para explicar a los estudiantes. El problema con este recurso pedagógico es que muchas veces su uso está restringido por la persona que es dueña del contenido, y no puede ser usado siempre como recurso de apoyo.

Se ha usado esta metodología por varios años desde que se aprobó el pensum vigente, los docentes consideran que es necesario mejorar la observación de fenómenos químicos en los laboratorios. Esto porque en diversas ocasiones los docentes han carecido de herramientas que les permitan realizar demostraciones en las que no sea necesario tener que acudir a una práctica de laboratorio pero que permitan realizar una observación más allá de la parte teórica.

#### 4.5 Disposición de los laboratorios

La Facultad de Química y Farmacia dispone de la siguiente infraestructura instalada para la realización de los laboratorios en la Tabla <sup>9</sup>:

Laboratorios de Áreas Básicas
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Química General</li><li>▪ Física</li><li>▪ Química Orgánica</li><li>▪ Química Inorgánica</li><li>▪ Química Analítica</li><li>▪ Biología</li></ul>

**Tabla 4.5:** Laboratorios que conforman Áreas Básicas

La infraestructura dispone también de laboratorios para el área profesional y el área de servicios.

El laboratorio que nos interesa es el laboratorio de Química General. La disposición de un único laboratorio para las materias de Química General I y II hace que a los estudiantes se les pueda ofrecer una práctica de laboratorio por tema a tratar. Es decir, que el estudiante fuera de la práctica de laboratorio no ha tenido históricamente a disposición, un espacio para poder realizar los experimentos que en la cátedra son objeto de estudio. Esto implica que el conocimiento no se puede reforzar de manera personal por parte del estudiante.

Finalmente, en la cátedra de ambas materias se desarrollan un total de 13 prácticas de laboratorio. El laboratorio tiene un espacio para 4 mesas. En este espacio los estudiantes realizan las respectivas guías de laboratorio. Los estudiantes deben de trabajar en parejas o en grupos con un mayor número de integrantes debido a la limitante de recursos; debido a que en la facultad siempre se ha compartido equipo y material entre los diferentes laboratorios de las distintas materias que hacen uso de estos insumos. Esto debido a que cada laboratorio no dispone de su propio insumo.

---

<sup>9</sup> Información tomada de la página web:

<http://www.quimicayfarmacia.ues.edu.sv/facultad/InfraestructuralInstalada>

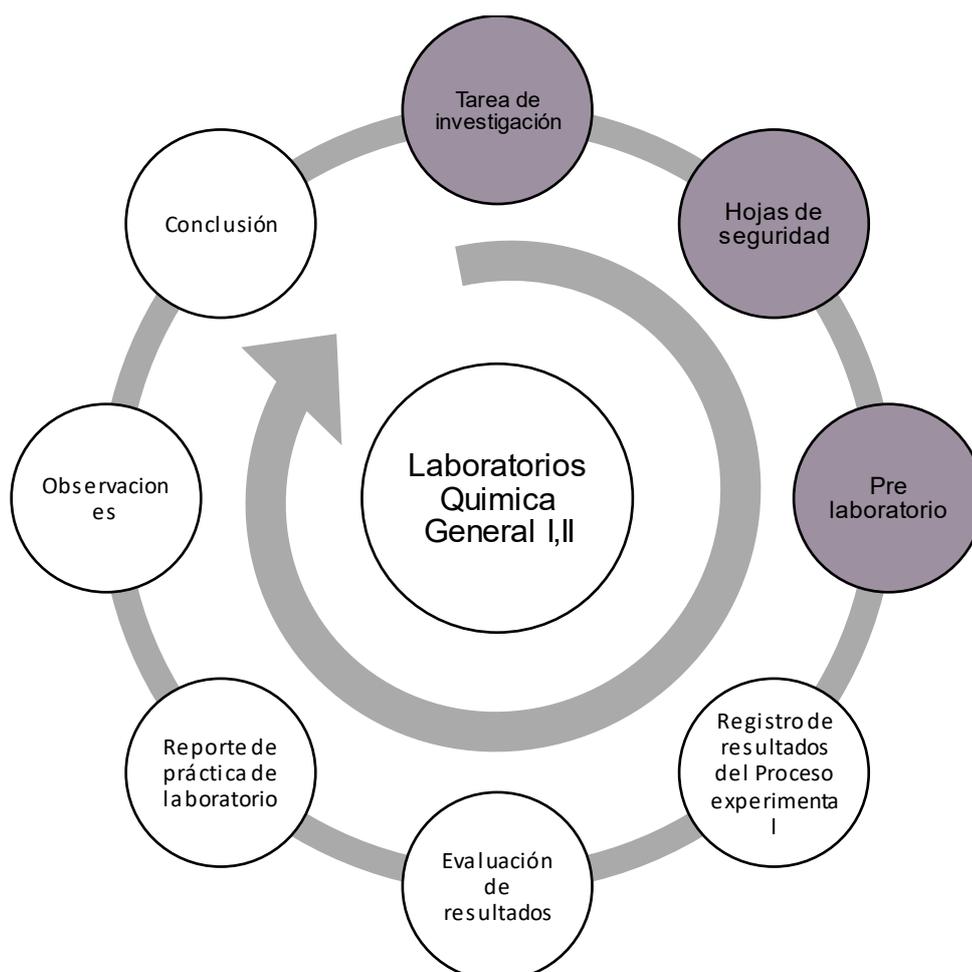
## 5. Situación Actual

### 5.1 Descripción

Las asignaturas de Química General I, II se desarrollan con clases interactivas-participativas, utilizan material didáctico creado por los docentes y contenido multimedia que buscan en internet lo más cercano al marco teórico científico que fundamenta los avances y conocimientos sobre la materia y sus transformaciones.

Parte fundamental del aprendizaje es la práctica de laboratorio, donde se evalúa el desempeño de los estudiantes, utilizando una lista de verificación que contiene los criterios que los estudiantes deben aplicar durante su trabajo en el laboratorio y posteriormente se entrega por parte del estudiante un reporte o informe de cada una.

El circuito de trabajo de laboratorios se encuentra bien definido, iniciando desde la creación de laboratorios, hasta la ejecución por parte de los alumnos como se presenta en la imagen 5.1



**Imagen 5.1:** Proceso del Trabajo de Laboratorios de Química General I y II

### **5.1.1 Tarea de investigación**

Investigación del significado de términos específicos y otros aspectos relacionados con el fundamento teórico que enmarca el experimento a desarrollar el cual puede requerir o no, que el estudiante realice cálculos previos a la fecha del laboratorio, es de carácter obligatorio presentar la tarea de investigación al profesor de laboratorio al inicio de la práctica.

### **5.1.2 Hoja de seguridad**

El estudiante debe buscar en internet las hojas de seguridad (MSDS o SDS) de los reactivos y sustancias químicas a utilizar en cada practica de laboratorio y deberán llevarlas a sus prácticas de laboratorio; ademaos, deben subrayar el equipo de protección personal que deben ocupar para la manipulación de las sustancias mencionadas.

### **5.1.3 Prelaboratorio**

En esta parte se discute sobre aspectos relacionados con la práctica a realizar, se hacen recomendaciones a los estudiantes para evitar accidentes y se enfatizará en el manejo de materiales e instrumentos, así como las técnicas a realizar por lo que es responsabilidad de los estudiantes tomar las anotaciones respectivas en su cuaderno de laboratorio o en su manual.

### **5.1.4 Registro de resultados del Proceso experimental**

Debe registrarse al instante todo cálculo, dato, observación, nota, comentario, referencia, modificación, grafica o esquema que surja en cualquier etapa del proceso experimental, principalmente aquellos que son indispensables para el buen desarrollo de los experimentos. Los registros deben realizarse en el cuaderno, manual de laboratorio o en su defecto en una hoja de trabajo en páginas numeradas consecutivamente, las cuales deben incluir referencias.

### **5.1.5 Evaluación de resultados**

Durante el experimento el estudiante tiene la obligación de realizar sus propias observaciones de manera individual o con asesoría del profesor asignado, estas observaciones deben sustentarse bibliográficamente.

### **5.1.6 Reporte de práctica de laboratorio**

El reporte de la práctica es una recopilación de los resultados de mediciones y experimentos, cálculos, ecuaciones químicas, observaciones y conclusiones del análisis del experimento realizado.

### **5.1.7 Observaciones**

A lo largo del desarrollo del experimento se anotan: cambios de color, dificultades de disolución de algunos reactivos, formación de precipitados, desprendimiento de calor, generación de gases, otros.

### **5.1.8 Conclusión**

Es un análisis de los resultados obtenidos, con el propósito de relacionarlos con los resultados esperados, fundamento teórico, observaciones y condiciones ambientales; si el experimento consiste en medir o determinar constantes o propiedades ya conocidas (como la densidad de algún liquido), deben compararse los resultados experimentales con los valores aceptados como verdaderos. Deben incluirse las posibles observaciones o sugerencias que se consideren importantes para la realización del experimento en futuras ocasiones.

El total de laboratorios de las materias de Química General I, II son 13, los cuales pueden verse en detalle en la Tabla 5.1. En cada uno de estos laboratorios debe aplicarse el ciclo de trabajo descrito en este apartado.

Química General I	Química General II
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica No. 1: Técnicas Básicas de Laboratorio I. Medición de volúmenes.</li> <li>• Práctica No. 2: Técnicas Básicas de Laboratorio II. Medición de Pesos y densidades.</li> <li>• Práctica No. 3: Tabla Periódica</li> <li>• Práctica No. 4: Enlace Químico</li> <li>• Práctica No. 5: Relaciones Estequiometrias -Estado Gaseoso</li> <li>• Práctica No. 6: Soluciones I</li> <li>• Práctica No. 7: Soluciones II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica No. 1: Termoquímica</li> <li>• Práctica No. 2: Cinética Química</li> <li>• Práctica No. 3: Equilibrio Químico</li> <li>• Práctica No. 4: Ácidos y Bases I</li> <li>• Práctica No. 5: Ácidos y Bases II</li> <li>• Práctica No. 6: Electroquímica</li> </ul>

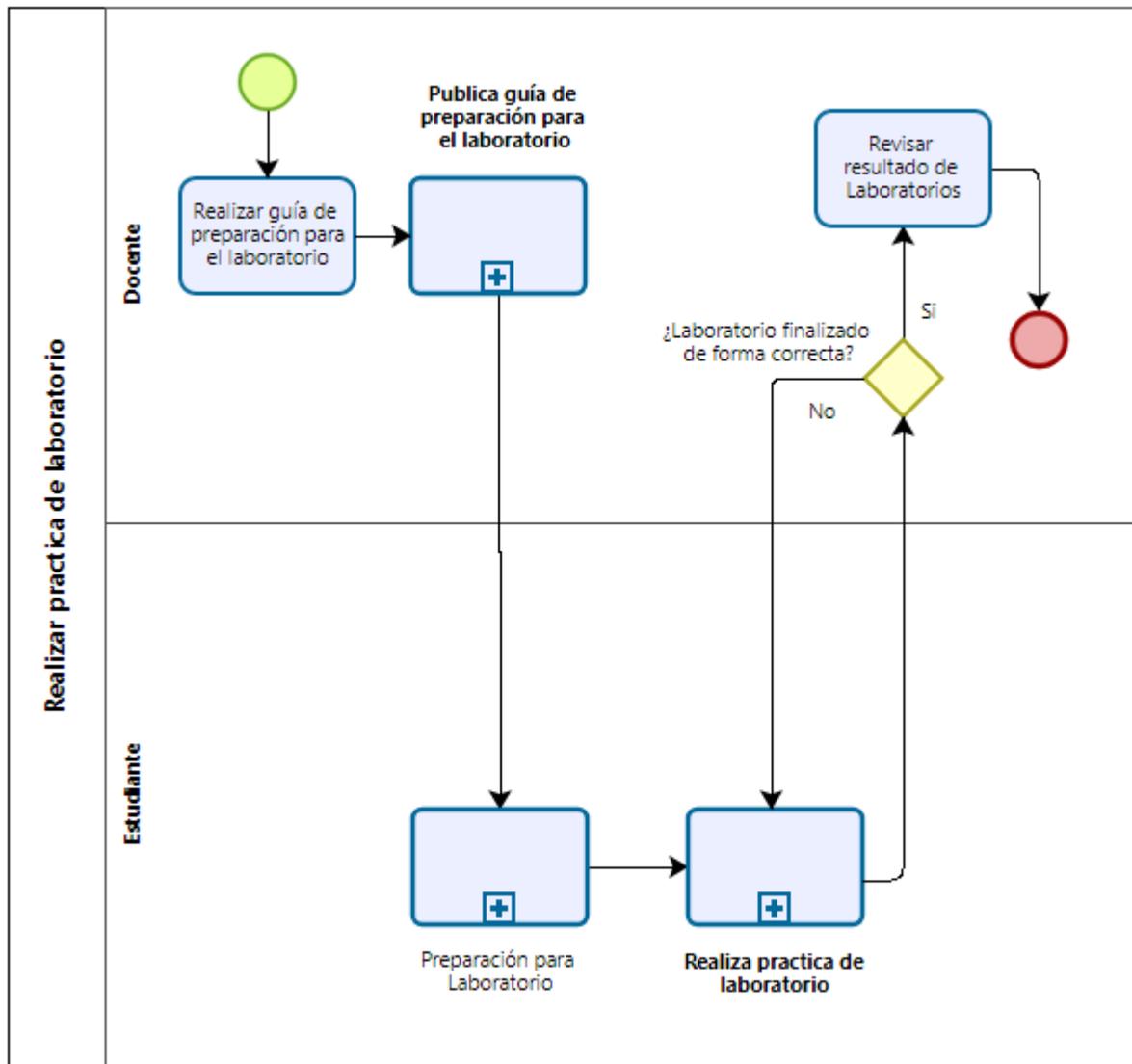
**Tabla 5.1:** Laboratorios de las materias de Química General I y II

Listado de Experimentos, equipos comúnmente utilizados dentro de los laboratorios:

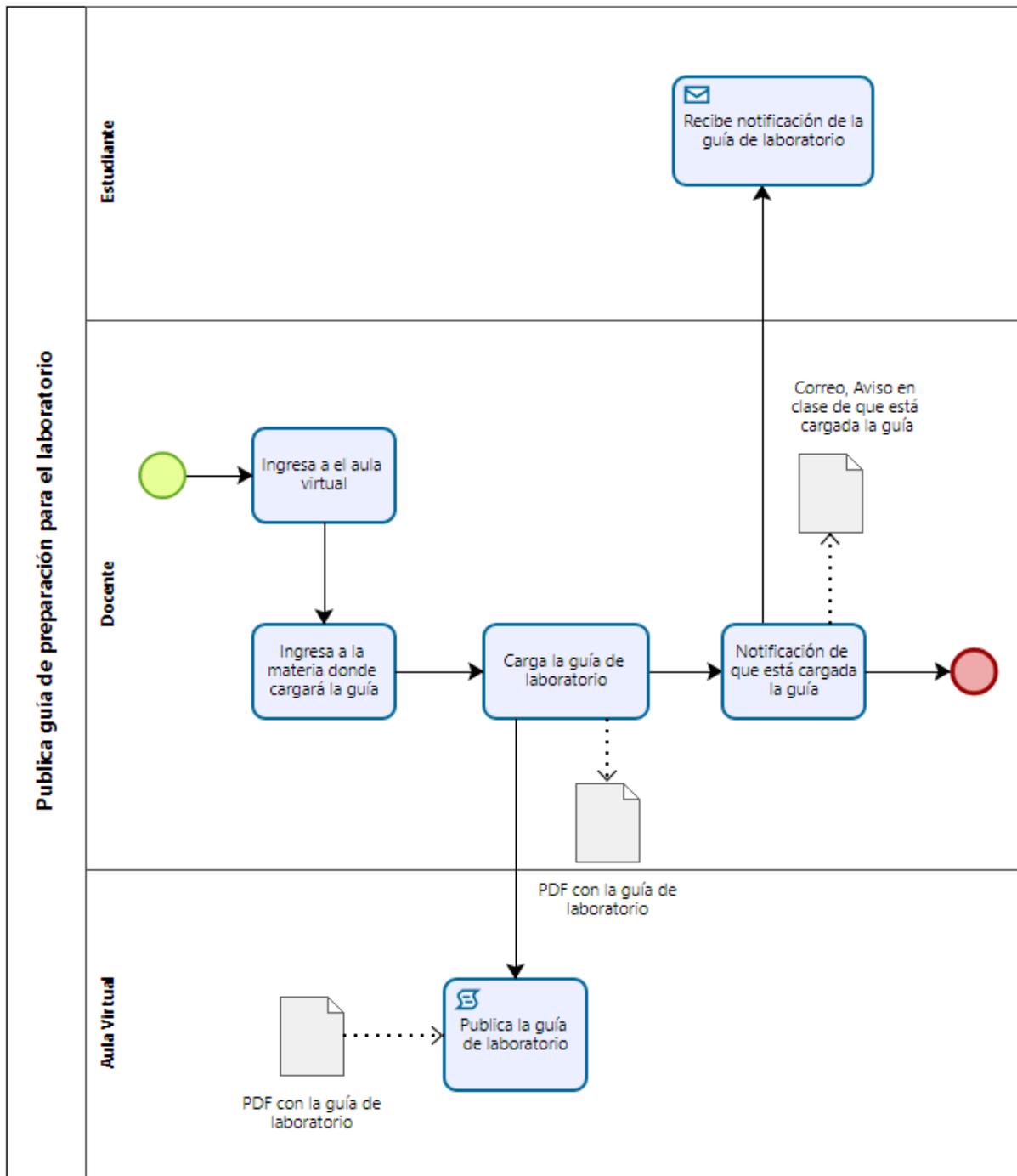
- Conductímetro
- pH-Metro (valoración ac-va)
- Calorímetro de bomba a volumen constante
- Calorímetro a presión constante
- Estequiometría de los gases
- Velocidad de reacción
- Formación de iones
- Geometría de moléculas más comunes
- Equilibrio químico
- Tabla periódica dinámica

## 5.2 Diagrama de Procesos

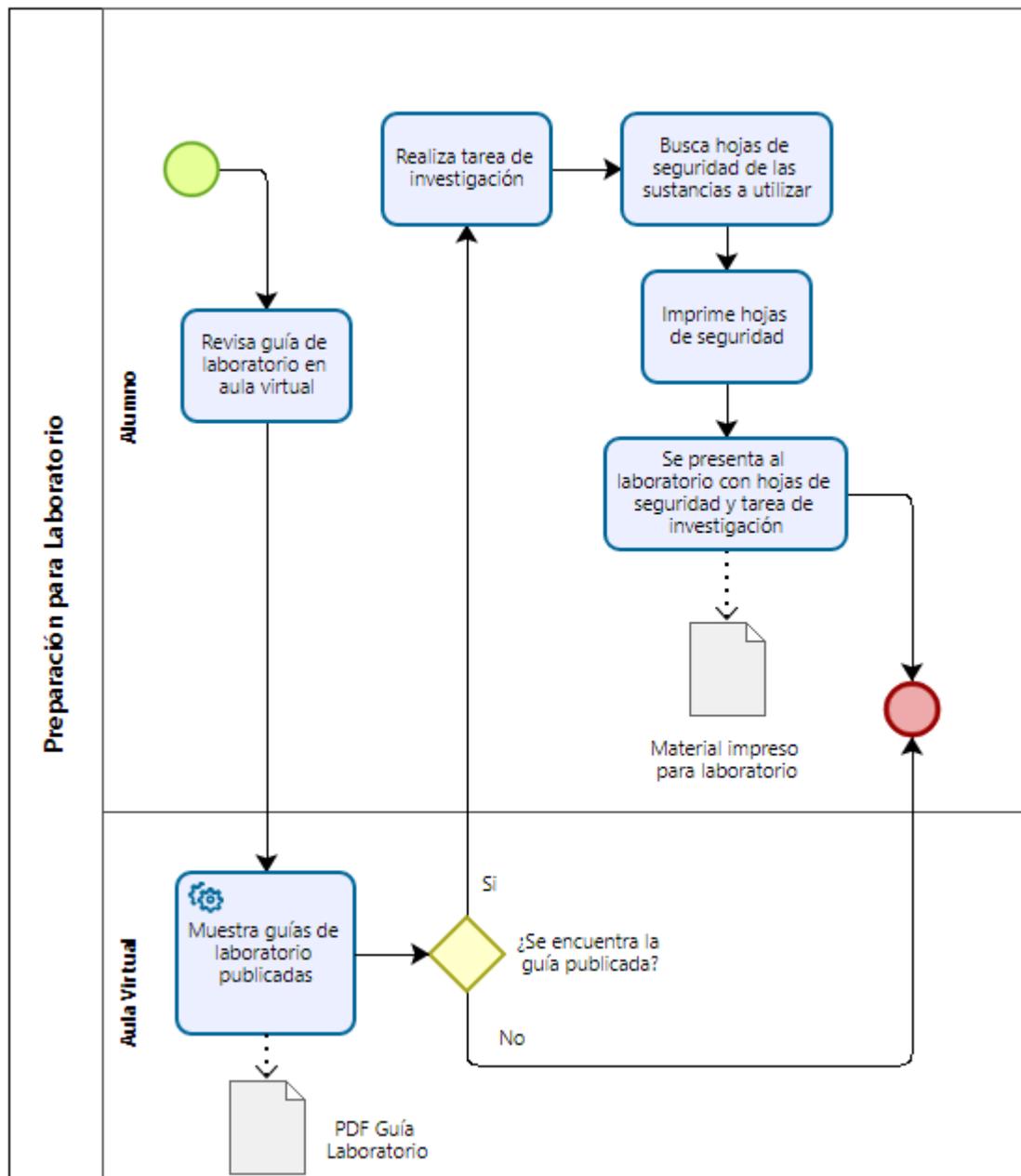
### 5.2.1 Realizar practica de laboratorio



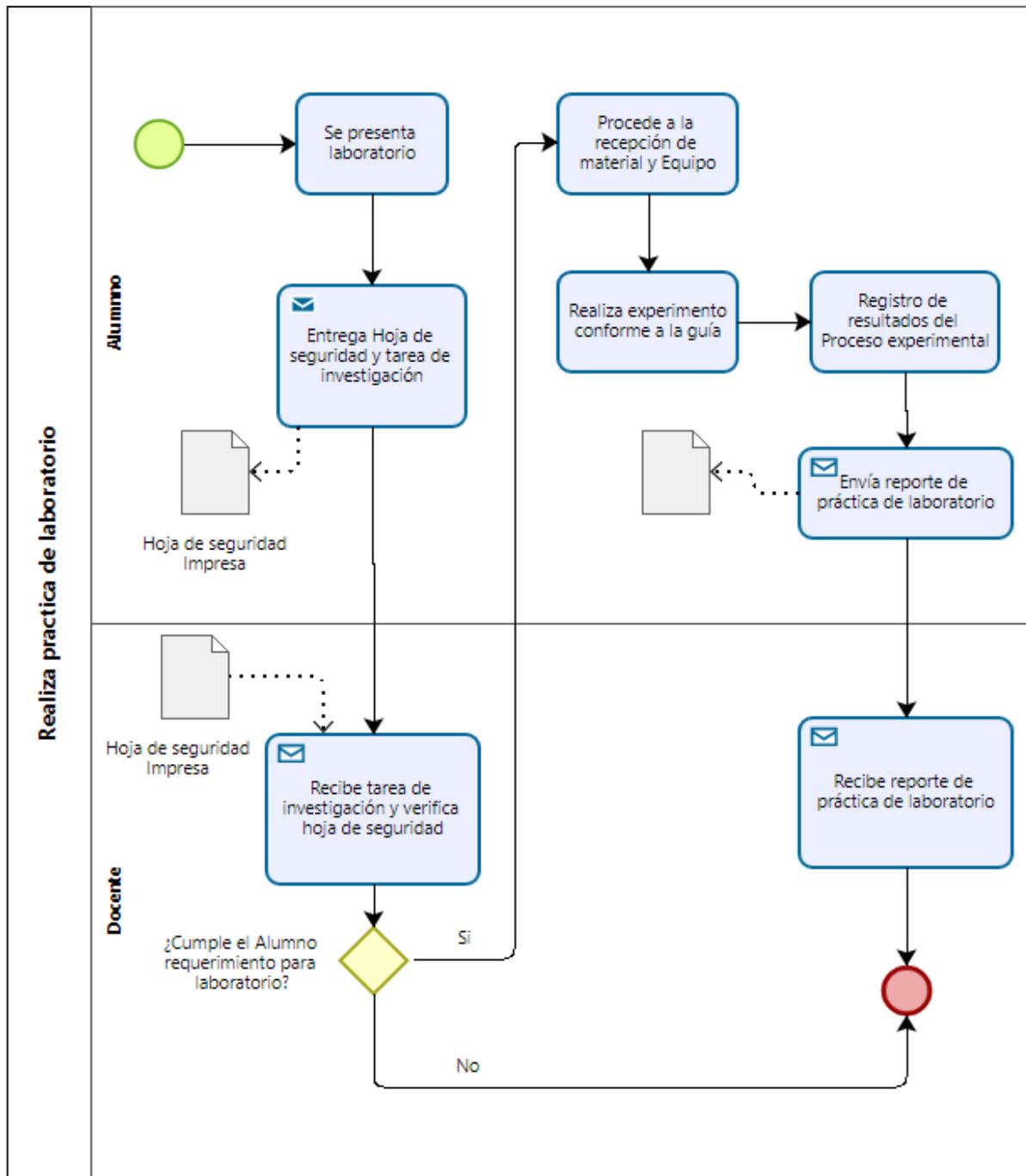
## 5.2.2 Publica guía de preparación para el laboratorio



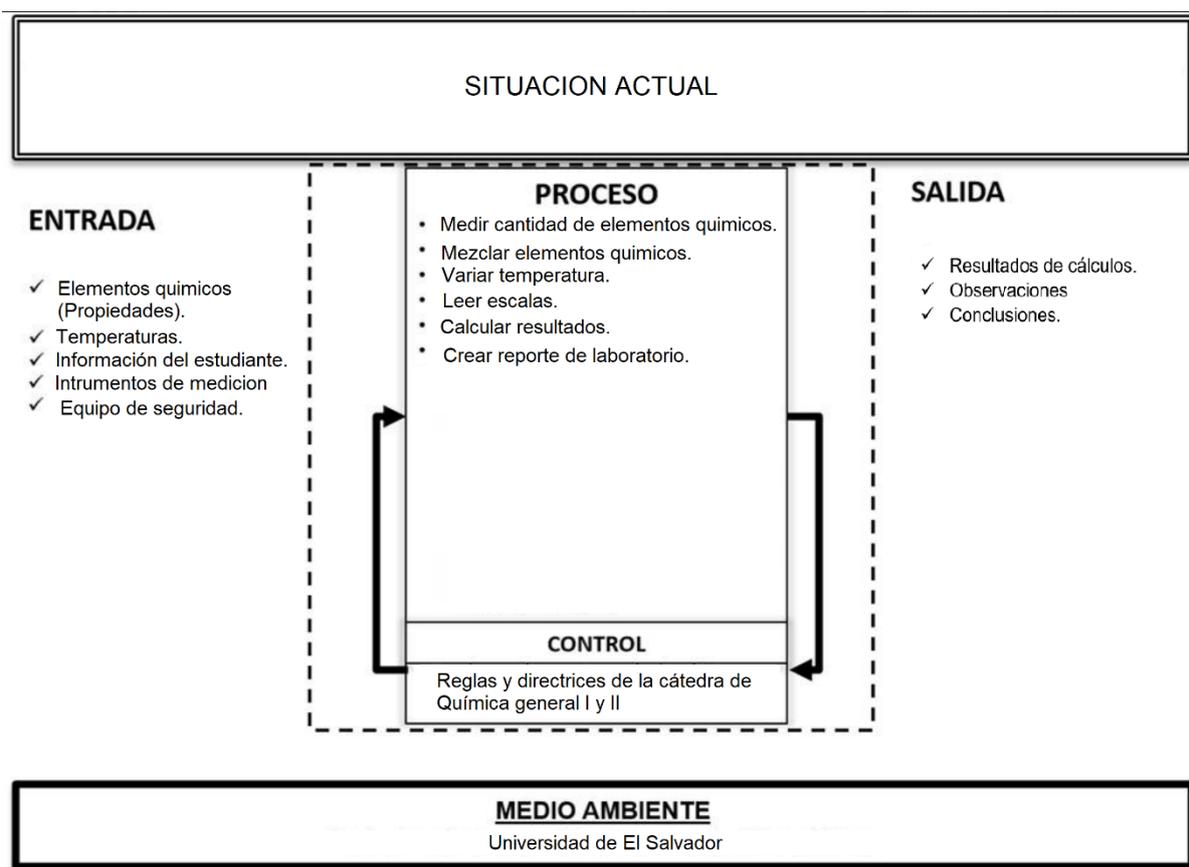
### 5.2.3 Preparación para Laboratorio



### 5.2.4 Realiza practica de laboratorio



## 5.3 Estructura



**Imagen 5.2:** Situación actual en los laboratorios de Química General I y II

### Entradas:

- Elementos químicos.
- Información del estudiante.
- Instrumentos de medición.
- Equipo de seguridad.

### Procesos:

- Medir cantidad de químicos.
- Combinar elementos químicos.
- Variar temperatura.
- Leer escalas.
- Calcular resultados.
- Crear reporte de laboratorio.

### Salidas:

- Resultados de cálculos.
- Observaciones

### Conclusiones.

### Recursos:

- Humano: Catedráticos y estudiantes de las asignaturas Química General I y II de la facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Equipo de laboratorio químico y papelería.

### Medio ambiente:

- Universidad de El Salvador.

### Control:

- Reglas y directrices de la cátedra de química general I y II.

## 6. Metodología

De acuerdo con Kendall & Kendall, en su libro Análisis y Diseño de Sistemas Octava Edición, existen tres metodologías para el desarrollo de sistemas informáticos:

- Ciclo de Vida Clásico de Desarrollo de Sistemas
- Metodología Ágil
- Análisis y Diseño de Sistemas Orientado a Objetos

### 6.1 Selección de la Metodología

Para poder seleccionar la metodología, se listarán las características de cada metodología y se hará una comparación con base a las características del proyecto en estudio.

#### 6.1.1 Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas

El Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas, es una metodología en fases para el análisis y diseño, de acuerdo con la cual los sistemas se desarrollan mejor al utilizar un ciclo específico de actividades del analista y los usuarios. Aunque cada fase se presenta de manera discreta, en realidad nunca se puede llevar a cabo como un paso separado, sino que varias actividades pueden ocurrir al mismo tiempo, e incluso se pueden repetir<sup>10</sup>. Las fases de las que se compone el Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas son:

1. Identificación del problema, oportunidades y objetivos.
2. Determinación de los requerimientos.
3. Análisis de las necesidades del sistema.
4. Diseño del sistema recomendado.
5. Desarrollo y documentación del sistema.
6. Prueba y mantenimiento del sistema.
7. Implementación y evaluación del sistema.

En la tabla 6.1 puede observarse el listado de características del Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas. Si la característica se acopla al proyecto, se colocará un Sí en la casilla al junto, si por el contrario la característica no se acopla al proyecto, se colocará un No de la misma manera.

Característica de la metodología	Acoplamiento al Proyecto
Varias actividades pueden ocurrir al mismo tiempo	Si
Las actividades se pueden repetir en iteraciones	Si
Es importante documentar cada paso del proceso	Si

---

<sup>10</sup> Kendall & Kendall, Análisis y Diseño de Sistemas, Octava Edición, pág. 8

Es importante la comunicación con respecto a la forma que funcionará el sistema	Si
---	----

**Tabla 6.1:** Comparación entre las características del Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas y el proyecto

### 6.1.2 Metodología Ágil

Hay actividades y comportamientos que determinan la manera en que actúan los miembros del equipo y los clientes durante el desarrollo de un proyecto ágil. Dos palabras que caracterizan a un proyecto realizado mediante una metodología ágil son interactivo e incremental<sup>11</sup>.

La tabla 6.2 muestra las características de una metodología ágil. Si la característica de la metodología ágil se acopla al proyecto, se colocará un Sí en la casilla al junto, si por el contrario la característica no se acopla al proyecto, se colocará un No de la misma manera.

Característica de la metodología	Acoplamiento al Proyecto
Necesidad de entregables de versiones cortas	No
Semanas de trabajo de 40 horas	No
Necesidad de mantener contacto con el cliente a diario	No
Necesidad de programación en parejas	No
Proyecto interactivo e incremental	Si
Proceso de iteraciones de pruebas y retroalimentación	No
Necesidad de iteraciones cortas (menos de 3 semanas)	No

**Tabla 6.2:** Comparación entre las características de la Metodología Ágil y el proyecto

### 6.1.3 Análisis y Diseño de Sistemas Orientado a Objetos

El análisis y diseño de sistemas orientado a objetos es una metodología diseñada para facilitar el desarrollo de sistemas que deben cambiar con rapidez en respuesta a los entornos empresariales dinámicos. Se cree que las técnicas orientadas a objetos funcionan bien en situaciones en las que los sistemas de información complejos pasan a través de un continuo proceso de mantenimiento, adaptación y rediseño. La programación orientada a objetos difiere de la programación tradicional por procedimientos en cuanto a que examina a los objetos que forman parte de un sistema. Cada objeto es una representación computacional de una cosa o evento real. Los objetos pueden ser clientes, artículos, pedidos, etcétera. Los objetos se representan y agrupan mediante clases, las cuales son ideales para la reutilización y la facilidad de mantenimiento. Una clase define el conjunto de atributos y comportamientos compartidos que se encuentran en cada objeto de la clase<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Kendall & Kendall, Análisis y Diseño de Sistemas, Octava Edición, pág. 15

<sup>12</sup> Kendall & Kendall, Análisis y Diseño de Sistemas, Octava Edición, pág. 17

La tabla 6.3 muestra las características del análisis y diseño orientado a objetos. Si la característica se acopla al proyecto, se colocará un Sí en la casilla al junto, si por el contrario la característica no se acopla al proyecto, se colocará un No de la misma manera.

Característica de la metodología	Acoplamiento al Proyecto
Posibilidad de utilizar el estándar UML para la especificación	Si
Es posible examinar los objetos que forman parte del sistema	Si
Es posible reutilizar código escrito con anterioridad	Si
Necesidad de un modelado a un ritmo lento y reflexivo	Si
Es posible agregar funcionalidades en forma gradual	Si
Es aceptable hacer frente a los problemas difíciles primero	Si

**Tabla 6.3:** Comparación entre las características del análisis y diseño orientado a objetos y el proyecto

Las características expuestas anteriormente están fundamentadas en la bibliografía de Kendall & Kendall, Análisis y Diseño de Sistemas Octava Edición. Los mismos autores sugieren que entre las tres metodologías existen actividades en común. Por ejemplo, en todas ellas se necesita conocer a la organización, recopilar información de la organización y recopilar información detallada acerca de los procesos, obtener muestras de datos y observar cómo es la situación actual. Sin embargo, para poder tomar una decisión se han comparado todas las características individuales de las tres metodologías con base a lo que se requiere en el proyecto.

Por esta razón, la decisión es la de usar una combinación entre el ciclo de vida de desarrollo de sistemas y la metodología orientada a objetos.

¿Por qué?

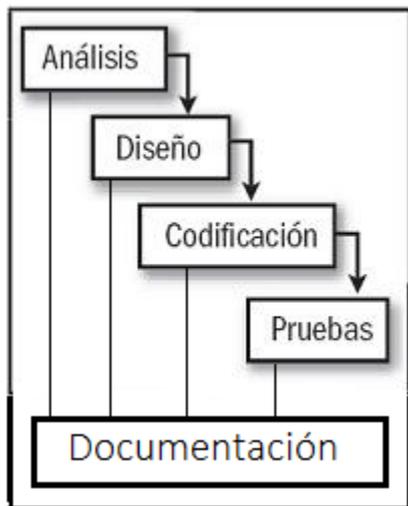
Porque el ciclo de vida de desarrollo de sistemas permite que las actividades se puedan repetir en iteraciones, y al mismo tiempo se pueden incorporar las técnicas de la metodología orientada a objetos en todas las fases del desarrollo del sistema. Además, es posible añadir funcionalidades en forma gradual y la retroalimentación no se espera que sea a diario.

¿Por qué descartar la metodología ágil?

Porque no es indispensable para el desarrollo del sistema crear versiones del sistema cortas o realizar iteraciones de manera acelerada. Tampoco es necesario mantener contacto con el cliente a diario para que este realice retroalimentaciones.

Descripción de las Etapas de la Metodología Seleccionada

Debido a la característica de la metodología orientada a objetos, se ha decidido realizar el sistema en incrementos. Es decir, que el trabajo de todo el sistema será dividido en bloques llamados iteraciones. En cada una de estas iteraciones el flujo de trabajo será el del Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas, con el objetivo de proveer al usuario de funcionalidad de manera acumulada hasta que todo el sistema está completo. Debido a que cada fase del ciclo de vida debe documentarse, cada una de las fases tiene una relación directa con la fase de Documentación. Este flujo de trabajo puede verse en la imagen 6.1:



**Imagen 6.1:** Ilustración de las fases del Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas

## Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas

### Análisis de los Requerimientos

En esta etapa se determinan los requerimientos del sistema. Es importante comprender todos los detalles del problema que se encuentra en estudio, para esto se estudiarán las necesidades de los interesados y los procesos que se ven involucrados, ya sea mediante la observación, encuestas con los usuarios, etc. con el fin de poder responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo que se hace?
2. ¿Cómo se hace?
3. ¿En qué momento se hace?
4. ¿Quiénes se ven involucrados en el proceso?
5. ¿Cuáles son los problemas que surgen durante el proceso?
6. ¿Cuál es la causa que origina estos problemas?

Lo importante de esta fase de análisis, es comprender qué es lo que debe de hacer el sistema y no cómo debe de hacerlo.

Para ejecutar esta etapa se hará uso de modelado por medio de Casos de Uso. Los casos de Uso servirán para especificar el comportamiento del sistema.

El modelo de Casos de Uso especificará a los usuarios que interactúan con el sistema y los objetivos de estos usuarios en el sistema. Al desarrollarse los casos de uso con base en las necesidades de los usuarios, se garantiza que el sistema resulte ser lo que usuarios esperan. Esta etapa producirá como resultado un documento de especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

### Diseño

En esta etapa se determinan los detalles de cómo el sistema informático dará solución a los requerimientos identificados en la etapa de análisis.

El resultado de esta etapa será un documento de especificación del diseño del sistema que comprenderá diseño del sistema por medio de diagramas de UML, diseño de bases de datos, diseño de interfaces.

## Construcción

En esta etapa se construye el sistema con base en las especificaciones detalladas en la etapa de diseño.

Para construir el sistema se hará uso de Programación Orientada a Objetos, en conjunto con una metodología de trabajo colaborativa.

Para poder llevar la construcción, se hará uso de las siguientes herramientas:

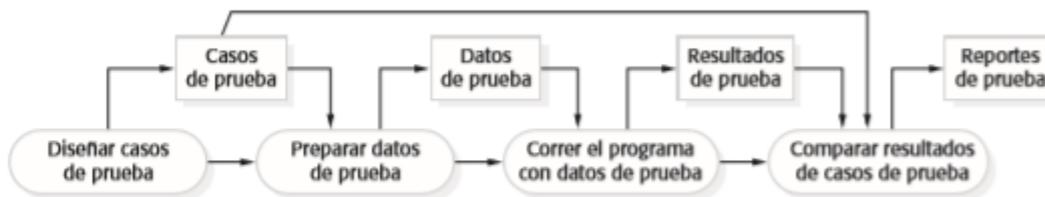
- Sistema de control de versiones Git para el desarrollo colaborativo.
- Entornos de Desarrollo Integrado (IDE) para la construcción de código.
- Sistema Gestor de Base de Datos.

En esta fase se construyen la base de datos, los módulos identificados en fases anteriores y la integración de estos módulos.

## Pruebas

Las pruebas intentan demostrar que el sistema informático hace que lo que se intenta que haga, así como describir defectos en el sistema antes de usarlo<sup>13</sup>.

El proceso de prueba requerirá de un conjunto de pruebas manuales. Para esto se hará uso de datos de prueba y se realizará una comparación entre los resultados obtenidos y los resultados esperados. La imagen 6.2 ilustra de manera gráfica este proceso:



**Imagen 6.2:** Ilustración gráfica del proceso de pruebas del Sistema Informático<sup>14</sup>

Las pruebas se harán de modo que se pueda verificar la confiabilidad del sistema, es decir que, si se ingresan los mismos datos una y otra vez, los resultados obtenidos debieran de ser los mismos en cada ocasión.

Este conjunto de pruebas estará conformador por:

- Pruebas de Desarrollo.  
Serán pruebas realizadas por el equipo de desarrollo. Estas pruebas estarán compuestas por Pruebas de Componentes y Pruebas del Sistema.

Un componente está constituido por varios objetos que interactúan entre sí. En el caso del sistema informático, un componente estará constituido por diferentes objetos que interactúan entre sí en un experimento dado. La prueba entonces, estará enfocada en determinar que la simulación de un experimento dado sea de la manera en que debe

<sup>13</sup> Software engineering, 9th edition, by Ian Sommerville; Capítulo 8: Pruebas de Software.

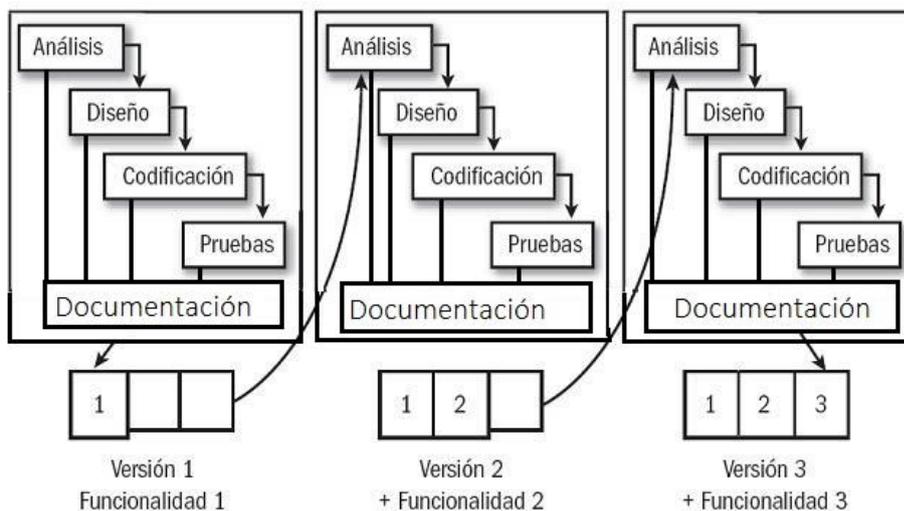
<sup>14</sup> Software engineering, 9th edition, by Ian Sommerville; Capítulo 8: Pruebas de Software; pág. 210.

de ser. Entonces un caso de prueba para un experimento estará dado por las variables de entrada que requiere el experimento, ejecutar la simulación del experimento y comparar los resultados obtenidos con los resultados esperados.

Las pruebas del sistema implican que deben integrarse diferentes componentes y entonces, probar el sistema ya integrado. Se hará uso de un esquema de pruebas incremental. Es decir, que con cada iteración que se elabore en el ciclo de desarrollo de sistemas, se probará el sistema. De esta manera se garantiza que con cada incremento el sistema funciona adecuadamente.

- **Pruebas Basadas en Requerimientos.**  
Serán pruebas basadas en comprobar la validación de los requerimientos. Es decir, serán pruebas para demostrar que se han implementado en el sistema de manera adecuada los requerimientos especificados.
- **Pruebas de Rendimiento.**  
Este tipo de pruebas intenta demostrar que el sistema cumple con los requerimientos de rendimiento. Con estas pruebas, el objetivo es estresar el sistema de tal modo que este falle; de tal manera que se prueba la manera en que el sistema se comporta cuando falla. Será importante determinar si el sistema es tolerante a fallas, si existe corrupción en los datos cuando se produce una falla y si existen combinaciones de circunstancias que no estaban previstas y que hagan que el sistema falle.

La imagen 6.2 ilustra todo el ciclo de vida organizado en incrementos.



**Imagen 6.2:** Ilustración del ciclo de vida y los incrementos a desarrollar

## 6.2 Técnicas a Utilizar para el Desarrollo del Proyecto

- **Lluvia de Ideas:** esta técnica será utilizada en todas las fases de desarrollo del proyecto para generar diferentes alternativas de solución a los problemas que se vayan presentando.

- **Diagrama de Gantt:** por medio de diagrama de Gantt será representada de forma gráfica la duración del proyecto y las diferentes actividades que lo conformarán. El diagrama de Gantt servirá también como medio de control del avance del proyecto y el cumplimiento de las actividades.
- **Técnicas de recolección de información:** son aquellas técnicas por medio de las cuales se la información es obtenida. Se tienen dos fuentes principales de obtención de información:
  - **Fuente primaria:** La información es obtenida directamente por medio de los usuarios que harán uso del sistema informático. Se usan la observación directa, las entrevistas y los cuestionarios para poder obtener esta información.
  - **Fuente secundaria:** Información que se obtiene por medio de bibliografía. Esta bibliografía consiste en libros y artículos de internet.
- **Enfoque de Sistemas:** se utiliza para modelar el sistema en su situación actual y el sistema propuesto como solución.
- **Diagrama de Ishikawa:** se usa para identificar las causas que generan el problema en estudio.
- **Diagrama de Pareto:** se usa para determinar las causas que afectan que son más relevantes al problema en estudio.
- **Norma 40-20-40:** Es una norma para estimar la duración de las actividades en el desarrollo de sistemas. La norma se describe a continuación<sup>15</sup>:
  - Del 100 % de esfuerzo, el 40 % se destina a tareas de análisis y diseño; de los cuales el 15 % es para tareas de análisis y el 25 % restante para tareas de diseño.
  - Del 100 % de esfuerzo, el 20 % se dedica a la construcción.
  - Del 100 % de esfuerzo, el 40 % se dedica a tareas de pruebas y corrección de errores.
- **Análisis Orientado a Objetos:** esta técnica será utilizada para poder realizar la especificación de los requerimientos del usuario. Servirá para modelar el dominio de la situación actual. Para esta parte se hará uso de las siguientes técnicas del modelo orientado a objetos:
  - Diagramas de Casos de Uso.
  - Descripción de los Casos de Uso.
  - Diagrama de Clases (Modelo del Dominio).

---

<sup>15</sup>Software engineering, 9th edition, by Ian Sommerville; pág. 626.

- **Diseño Orientado a Objetos:** será utilizado para describir el comportamiento del sistema, o cómo el sistema dará solución a las especificaciones del usuario. Las técnicas del modelo orientado a objetos a utilizar son:
  - Diagramas de Clases.
  - Diagramas de Secuencia.
  - Diseño de la Base de Datos por medio de Diagramas de Entidad Relación.
  - Modelos lógico y físico de la base de datos.
  - Diseño de Interfaces del Sistema.
  
- **Programación Orientada a Objetos:** con esta técnica se convertirá en código las especificaciones de diseño de la solución propuesta en un lenguaje de programación orientado a objetos.

### **6.3 Estándares a Utilizar para el Desarrollo del Proyecto.**

#### **6.3.1 Estándares para el Análisis**

Se utilizará el Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés). El detalle de los estándares para representar y modelar los conceptos del dominio puede consultarse en el Anexo 3.

#### **6.3.2 Estándares para el diseño**

Definir estándares para el diseño facilita la fase de construcción del sistema, puesto que los elementos definidos en el diseño son retomados en esa fase. El detalle de los estándares para el diseño puede consultarse en el Anexo 4.

#### **6.3.3 Estándares de Programación**

Se establecen las convenciones que se utilizarán para escribir el código fuente del sistema. El detalle de los estándares de programación puede consultarse en el Anexo 5.

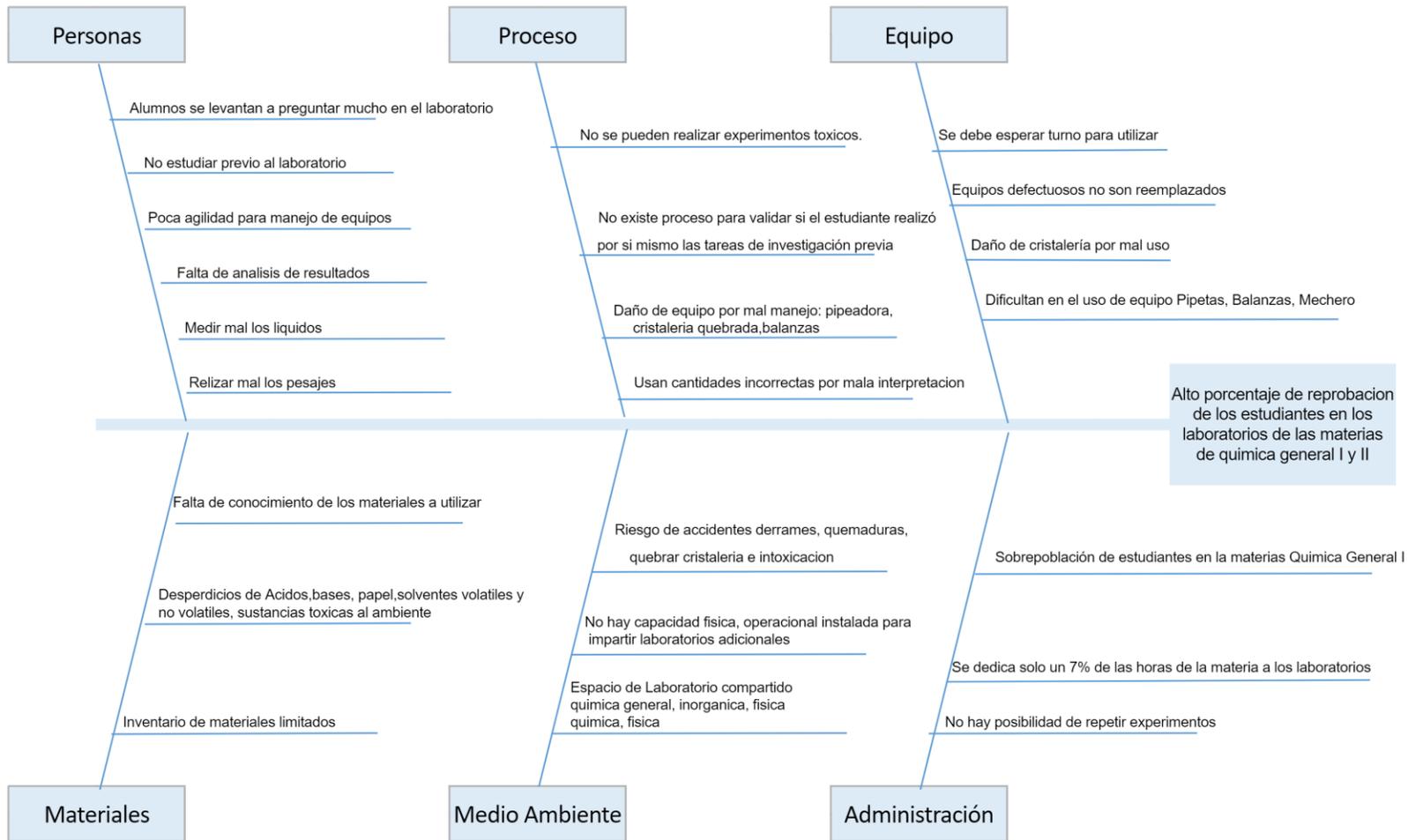
#### **6.3.4 Estándares para la Documentación.**

Se describe la nomenclatura que será utilizada para la documentación. Puede consultarse el detalle en el Anexo 6.

## **7. Formulación del Problema**

### **7.1 Diagrama Causa-Efecto**

Se recolectó información a través de reuniones con los docentes, cuestionarios (Formatos en anexo 16) realizados a los docentes y estudiantes, además se realizó observación directa de los laboratorios de las materias química general I y II.



**Imagen 7.1:** Diagrama Causa-Efecto (Información de detalle de encuestas en Anexos 17 al 19).

### 7.1.1 Análisis del diagrama Causa y Efecto

- **Personas:**  
Es un conjunto de causas relacionadas con el recurso humano involucradas en el proceso de realización de los laboratorios, principalmente es notable que la mayoría están relacionadas con el estudiante y englobando todas las causas se resumen con la falta de preparación para la práctica de laboratorio.
- **Proceso:**  
En proceso se pueden observar un conjunto de deficiencias en los procesos o la falta de estos en la realización de los laboratorios de la materia de química general 1 y 2, no se cuenta con la forma de validar si realmente el estudiante realizó por el mismo la investigación previa al laboratorio, además de daño a equipo por mal manejo y cantidades incorrectas por no interpretar bien.
- **Equipo:**  
Conjunto de deficiencias en cuanto al equipo utilizado en los laboratorios de la materia de química general 1 y 2, se detectó que los equipos no son suficientes para todos los estudiantes que realizan las prácticas, muchos equipos se encuentran en mal estado debido al mal uso por parte de los estudiantes ya que no se han preparado debidamente para la práctica de laboratorio.
- **Materiales:**  
Conjunto de deficiencias en cuanto al equipo utilizado en los laboratorios de la materia de química general 1 y 2, existe un inventario limitado de reactivos, soluciones y productos necesarios para realizar las prácticas de laboratorio y además se generan demasiado desperdicios por parte del estudiante debido a que no realizan los procedimientos de la manera adecuada.
- **Medio ambiente:**  
Es un espacio compartido para muchas materias durante cada día, lo cual genera un problema para poder realizar prácticas previas o prácticas libres.
- **Administración:**  
Este conjunto de problemas se enfoca en las dificultades administrativas de las materias, solo se dedica únicamente un 7% de las horas del ciclo a prácticas de laboratorio, además existe una sobrepoblación de estudiantes en la materia por todos los estudiantes que llevan la materia en segunda y tercera matrícula por lo cual no existe la posibilidad de que el estudiante repita o practique previamente a una sesión de laboratorio real.

## 7.2 Diagrama de Pareto

La tabla 7.1 muestra un resumen de los datos del diagrama causa y efecto con su frecuencia de ocurrencia basada en las encuestas a los alumnos<sup>16</sup> y entrevistas con docentes<sup>17</sup>.

Causa	Frecuencia	Porcentaje Acumulado	Frecuencia Acumulada
Tiempo de Preparación insuficiente antes de la práctica	33	31%	33
Baja Frecuencia de Realización de la práctica	28	56%	61
Material de Preparación Insuficiente	15	70%	76
Equipo Insuficiente	12	81%	88
Complejidad de las prácticas	8	89%	96
Poco conocimiento del equipo	7	95%	103
Tiempo Insuficiente en el laboratorio	4	99%	107
Mala aplicación de técnicas	1	100%	108
Total	108		

**Tabla 7.1:** Detalle de frecuencias registradas para las causas del problema descrito<sup>18</sup>.

En la tabulación anterior, las causas se describen desde la de mayor frecuencia hasta la de menor frecuencia. Esto se hace así debido a que el análisis por medio del diagrama de Pareto, se usa para demostrar las causas que son más relevantes al problema. La norma es que atacar al 20% de las causas resuelve el 80 % del problema. El diagrama de Pareto puede visualizarse en la imagen 7.2.

---

<sup>16</sup> Encuestas de Alumnos se poder ver en [Anexo 17: Estadísticas de Encuestas Estudiantes](#)

<sup>17</sup> Entrevistas con Docentes se pueden ver en [Anexo 18: Entrevistas a Personal Docente](#)

<sup>18</sup> Clasificación de causas ver en [Anexo 19: Clasificación de Causas](#)

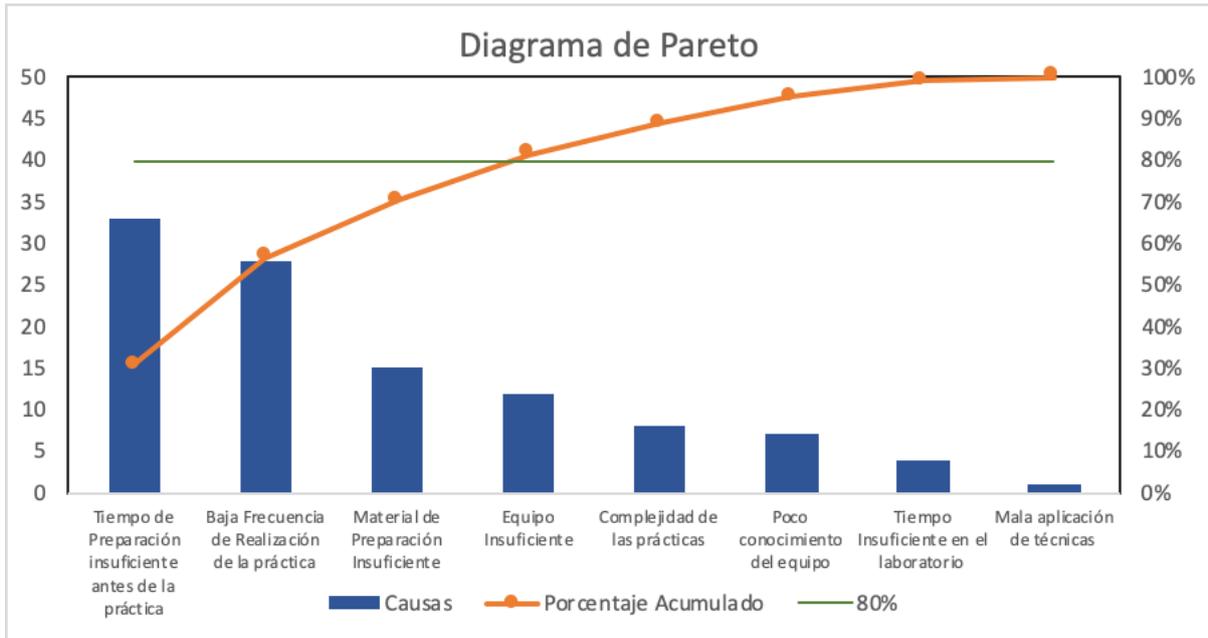


Imagen 7.2: Diagrama de Pareto de las causas relacionadas al problema descrito.

### 7.3 Diagrama A-B (Estado Actual – Estado Deseado)

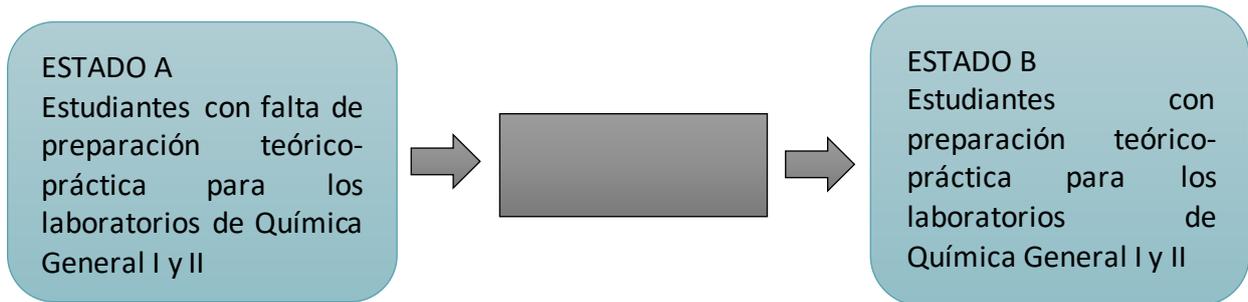


Imagen 7.3: Diagrama A-B

Estado A	Estado B
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala aplicación de las técnicas de laboratorio.</li> <li>• Usar cantidades incorrectas de insumos por mala interpretación del procedimiento.</li> <li>• Poca agilidad para manejo de equipos.</li> <li>• Falta de análisis de resultado.</li> <li>• Medir mal los líquidos.</li> <li>• Realizar mal los pesajes de insumos.</li> <li>• Riesgos de quemaduras y lesiones.</li> <li>• No se pueden realizar experimentos tóxicos.</li> <li>• Realización del laboratorio genera contaminación del aire y agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor aplicación de las técnicas de laboratorio.</li> <li>• Mejor interpretación de los procedimientos de laboratorio.</li> <li>• Mejora en el uso de materiales y equipo de laboratorio.</li> <li>• Buena interpretación de resultados.</li> <li>• Validación de la preparación previa por parte del estudiante y si la realizo por sí mismo.</li> <li>• Aumento en las horas de práctica de la teoría aprendida en las clases teóricas.</li> <li>• Bajar la sobrepoblación en la materia Química General I</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe proceso para validar si el estudiante realmente realizó por sí mismo las tareas de investigación previa.</li> <li>• No se pueden realizar prácticas pre-laboratorio.</li> <li>• Daño de cristalería y equipo por mal uso.</li> <li>• Se generan desperdicios de soluciones, solventes, papel por mal uso por parte del estudiante.</li> <li>• Inventario de materiales limitado.</li> <li>• Sobrepoblación en la materia Química General I</li> <li>• Solo se dedica el 7% de las horas de la materia a los laboratorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir el desperdicio de soluciones, solvente, papel.</li> <li>• Menor daño en la cristalería y equipo por mal uso.</li> </ul>
---	--

**Tabla 7.3:** Descripción del Diagrama A – B.

## 7.4 Definición del problema

¿Cómo mejorar la preparación teórico-práctica de los estudiantes para los laboratorios de las materias de Química General I y II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador por medio de una herramienta?

## 8. Factibilidad

### 8.1 Factibilidad Técnica

Evaluación de los elementos tecnológicos, como son el hardware, software y personal técnico necesarios para el desarrollo y la implementación sistema informático.

#### 8.1.1 Software

##### 8.1.1.1 Software para planificación, diseño y documentación

El desarrollo del proyecto lleva consigo la utilización de software para diseño gráfico de imágenes vectoriales que se describe en Tabla 8.1

Software	Descripción	Requerimientos mínimos
Adobe Ilustrador	Creación de escenarios con imágenes vectoriales	Procesador ® Pentium® 4 o AMD Athlon® de 64 bits. 1 GB de RAM <sup>19</sup>
Microsoft Office Word 2016	Documentación del proyecto	CPU x86 a 1 GHz con instrucciones SSE2, 2 GB de RAM., 3 GB de HDD.
Microsoft Office Project 2016	Documentación, organización del proyecto	
PHP	Desarrollo del backend	

**Tabla 8.1:** Descripción de la tecnología a utilizar para el desarrollo del proyecto

##### 8.1.1.2 Software para frontend

El desarrollo del frontend para simuladores web comprenderá de las siguientes capas:

1. **Creación de imágenes vectoriales** según g2.com <sup>20</sup>, adicional a la comparativa de g2 se tomó en cuenta el sistema operativo

Software	Adobe Ilustrador	CorelDRAW	Inkscape	Sketch
Fácil de usar	7.8	8.3	7.5	8.9
Fácil de configurar	8.5	8.1	8.3	9.2
SO	Windows / Mac OSX	Windows / Mac OSC	Windows / Mac OSC	Mac OSX
Puntuación SO	10	10	10	5

<sup>19</sup> <https://helpx.adobe.com/es/illustrator/system-requirements.html>

<sup>20</sup> <https://www.g2.com/compare/adobe-illustrator-vs-coreldraw-vs-inkscape-vs-sketch>

Actualización	8.6	7.1	7.7	9
Total	34.9	33.5	33.5	32.1

**Tabla 8.2:** Comparación entre diferentes aplicaciones para la creación de imágenes vectoriales

\*La calificación de Sketch baja ya que solo es compatible con MAC OSX y el resto es compatible con MAC y Windows.

El software para diseño con mayor puntuación es Adobe Illustrator, los requerimientos mínimos para adobe Illustrator son: Procesador ® Pentium® 4 o AMD Athlon® de 64 bits, 1 GB de RAM.

## 2. Animación de imágenes vectoriales

La simulación de experimentos se pretende que sean animados para lo cual se utilizará HTML 5 canvas que es en la actualidad el único medio aceptado por los navegadores para animación sin problemas de compatibilidad.

La librería de mayor soporte para animación es CreateJS que apoya en la creación de animaciones HTML5 canvas y que tiene integración con Adobe Animate, existen otras aplicaciones para crear animaciones como Adobe After Effects o Sketch TimeLine sin embargo no son compatibles con createjs por lo que se tomaría como software para animación Adobe Animate, los requerimientos mínimos son Procesador Intel Pentium 4, 2 GB de RAM.

## 3. Controles de usuario y comunicación en segundo plano con el backend

Se utilizará HTML5, JavaScript debido a su compatibilidad con canvas y createJS.

### 8.1.1.3 Software para backend

El lenguaje de programación a utilizar para el desarrollo del sistema es PHP, algunas de las características que posee este lenguaje de programación son <sup>21</sup>:

- Soporta la programación orientada a objetos.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos:
- MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otras.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.
- Posee documentación en su página oficial la cual incluye descripción y ejemplos de cada una de sus funciones.

### 8.1.1.4 Software para Gestor de base de datos

El gestor de base de datos a utilizar es MySQL, algunas de las características son <sup>22</sup>:

- Portabilidad

<sup>21</sup> <https://www.php.net/manual/es/intro-whatcando.php>

<sup>22</sup> <https://www.mysql.com/products/enterprise/techspec.html>

- Escalabilidad
- Integridad de datos
- Backups
- Soporta diferentes tipos de objetos
- Multi-hilos, de código abierto
- Confiable, Rápido, Compacto y Multiplataforma.

### 8.1.2 Hardware

#### 8.1.2.1 Estaciones de desarrollo

Los requerimientos mínimos de hardware están en función del software que se utilizará durante la etapa de desarrollo, para el disco duro se ha sumado de los requerimientos de cada aplicación al igual con la memoria RAM. Este detalle puede verse a continuación en la tabla 8.3:

Requerimientos Mínimos	
Sistema Operativo	Windows 7
Procesador	Pentium®4 o AMD Athlon de 64
Memoria	3 GB
Disco Duro	50 GB

**Tabla 8.3:** Requerimientos mínimos que deben de cumplir las estaciones de trabajo para el desarrollo del proyecto

#### 8.1.2.2 Servidor

Los requerimientos mínimos de hardware están en función del software que se utilizará con la plataforma funcionando. El detalle puede apreciarse a continuación en la tabla 8.4:

Requerimientos Mínimos	
Procesador	Procesador ® Pentium® 4 o AMD Athlon® de 64
Memoria RAM	1 GB
Disco Duro	50 GB

**Tabla 8.4:** Requerimientos mínimos que debe de cumplir el servidor en el cual estará instalada la aplicación <sup>23</sup>

### 8.1.3 Conclusión factibilidad técnica

Comparando los requerimientos mínimos para las estaciones de trabajo en Tabla 3 y las estaciones del grupo detalladas en el Anexo 7: Especificaciones técnicas del equipo de desarrollo a utilizar. podemos concluir que se tiene el recurso necesario para el desarrollo del

---

<sup>23</sup> <https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000006122/education/intel-education-software.html>

proyecto a nivel técnico: equipos, software y herramientas con lo que es factible técnicamente.

Comparando los requerimientos mínimos el servidor en Tabla 8.4 y el servidor actual detallado en el Anexo 14: Especificaciones servidor actual, podemos concluir que se tiene el recurso necesario para la implementación del proyecto, por lo que el proyecto es factible técnicamente.

## **8.2 Factibilidad Económica**

El objetivo de realizar la factibilidad económica es determinar si es conveniente para la Facultad de Química y Farmacia dar marcha al proyecto en términos monetarios. Para poder determinar la factibilidad económica, se toma en cuenta el costo del proyecto en comparación con un beneficio social que será especificado a continuación.

Un factor muy importante para poder realizar la evaluación de la factibilidad económica es la vida útil del sistema informático a desarrollar. La vida útil para el “Sistema Informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de Química General I y II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador” será de 5 años.

Se estima un tiempo de vida de útil de 5 años, porque es el tiempo promedio en el cual las tecnologías reciben soporte. Por ejemplo, las versiones menores de PHP<sup>24</sup> que actualmente se encuentran soportadas, tienen un soporte máximo de 3 años. De acuerdo con la publicación oficial de la página de PHP, una vez que los 3 años han sido completados, la versión menor deja de recibir soporte oficial<sup>25</sup>. Pero debido a que las actualizaciones entre versiones menores no significan cambios drásticos, la versión mayor de PHP que es la versión 7, tendrá 6 años de soporte continuo. Por tanto, se considera 5 años como un tiempo de vida razonable para el sistema informático.

Una vez concluidos estos 5 años deberá de realizarse una evaluación del sistema informático, con el fin de determinar si este cumple con el propósito para el cual fue desarrollado, o si por el contrario es necesaria una actualización y una nueva especificación de los requerimientos del usuario, y además para evaluar el estado de la tecnología utilizada y verificar si es necesaria una actualización de esta.

### **8.2.1 Costo del Proyecto**

Recursos a utilizar

Para el desarrollo del Sistema Informático, se requiere de recursos. Estos recursos pueden afectar el desarrollo del Sistema Informático ya sea de manera directa (como el recurso humano y tecnológico) o indirecta (como los recursos de operación).

Recurso Humano

El recurso humano estará conformado por:

---

<sup>24</sup> Tecnología a utilizar de acuerdo a la factibilidad técnica.

<sup>25</sup> Fuente: <https://php.net/supported-versions.php>

#### Equipo de Desarrollo:

- Docente Asesor: encargado de guiar a todo el equipo de trabajo. Realizará correcciones y observaciones según estime conveniente.
- Analistas de Sistemas y Programadores: encargados de planificar y dirigir las actividades de recolección de información para el análisis, diseño y construcción del sistema informático.
- Coordinador del proyecto: encargado de monitorear que todas las actividades se realizan de acuerdo a lo previsto.
- Diseñador Gráfico: estará a cargo de diseñar los diferentes elementos gráficos que serán incluidos en el sistema informático. Diseñará los elementos gráficos para las simulaciones de los experimentos, así como también la estética del sistema informático.

#### Usuarios:

- Docentes de las cátedras de Química General I y II. Serán los responsables de brindar al equipo de desarrollo toda la información relevante a las necesidades y características que el sistema informático posee.
- Estudiantes. Harán uso del sistema informático ya terminado.

#### Recurso Tecnológico:

- Estaciones de Trabajo: Se hará uso de 4 computadoras para el desarrollo de las especificaciones del sistema informático. Las especificaciones pueden consultarse a detalles en el [Anexo 7](#).
- Software: son todas aquellas herramientas utilizadas para construir y documentar el sistema informático. Estas herramientas incluyen editores de texto, diagramadores de UML, Microsoft Project, Entornos de desarrollo, herramientas para la comunicación entre los miembros del equipo, entre otros.

#### Recursos de Operación

Los recursos de operación son todos aquellos recursos que intervienen de manera indirecta en el desarrollo del proyecto, pero que sin embargo son una parte importante. Los recursos de operación necesarios son:

- Servicio de Energía Eléctrica.
- Servicio de Agua Potable.
- Servicio de Internet.
- Costos por Asesorías.
- Costos por Reuniones con el cliente.

#### Estimación del Costo

##### Recurso Humano

Personal	Cantidad de Personal	Salario Mensual <sup>26</sup>	Total
----------	----------------------	-------------------------------	-------

<sup>26</sup> El salario promedio utilizado para la estimación puede consultarse en el Anexo 13

Coordinador del Proyecto	1	\$ 1,028.00	\$ 1,028.00
Analistas Programadores	2	856.00	1,712.00
Diseñador Gráfico	1	530.00	530.00
Total, al Mes	4		\$ 3,270.00

**Tabla 8.5:** Estimación del costo del recurso humano a utilizar en el desarrollo del proyecto

Costo por la duración del proyecto (9 meses): \$ 3,270.00 \* 9 meses = **\$ 29,430.00**

#### Recurso Tecnológico

Para poder cuantificar el costo incurrido en el uso de equipo de cómputo para el desarrollo del Sistema Informático, se hará uso de la técnica de Depreciación<sup>27</sup>.

La depreciación consiste en “la reducción en el valor de un activo”. Para realizar este cálculo se hará uso del método de depreciación de la línea recta, que consiste en que los equipos se desgastan de manera uniforme durante toda su vida económica. El cálculo de la depreciación se hará con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Cuota de Depreciación} = \frac{(\text{Valor Nominal} - \text{Valor de Recuperación})}{\text{Vida Económica}}$$

#### Valor Nominal.

Se entiende como el costo del activo al momento de la compra en condiciones nuevas y sin estrenar. Esto significa que ningún valor de depreciación ha sido cargado con anterioridad al activo.

#### Valor de Recuperación.

Es el valor estimado de intercambio del activo al finalizar su vida económica. El valor de recuperación puede ser expresado como una cantidad fija expresada en términos monetarios o como un porcentaje del valor nominal. El valor de recuperación es una estimación. Se asume un valor de recuperación para el equipo de cómputo del 60 % de su valor nominal.

#### Vida Económica.

La vida económica para el equipo de cómputo se determina tomando en cuenta los siguientes aspectos base:

- Utilización prevista del equipo.
- Desgaste físico esperado.
- Obsolescencia técnica o comercial.

Diversas opiniones estiman que el valor de la vida económica se encuentra en el rango de los 3 a 5 años. Por ejemplo, tenemos el siguiente párrafo tomado de una página web: “Después de cinco años, los fabricantes no pueden mantener una máquina por garantía en lo absoluto, por lo que es lógico pensar que después de cinco años, las posibilidades son aún mayores de

<sup>27</sup> Ingeniería Económica Sexta Edición de Leland Blank y Anthony Tarquin. Capítulo 16: Métodos de Depreciación.

que algunas partes de su computador empiecen a fallar”<sup>28</sup>. El autor enfatiza en el hecho que, debido a la obsolescencia normal de la tecnología, después de 5 años sale más barato cambiar de ordenador que repararlo en caso de avería. También tenemos un comentario de un agente de soporte técnico de Dell, empresa destacada por fabricar, vender y dar soporte a computadores y otros relacionados<sup>29</sup>: “La media de la vida útil es de 5 años y Dell mantiene inventario de piezas y repuestos para todos sus sistemas por 5 años contando desde el día que el modelo es sacado del mercado”<sup>30</sup>.

Por tanto, debido a las consideraciones anteriores, se toma un valor de vida económica de 5 años.

Equipo	Valor Nominal	Valor de Recuperación	Gasto por Depreciación Anual	Gasto por Depreciación Mensual
PC1	\$ 1,500.00	\$ 900.00	\$ 120.00	\$ 10.00
PC2	1,800.00	1,080.00	144.00	12.00
PC3	500.00	300.00	40.00	3.33
PC4	1,200.00	720.00	96.00	8.00
Total				\$ 33.33

**Tabla 8.6:** Estimación del costo por depreciación del equipo informático a utilizar en el desarrollo del proyecto

Costo por la duración del proyecto (9 meses):  $\$ 33.33 * 9 \text{ meses} = \underline{\underline{\$ 299.97}}$

#### Costos de Operación

Los costos de operación han sido calculados con base al consumo que representa cada tipo de costo en el proyecto. El consumo se detalla como sigue:

- **Costo de Energía Eléctrica:** este costo se mide calculando el consumo eléctrico de cada equipo informático y aplicando el cargo correspondiente por parte de la distribuidora de energía. Puede consultarse el detalle en el Anexo 8.
- **Costo de Agua Potable:** este costo se mide calculando el consumo de agua potable promedio del equipo de trabajo y aplicando el cargo correspondiente al suministro de agua. Puede consultarse el detalle en el Anexo 9.
- **Costo de Internet:** este costo se ha calculado tomando las tarifas vigentes que los proveedores han publicado por su servicio y aplicando el cargo correspondiente por el tiempo de uso. Puede consultarse el detalle en el Anexo 10.
- **Costo por Asesorías:** este costo se ha calculado tomando como base el tiempo que dura la asesoría y los respectivos viáticos involucrados. Puede verse el detalle en el anexo 11.
- **Costo por Reuniones con el cliente:** este costo se ha calculado tomando como base el tiempo que duran las reuniones con el cliente, en este caso los docentes de la Facultad de Química y Farmacia; y añadiendo los respectivos viáticos involucrados. Puede verse el detalle en el Anexo 12.

<sup>28</sup> Párrafo tomado de la página web:

<http://www.plotandesign.com/computadores/vida-util-de-un-computador/>

<sup>29</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Dell>

<sup>30</sup> <https://www.dell.com/community/Pc-de-Escritorio-General/Vida-util/td-p/5295179>

En la tabla 8.7 puede apreciarse el resumen de costos para poder desarrollar del proyecto:

Descripción del Costo	Valor al mes
Servicio de Energía Eléctrica	\$ 8.95
Servicio de Agua Potable	9.56
Servicios de Internet	19.66
Costo por Asesorías	186.40
Costo por Reuniones	176.40
Total, al mes	\$ 400.97

**Tabla 8.7:** Resumen mensual de los costos en los que se ha de incurrir para el desarrollo del proyecto

Costo por la duración del proyecto (9 meses): \$ 400.97 \* 9 meses = **\$ 3,608.73**

Costo Total del desarrollo del proyecto y Precio del Producto Final:

Costo de Recurso Humano	\$ 29,430.00
Recurso Tecnológico	299.97
Costos de Operación	3,608.73
Sub Total	\$ 33,338.70
Asignación por Imprevistos <sup>31</sup> (15 %)	5,000.81
Costo Total de Desarrollo del Proyecto	\$ 38,339.51
Porcentaje de Ganancia <sup>32</sup> (25 %)	9,584.88
Precio de Producto Final	\$ 47,924.39

**Tabla 8.8:** Costo Total del Proyecto

### 8.2.2 Beneficio Social

La iniciativa del proyecto es brindarle al estudiante un beneficio directo mediante el uso de una herramienta que le permita realizar experimentos. Este beneficio ha sido identificado como un beneficio social. Este beneficio social viene dado por los costos en los que incurre el estudiante por tener que acudir a los laboratorios presenciales en la Facultad de Química de la Universidad de El Salvador. Para calcular este beneficio se hace uso de la cuantificación de estos costos con base a las siguientes consideraciones:

- Cantidad de estudiantes inscritos en las materias de Química General I y II: 480<sup>33</sup>.
- Cantidad de laboratorios en las cátedras de Química General I y II: 13.

Costo de Transporte

Transporte Público Urbano	Uso al día	Costo diario	Número de estudiantes	Prácticas en el año	Costo Anual

<sup>31</sup> Según Ingeniería de Software de Sommerville, Novena Edición. Capítulo 23: Planeación de Proyectos.

<sup>32</sup> Según Ingeniería de Software de Sommerville, Novena Edición. Capítulo 23: Planeación de Proyectos.

<sup>33</sup> Fuente: cátedra de Química General I y II.

\$ 0.35	4 buses en promedio	\$ 1.40	480	13	\$ 8,736.00
---------	---------------------	---------	-----	----	-------------

**Tabla 8.9:** Estimación del costo incurrido en concepto de transporte

#### Costo por Papelería

Este costo viene dado por el gasto que el estudiante hace para poder obtener las guías de laboratorio. De acuerdo con la cátedra de Química General I y II, se genera un compilado de normas y contenido llamado “Manual de Prácticas de Laboratorio Química General I” y “Manual de Prácticas de Laboratorio Química General II”. Ambos documentos son suministrados por la cátedra para que el estudiante los estudie con anticipación a las prácticas de laboratorio<sup>34</sup>.

Dado que estos documentos son un compilado, el estudiante necesita obtener una vez cada documento. Significa que al año el estudiante obtiene una copia de ambos documentos. El detalle se especifica a continuación:

Documento	No. de Páginas	Costo de Fotocopia por página	Costo del Documento
Manual de Prácticas de Laboratorio Química General I	76	\$ 0.02	\$ 1.52
Manual de Prácticas de Laboratorio Química General II	111		\$ 2.22
Costo Total			\$ 3.74

**Tabla 8.10:** Resumen del Costo en concepto de papelería proveniente de manuales de laboratorio

Adicionalmente, el estudiante al finalizar la práctica de laboratorio debe de entregar un reporte. El recurso por utilizar para la elaboración de reporte se describe como sigue:

Recurso	Cantidad por Laboratorio	Precio	Costo por Laboratorio	Costo por Estudiante	Costo al Año
Folder <sup>35</sup>	1	\$ 0.15	\$ 0.15	\$ 0.30	\$ 144.00
Fastener	1	0.10	0.10	0.20	96.00
Hojas de Papel Bond	4 -5	0.05	0.25	3.25	1,560.00
Lapicero	1	0.15	0.15	0.30	144.00
Total					\$ 1,944.00

**Tabla 8.11:** Resumen del costo en concepto de papelería proveniente de los reportes de laboratorio

<sup>34</sup> Fuente: Cátedra de Química General I y II.

<sup>35</sup> Se usa un solo folder para toda la cátedra. En el mismo folder se anexan los reportes de todos los laboratorios.

- El precio de la hoja de papel bond viene dado por el precio de una resma de papel bond que contiene 100 hojas. La resma cuesta \$ 4.90<sup>36</sup>. Dividido ese valor entre las hojas nos da un precio por hoja de \$ 0.05.
- El costo por estudiante es el costo en el que incurre el estudiante en total por todas las prácticas de laboratorio.
- El costo al año viene dado como resultado de multiplicar el costo por estudiante por el número de estudiantes detallado en Tabla 8.12:

Resumen de los Costos	
Costo de Transporte	\$ 8,736.00
Costo de Papelería	1,944.00
Total, Anual	\$ 10,680.00

**Tabla 8.12:** Resumen de los costos en los que incurre cada estudiante en las prácticas de laboratorio de Química General I y II

#### Otros Beneficiarios

Además de los estudiantes de las cátedras de Química General I y II, se estima que el sistema puede ser de utilidad para todos aquellos estudiantes a nivel nacional que compartan estos temas de Química General.

Estos estudiantes pueden dividirse en dos categorías:

- Estudiantes universitarios: Estos estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática y de la Facultad de Ciencias Agronómicas hacen un total de 3,126 estudiantes.
- Estudiantes de educación media: A nivel nacional entre todas las opciones educativas de bachillerato, se tienen 91,778 estudiantes.

Los docentes de las materias de Química General I y II también son beneficiarios del sistema.

#### Conclusión

Para justificar el desarrollo del proyecto económicamente, se hizo un cálculo del beneficio social que aporta el proyecto. Este beneficio es directo para el estudiante de las cátedras de Química General I y II y asciende a \$ 10,680.00 anuales.

Esto significa que, por cada uno de los 480 estudiantes de ambas cátedras, el proyecto genera un beneficio de \$ 22.25.

---

<sup>36</sup> Precio de Referencia usado:

<https://www.officedepot.com.sv/officedepotSV/en/Categor%C3%ADa/Todas/Papel/Papel-de-impresi%C3%B3n-y-copiado/Papel-bond-multiusos/BOND-MARFIL-90-GR-100HJS/p/17348>

### 8.3 Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa del proyecto se basa en diversos aspectos fundamentales considerados a continuación:

#### Apoyo institucional al proyecto

La Facultad de Química y Farmacia por medio de la directora del departamento de Química, Física y Matemática; ha expresado su interés en el desarrollo de este tipo de proyectos. Primeramente, porque la Facultad no cuenta con el recurso de espacio en infraestructura para poder brindar a los estudiantes mayor capacidad de uso en los laboratorios, y luego porque los docentes carecen del material (ya sean activos químicos o equipo de laboratorio adecuado) didáctico para poder hacer las demostraciones que son necesarias para la enseñanza.

En este sentido, la principal necesidad a cubrir es dotar a los estudiantes de una herramienta que les ayude en este proceso de enseñanza / aprendizaje.

#### Complejidad Técnica

El sistema no debe ser complejo para los usuarios de la institución (docentes, asistentes, estudiantes), en este sentido la disposición del personal a la capacitación debida sobre el manejo del software a proveer es crítica, es decir la resistencia al cambio es una barrera a vencer para conseguir el éxito del software.

#### Obsolescencia subsecuente

La vida útil del sistema informático a desarrollar ha sido establecida en 5 años. Una vez concluidos estos 5 años deberá de realizarse una evaluación del sistema informático, con el fin de determinar si este cumple con el propósito para el cual fue desarrollado, o si por el contrario es necesaria una actualización y una nueva especificación de los requerimientos del usuario, esto es acorde a los cambios que pudieren ocurrir en el equipo (hardware) o en las tecnologías empleadas en el desarrollo del software, cambios en el lenguaje de programación, en el gestor de base de datos, etc.

#### Apoyo por parte del usuario final

En este proceso de enseñanza/aprendizaje, los estudiantes y los docentes son los actores principales.

Con el desarrollo de este sistema se beneficia a una población directa de 480 estudiantes en promedio en ambas cátedras. Esto se traduce en beneficio directo. El estudiante ya no debe esperar su sesión de laboratorio para poder interactuar con el experimento propuesto. Tampoco tiene que incurrir en algún gasto adicional para poder hacer uso de esta herramienta.

En el caso de los docentes, pueden preparar mejor sus sesiones de laboratorio sabiendo que disponen de una herramienta para poder reforzar la enseñanza de la asignatura. Esto les permite concentrar su tiempo y esfuerzo en las actividades propias de la cátedra. Esto es así dado que actualmente tienen que invertir mucho de este tiempo y esfuerzo en la búsqueda de material que pueda ser utilizado para poder ilustrar los conceptos inmersos en los diversos experimentos que se realizan. Y muchas veces la búsqueda es infructuosa dado que los recursos no se encuentran disponibles para su uso público, pues poseen restricciones de derechos de autor y o están disponibles como software privativo que no se puede costear.

## 9. Justificación

El desarrollo de sistema informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de Química General I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la universidad de El Salvador está fundamentado sobre la necesidad de lograr realizar las siguientes funciones:

- Conocer los equipos de laboratorio previo a la práctica, tales como pH-metro, conductivímetro y bomba de volumen constante.
- Revisar el paso a paso en la ejecución de fenómenos químicos: cambios de calor a una presión constante, estequiometría de los gases, velocidad de reacción, proceso de equilibrio química y celda electrolítica
- Realizar una representación gráfica de la geometría de las moléculas más comunes y de la tabla periódica de una manera dinámica.
- Proporcionar soporte a los docentes con una bitácora de la realización de la práctica previa por parte de los estudiantes.

La solución en general plantea mejorar la preparación previa del estudiante para la realización de las prácticas de laboratorio, contar con contenido multimedia adecuado a la materia, reducción de errores en la práctica, tratamiento correcto de los químicos y uso adecuado de los equipos de laboratorio, de esta manera afectar directamente al estudiante de manera positiva en el aprovechamiento de las prácticas de laboratorio.

## 10. Importancia

Con el desarrollo del proyecto del sistema informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de Química General I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador se obtendrán los siguientes beneficios:

- Los 480 alumnos podrán realizar al menos una práctica virtual semanal de los fundamentos teóricos, actualmente se realiza una práctica cada dos semanas.
- Mejorar el cumplimiento del desarrollo del laboratorio con 14 practicas previas en los simuladores, optimizando las soluciones y uso de equipo.
- Brindar un soporte tecnológico en la enseñanza de Química General no solo a estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia si no a cualquier estudiante que tenga acceso a la plataforma y que tenga temas en común con química general.
- Proporcionar una plataforma de apoyo en la enseñanza a los 3,126<sup>37</sup> alumnos de Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Ciencias Agronómicas, Química y Farmacia.
- Proporcionar una plataforma de apoyo en la enseñanza a los 91,778<sup>38</sup> alumnos de bachillerado a nivel nacional

---

<sup>37</sup> <http://www.transparencia.ues.edu.sv/node/170>

<sup>38</sup> <https://www.mined.gob.sv/index.php/descargas/send/1-root/6701-boletin-estadistico-no-9>

## **11. Alcances**

Al concluir el proyecto se tendrá un Sistema Informático que permitirá al estudiante realizar simulaciones de los experimentos que se desarrollan en las prácticas de laboratorio de las asignaturas de Química General I y II impartidas en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, a través de la interacción controlada con los elementos químicos que intervienen en los experimentos de laboratorio. Este sistema estará aprobado por los docentes y permitirá incrementar el tiempo invertido por el estudiante en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, influyendo así en su rendimiento académico, mejorando sus aptitudes y fungiendo como una herramienta de apoyo didáctico para los docentes.

## **12. Limitaciones**

Los docentes que imparten las materias de Química General I, II estarían dando todo su apoyo para el desarrollo del proyecto, ya que lo consideran de mucho beneficio para los estudiantes, es por ello por lo que en este sentido no se encuentran limitaciones para el desarrollo del proyecto.

### 13. Planificación de Recursos

Para poder realizar el proyecto, se han especificado una serie de recursos humanos. El recurso humano está conformado de la siguiente manera:

1. Gerente del Proyecto
2. Líder del Proyecto
3. Analistas Programadores
4. Diseñador Gráfico

Para cada uno de estos roles se especifica la descripción del puesto.

#### Descripción del puesto de Gerente del Proyecto

Puesto: Gerente del Proyecto	
Persona en el Puesto	Docente director
Supervisor Inmediato	No Aplica
Descripción del Puesto	Guía el proyecto desde su inicio hasta su finalización, y controla que se vayan cumpliendo los requerimientos establecidos
Relaciones	
Reporta a	No Aplica
Supervisa a	Equipo del Proyecto
Trabaja con	Equipo del Proyecto
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Supervisar ejecución del proyecto</li><li>▪ Evaluar calidad de los entregables</li><li>▪ Controlar el avance del proyecto</li></ul>

#### Descripción del puesto de Líder de Proyecto

Puesto: Líder de Proyecto	
Persona en el Puesto	Miembro Líder de Equipo de Trabajo
Supervisor Inmediato	Gerente del Proyecto
Descripción del Puesto	Administra los recursos de trabajo del proyecto en todos los niveles. Apoya al analista programador en todas sus tareas.
Relaciones	
Reporta a	Gerente del Proyecto
Supervisa a	Analista Programador, Diseñador Gráfico
Trabaja con	Gerente del Proyecto, Analista Programador, Diseñador Gráfico
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Planificar las actividades de la ejecución del proyecto</li><li>▪ Ejecutar tareas en todas las etapas del proyecto</li><li>▪ Establecer los estándares a utilizar en el proyecto</li></ul>

### Descripción del puesto de Analista Programador

Puesto: Analista Programador	
Persona en el Puesto	Miembro de Equipo de Trabajo
Supervisor Inmediato	Líder del Proyecto
Descripción del Puesto	Analiza y determina los requerimientos del sistema. Realiza el diseño y la programación del sistema. Diseña los procedimientos y documenta el proyecto.
Relaciones	
Reporta a	Líder del Proyecto
Supervisa a	No Aplica
Trabaja con	Usuario Final
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar el análisis de los requerimientos</li> <li>▪ Realizar el diseño del sistema</li> <li>▪ Realizar la codificación del sistema</li> <li>▪ Establecer las pruebas que garanticen el buen funcionamiento del sistema</li> <li>▪ Realizar la documentación respectiva en todas las fases del desarrollo</li> <li>▪ Obtener retroalimentación del usuario final con respecto a las funcionalidades entregadas</li> </ul>

### Descripción del puesto de Diseñador Gráfico

Puesto: Diseñador Gráfico	
Persona en el Puesto	Miembro de Equipo de Trabajo
Supervisor Inmediato	Líder del Proyecto
Descripción del Puesto	Determina y lleva a cabo las tareas de diseño de los elementos gráficos del sistema informático.
Relaciones	
Reporta a	Líder del Proyecto
Supervisa a	No Aplica
Trabaja con	Usuario Final
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar el diseño de los elementos gráficos del sistema informático.</li> <li>▪ Determinar los elementos gráficos necesarios.</li> <li>▪ Presentar el diseño de los elementos gráficos al usuario final.</li> <li>▪ Recibir retroalimentación acerca de los elementos gráficos por parte del usuario final.</li> </ul>

## 14. Estándares

### 14.1 Estándares para el Análisis

Se utilizará Lenguaje Unificado de Modelado UML<sup>39</sup>. La herramienta a usar para el modelado será Astah, haciendo uso de licencias para estudiante.

#### 14.1.1 Documentación de los Casos de Uso

Se describen los elementos que servirán para representar los Diagramas de Casos de Uso y la Descripción de los Casos de Uso. En la tabla 5.1 se muestra el estándar para la Descripción de los Casos de Uso:

Ítem	Descripción
<b>Caso de uso</b>	Nombre que identifica al caso de uso
<b>Descripción</b>	Breve descripción del caso de uso
<b>Actores</b>	Son los actores involucrados en el caso de uso que se está describiendo
<b>Precondiciones</b>	Establece las condiciones que deben de cumplirse antes de comenzar con el escenario que se describe en el caso de uso
<b>Post - Condiciones</b>	Establece las acciones que están disponibles cuando el flujo principal del caso de uso se ha completado.
<b>Flujo Principal</b>	Secuencia de pasos, que describen el proceso que se está describiendo. Describe el escenario típico de éxito y no se incluye ninguna bifurcación. Se hace uso de una lista numerada para describir esta secuencia de pasos.
<b>Flujos Alternativos</b>	Secuencia de pasos, que describen todos los escenarios posibles derivados del flujo principal. Serán numerados de acuerdo al paso en el cual ocurrió la bifurcación, de la siguiente manera: x.1, donde la x representa el paso en el cual ocurrió la bifurcación. x.1.1, representa el primer paso del flujo alternativo.
<b>Excepciones</b>	Irregularidades que pueden darse en el caso de uso.

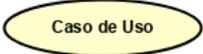
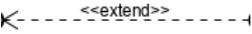
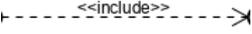
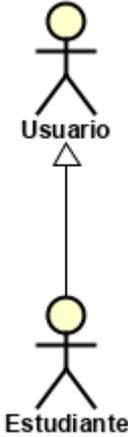
**Tabla 1.1:** Estándar para la descripción de los casos de uso.

---

<sup>39</sup> Por sus siglas en inglés: Unified Modeling Language.

### 14.1.2 Simbología para los Diagramas de Casos de Uso

La tabla 1.2 describe los símbolos que serán utilizados para la elaboración del Diagrama de Casos de Uso<sup>40</sup>.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Actor	Representa a un actor del sistema, que está involucrado con uno o más casos de uso.
	Caso de Uso	Representa a un caso de uso. El nombre del caso de uso se representa dentro de la elipse usando el siguiente formato: n mayúscula.
	Asociación	Representa la relación que existe entre un actor y un caso de uso. Se representa con una línea sólida sin flechas.
	Extensión	Indica que un caso de uso extiende a otro caso de uso. La flecha apunta desde el caso de uso extendido hacia el caso de uso base.
	Inclusión	Indica que un caso de uso incluye a otro caso de uso. La flecha apunta desde el caso de uso base hacia el caso de uso que se incluye.
	Generalización	Indica que un actor hereda acciones de un actor base. En este ejemplo específico, Estudiante hereda las acciones en el sistema de Usuario.

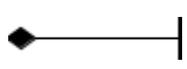
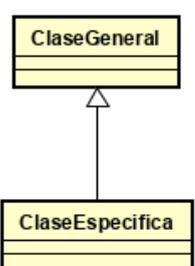
<sup>40</sup> De acuerdo al estándar especificado en <https://www.omg.org/spec/UML/>.

	Frontera	Representa la frontera entre el sistema donde se llevan a cabo los casos de uso y el medio ambiente.
---	----------	--

**Tabla 1.2:** Estándar para los símbolos de los diagramas de casos de uso.

### 14.1.3 Estándar para Diagramas de Clases

Para la elaboración de los diagramas de clases, se describen los estándares de la simbología en la tabla 1.3:

Símbolo	Nombre	Descripción
	Clase	Se representan por medio de rectángulos. El nombre se coloca centrado en la parte superior de la clase, el sector intermedio contiene los atributos y el sector inferior sus operaciones.
	Asociación	Representa una relación entre dos clases.
	Agregación	Es un tipo de relación especial donde una clase agrega otras clases.
	Composición	Es un tipo especial de relación donde una clase está compuesta de otras clases.
	Generalización	Es un tipo especial de relación donde clase específica es una versión especializada de la clase general.

**Tabla 1.3:** Estándares para la simbología de los Diagramas de Clases.

La tabla 1.4 muestra los estándares para los elementos de una clase<sup>41</sup>:

Ítem	Descripción
Nombre de la Clase	Se usará un sustantivo en singular, que sea representativo de la clase, formado por una o más palabras, con un máximo de 30 caracteres, y sin espacio entre palabras, siguiendo el formato

<sup>41</sup> Con base en los elementos descritos en el estándar de UML: <https://www.omg.org/spec/UML/>

	CamelCase. Es decir, la letra inicial de cada palabra que forma el nombre estará en mayúscula, y el resto de las letras de la palabra en minúsculas.
Atributo de la Clase	Estará formado por una o más palabras, representativas del atributo de la clase, con un máximo de 30 caracteres, sin espacio entre palabras y siguiendo el formato camelCase. Es decir, la primera palabra se escribirá toda en minúscula, y las palabras siguientes tendrán su letra inicial en mayúscula.
Operación de la Clase	Estará formado por un verbo y una o más palabras, representativos de la operación de la clase, con un máximo de 30 caracteres, sin espacio entre palabras y siguiendo el formato camelCase. Es decir, la primera palabra se escribirá toda en minúscula, y las palabras siguientes tendrán su letra inicial en mayúscula, y finalizará con apertura y cierre de paréntesis.

**Tabla 1.4:** Estándares para los elementos de una clase.

La figura 1.1 muestra un ejemplo de los elementos descritos en la tabla 1.4:

Usuario
- idUsuario : int
- nombreUsuario : String
- correo : String
+ getIdUsuario() : void

**Figura 1.1:** Ejemplo de los estándares adoptados para los elementos de una clase.

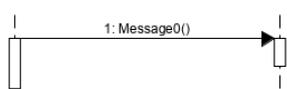
## 14.2 Estándares para el Diseño

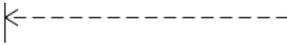
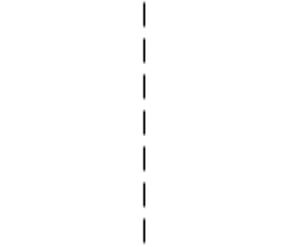
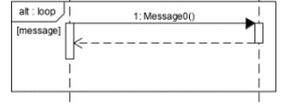
### 14.2.1 Estándares para Diagramas de Clases

Los diagramas de clases para el diseño siguen las mismas reglas de los estándares para nombres de clases y simbología de los diagramas de clases del análisis.

### 14.2.2 Estándares para Diagramas de Secuencia

La tabla 1.5 muestra los símbolos utilizados para los diagramas de secuencia:

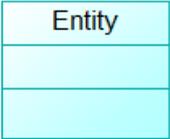
Símbolo	Nombre	Descripción
	Actor	Se usa para identificar a los actores involucrados en un caso de uso específico.
	Mensaje Síncrono	Mensaje desde un objeto hacia otro. Parte de la línea de vida de un objeto hacia la línea de vida del otro objeto. El objeto que envía

		el mensaje espera la respuesta al mensaje enviado antes de continuar con su trabajo.
	Mensaje Asíncrono	En este tipo de mensaje, el objeto que envía el mensaje no espera la respuesta antes de continuar con su trabajo
	Mensaje de Retorno	Mensaje de respuesta asociado al mensaje anterior.
	Línea de Vida	Representa el tiempo de interacción de un actor.
	Área de Iteración	El conjunto de mensajes que se encuentran encerrados en esta área se repiten en un bucle. En el texto se escribe la condición para salir del bucle.

**Tabla 1.5:** Estándares para los símbolos de los diagramas de secuencia

### 14.2.3 Estándares para elementos de la Base de Datos

Para la elaboración de los elementos de la Base de Datos, se toman en cuenta las reglas<sup>42</sup> que se describen en las tablas 1.6 y 1.7:

Símbolo	Nombre	Descripción
	Entidad	Identifica a una entidad en el modelo conceptual de Bases de Datos
	Relación	Representa una relación entre dos entidades.

**Tabla 1.6:** Estándares para los símbolos utilizados en el diseño de la base de datos.

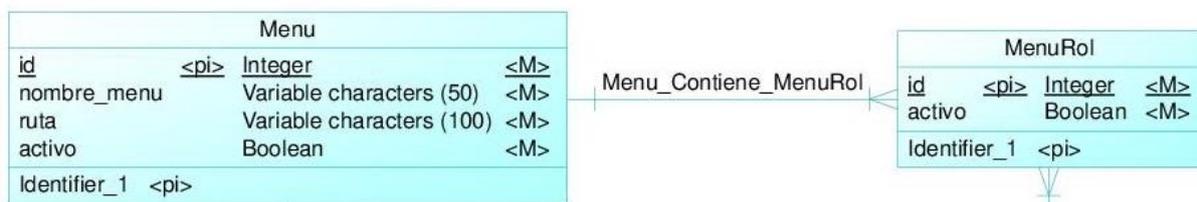
Ítem	Descripción
Nombre de la Entidad	Los nombres de las entidades seguirán las siguientes reglas: una o más palabras en formato CamelCase. o de la letra “ñ”, se sustituirá por “ni”. Ejemplo: Año se guardaría cualquier otro símbolo que no sea una letra. res. lizados.
Atributos de la entidad	Los atributos de una entidad seguirán las siguientes reglas: en formato snake_case. ón a esta regla vendrá dada por el identificador de cada tabla. tendrán un único identificador llamado id de tipo entero y eres. símbolos que no sean un guion bajo (_). “ni”. Por ejemplo, Año se guardaría como “anio”. cionales.
Llaves Primarias	mbolo <pi> en el modelo conceptual y en el modelo lógico. tidad aparece en formato subrayado en los modelos conceptual,

<sup>42</sup> Con base en las convenciones adoptadas por el framework de desarrollo Laravel. Para más información véase las notas de la documentación en <https://laravel.com/docs/5.3>

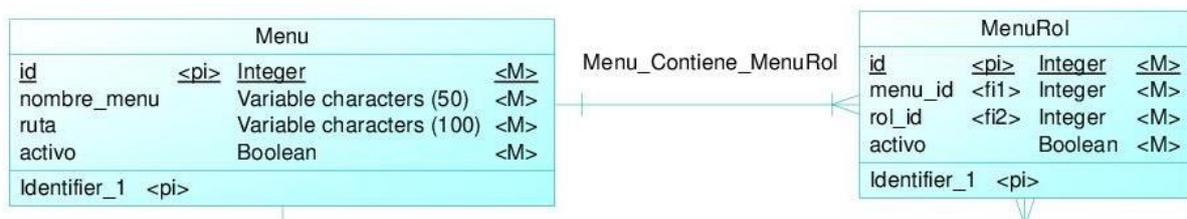
Llaves Foráneas	<p>bolo &lt;fi&gt; en el modelo lógico.</p> <p>a la entidad correspondiente en los modelos lógico y físico de la id. Ejemplo: rol_id.</p>
Relaciones entre Entidades	<p>resentar las relaciones entre entidades.</p> <p>rimera letra en mayúscula, y el resto en minúsculas.</p> <p>palabra está separada por un guion bajo.</p>

**Tabla 1.7:** Estándares para los elementos de una entidad.

Las figuras 1.2, 1.3 y 1.4 muestran un ejemplo de entidades y relaciones en los modelos conceptual, lógico y físico.



**Figura 1.2:** Representación de entidades en el modelo conceptual de bases de datos.



**Figura 1.3:** Representación de entidades en el modelo lógico de bases de datos.



**Figura 1.4:** Representación de tablas en el modelo físico de bases de datos.

#### 14.2.4 Estándares para el Diseño de Interfaces

La elaboración de prototipos para las interfaces se hace mediante la herramienta Pencil. Pencil es una herramienta de código abierto disponible para todas las plataformas.

El diseño de las interfaces se ha hecho tomando como base elementos basados en Bootstrap 4.

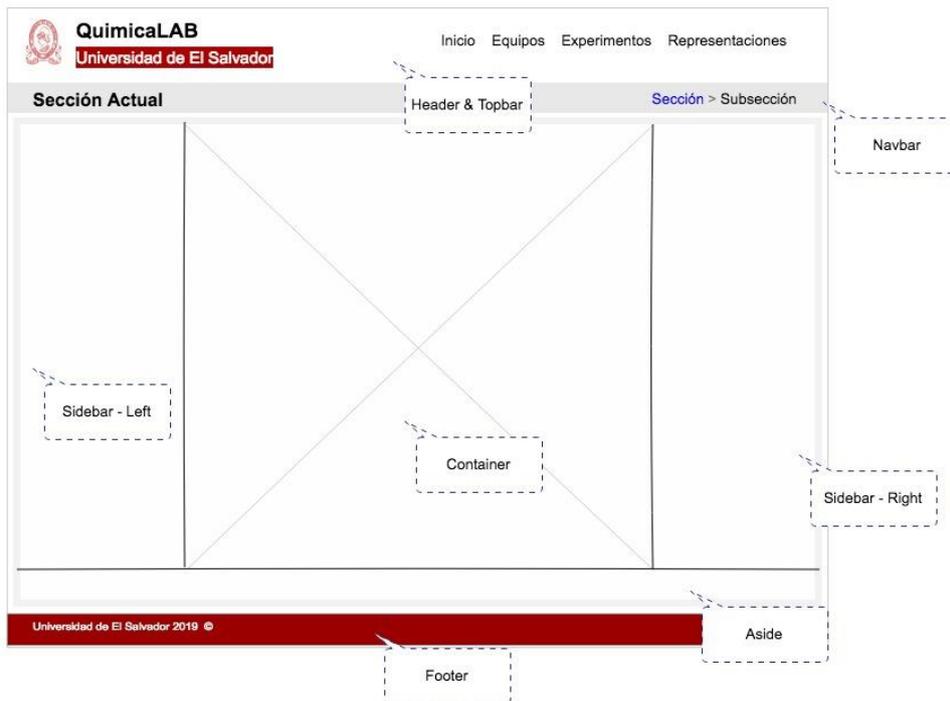
## Plantilla de la Interfaz Web

La figura 1.5 muestra la plantilla sobre la que se basarán todas las demás interfaces del sistema.



**Figura 1.5:** Plantilla para las interfaces del sistema.

En la figura 5.6 se muestra el estándar para cada elemento de la plantilla. Cada uno de estos elementos es una clase en Bootstrap.



**Figura 1.6:** Estándar de elementos de las interfaces del sistema.

La figura 1.6 muestra el formato a seguir para la representación de menús en las interfaces del sistema.



**Figura 1.6:** Estándar para la representación de menús desplegables en el sistema.

La figura 1.7 muestra la plantilla a usar para la demostración de equipos y experimentos.



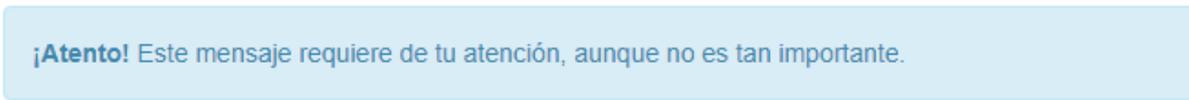
**Figura 1.7:** Plantilla para la interfaz de demostración de equipos y experimentos.

Estándares para los mensajes en el sistema.

Las figuras 1.8, 1.9, 1.10 y 1.11 muestran el estándar a seguir para los mensajes en el sistema:



**Figura 1.8:** Estándar para los mensajes de éxito en el sistema.



**Figura 1.9:** Estándar para los mensajes de atención en el sistema.



**Figura 1.10:** Estándar para los mensajes de advertencia en el sistema.

¡Error! Haz algunos cambios antes de volver a enviar el formulario.

**Figura 1.11:** Estándar para los mensajes de error en el sistema.

Estándares para los botones en el sistema

La figura 1.12 muestra los botones a usar en el sistema:



**Figura 1.12:** Tipos de botones a usar en el sistema.

### 14.3 Estándares de Programación

Para la construcción del Sistema Informático, se seguirán los siguientes estándares:

Estándares para la definición de clases

- Las reglas para el nombre de las clases vendrán dadas por las mismas reglas en los estándares para el nombre de clases en el análisis.
- Adicionalmente, cada nombre de clase ira con la palabra reservada **class**.

Estándares para los métodos de las clases

- Todas las definiciones de métodos en una clase llevan la palabra reservada **function**.
- El tipo de acceso al método puede ser **public**, **protected** o **private**.
- El nombre del método seguirá las mismas reglas en los estándares para el nombre de método en el análisis.

Estándares para propiedades de clases y variables

- Toda propiedad de una clase, y toda variable; inician con el carácter reservado \$.
- Una propiedad se escribe usando una o más palabras, con un máximo de 30 caracteres, en formato CamelCase, es decir, la primera letra de cada palabra en mayúscula y sin espacios entre palabras.
- Cada propiedad tendrá un tipo de acceso específico: **public**, **protected** o **private**.
- Las variables se escriben con todo el nombre en minúscula, y en caso de estar formadas de dos palabras o más, cada palabra estará separada por un guion bajo.

La figura 1.13 muestra un ejemplo de las reglas descritas anteriormente:

```
1 <?php
2 class Usuario
3 {
4     private int $id_usuario;
5     private string $nombre_usuario;
6     private string $correo;
7
8     var $mi_variable;
9
10    public function getNombre()
11    {
12        return $this->nombre_usuario;
13    }
14 }
15 ?>
```

**Figura 1.13:** Ejemplo de una clase siguiendo los estándares de programación especificados.

## 14.4 Estándares para la Documentación

Toda la documentación relacionada con el proyecto se hará con base en el formato especificado en la tabla 1.4.1:

Ítem	Especificación
Generalidades	
Tamaño de Papel	Carta
Tipo de Fuente para Párrafos	Arial, 12 puntos
Color de la Fuente para Párrafos	Negro
Tipo de Fuente para Títulos	Arial, 16 puntos, Negrita
Color de la Fuente para Títulos	Azul Marino
Tipo de Fuente para Subtítulos	Arial, 14 puntos
Color de la Fuente para Subtítulos	Azul Marino
Tipo de Interlineado	Sencillo
Alineación del Texto	Justificado
Espaciado	Una línea entre párrafos
Estándar para el Índice	
Tipo de Índice	Autogenerado
Tipo de Fuente	Arial, 10 puntos
Interlineado	Sencillo
Estándar para Tablas	
Tipo de Fuente para Tablas	Arial, 10 puntos
Color de la Fuente	Negro
Tipo de Fuente para Encabezados de Tablas	Arial, 10 puntos, Negrita
Estándar para Título de Tablas	
Numeración de la Tabla	Arial, 10 puntos, Negrita
Título de la Tabla	Arial, 10 puntos
Alineación del Texto	Justificado
Estándar para Notas al Pie de Página	
Tipo de Fuente	Arial, 10 puntos
Estándar para Bibliografía	
Tipo de Fuente	Arial, 10 puntos
Formato	Formato APA

**Tabla 1.1.4:** Estándares para la documentación.

## 15. Determinación de Requerimientos

### 15.1 Requerimientos funcionales.

Para describir los requerimientos del usuario, se usa el formato descrito en Ingeniería de Software de Ian Sommerville<sup>43</sup>. Este formato se describe en la tabla 2.1:

Requerimiento Funcional No. X	
Nombre del Requerimiento	Nombre del Requerimiento
Descripción	Descripción del Requerimiento
Entradas	Entradas necesarias para cumplir con el requerimiento
Salidas	Resultados obtenidos de la realización del requerimiento
Acción	Pasos necesarios para llevar a cabo el requerimiento
Pre Condiciones	Condiciones que deben de cumplirse para satisfacer el requerimiento

**Tabla 2.1:** Formato para especificación de requerimientos.

Requerimiento Funcional No. 1	
Nombre del Requerimiento	Registro de Usuarios
Descripción	El sistema permitirá el registro de nuevos usuarios al sistema, detallando toda la información relacionada con el usuario.
Entradas	Datos del usuario
Salidas	Nuevo Usuario Creado
Acción	Ingreso de los datos del usuario a crear Validación de los datos ingresados Confirmación de los datos a ingresar
Pre Condiciones	El usuario que haga el registro debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador.

**Tabla 2.2:** Requerimiento Funcional Número 1

Requerimiento Funcional No. 2	
Nombre del Requerimiento	Edición de un Usuario
Descripción	El sistema permitirá la edición de los datos de un usuario del sistema

---

<sup>43</sup> Software engineering / Ian Sommerville. - 9th ed. Pág. 97.

Entradas	El identificador del usuario a editar Los nuevos datos del usuario a modificar
Salidas	Usuario con los datos modificados
Acción	Seleccionar el usuario a editar de una lista Ingresar los datos a modificar Confirmar los datos modificados Guardar los datos modificados del usuario
Pre Condiciones	El usuario que realiza la edición debe de estar autenticado en el sistema con el rol Administrador o Docente

**Tabla 2.3:** Requerimiento Funcional Número 2.

<b>Requerimiento Funcional No. 3</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de Usuarios
Descripción	El sistema permitirá consultar la información de usuarios existentes en el sistema.
Entradas	Usuario a consultar
Salidas	Información del usuario
Acción	Ingreso de datos para filtrar para consultar usuarios Realizar consulta de usuario con base al filtro establecido
Pre Condiciones	El usuario que realiza la consulta debe estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente.

**Tabla 2.4:** Requerimiento Funcional Número 3.

<b>Requerimiento Funcional No. 4</b>	
Nombre del Requerimiento	Deshabilitar Usuarios
Descripción	El sistema permitirá deshabilitar usuarios
Entradas	Identificador del usuario a deshabilitar
Salidas	Usuario deshabilitado
Acción	Seleccionar el usuario a deshabilitar de una lista Deshabilitar el usuario del sistema
Pre Condiciones	El usuario que realiza la des habilitación de usuarios debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador

**Tabla 2.5:** Requerimiento Funcional Número 4.

<b>Requerimiento Funcional No. 5</b>	
Nombre del Requerimiento	Autenticación de Usuarios
Descripción	El sistema permitirá que un usuario puede ingresar al sistema por medio de sus credenciales de autenticación.

Entradas	Credenciales del usuario
Salidas	No Aplica
Acción	Ingreso de credenciales del usuario
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.6:** Requerimiento Funcional Número 5

<b>Requerimiento Funcional No. 6</b>	
Nombre del Requerimiento	Registro de los Eventos del Sistema
Descripción	El sistema permitirá el registro automático de los eventos ocurridos en el sistema.
Entradas	Datos del evento ocurrido Hora y Fecha en qué ocurrió el evento Datos del usuario involucrado en el evento.
Salidas	Nuevo registro de bitácora
Acción	Obtener datos del evento ocurrido Obtener fecha y hora en qué ocurrió el evento Obtener datos del usuario involucrado en el evento Guardar el registro del evento
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.7:** Requerimiento Funcional Número 6

<b>Requerimiento Funcional No. 7</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de bitácora del sistema
Descripción	El sistema permitirá consultar el registro de los eventos ocurridos en el sistema.
Entradas	-
Salidas	Informe con el registro de eventos existentes en el sistema y puede ser exportado a Excel.
Acción	Realizar consulta de eventos
Pre Condiciones	El usuario que realiza la consulta debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente

**Tabla 2.8:** Requerimiento Funcional Número 7.

<b>Requerimiento Funcional No. 8</b>	
Nombre del Requerimiento	Registro de Sustancias Químicas
Descripción	El Sistema permitirá la creación en el sistema de sustancias químicas.
Entradas	Datos de la Sustancia química

Salidas	Nueva Sustancia química creada
Acción	Ingreso de datos de la Sustancia química Validación de los datos de la Sustancia química Confirmación de los datos de la Sustancia química
Pre Condiciones	El usuario que haga el registro debe estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente

**Tabla 2.9:** Requerimiento Funcional Número 8

<b>Requerimiento Funcional No. 9</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de Sustancias Químicas
Descripción	El sistema permitirá consultar el registro de sustancias químicas existentes en el sistema
Entradas	Sustancias a consultar
Salidas	Informe con el registro de las sustancias químicas existentes en el sistema
Acción	Ingreso de datos para filtrar la consulta de sustancias químicas Realizar consulta de sustancias químicas con base al filtro establecido.
Pre Condiciones	El usuario que realiza la consulta debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente.

**Tabla 2.10:** Requerimiento Funcional Número 9.

<b>Requerimiento Funcional No. 11</b>	
Nombre del Requerimiento	Edición de una Sustancia Química
Descripción	El sistema permitirá la edición de los datos de una sustancia química
Entradas	El identificador de la sustancia química
Salidas	Sustancia química con los datos modificados
Acción	Seleccionar la sustancia química a editar desde una lista Ingresar los datos a modificar Confirmar los datos modificados Guardar los datos modificados de la sustancia química
Pre Condiciones	El usuario que realiza la edición debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente

**Tabla 2.12:** Requerimiento Funcional Número 11.

<b>Requerimiento Funcional No. 12</b>	
Nombre del Requerimiento	Inactivar Sustancias

Descripción	El sistema permitirá inactivar sustancias químicas
Entradas	Identificador de la sustancia química a inactivar
Salidas	Sustancia química inactivada
Acción	Seleccionar la sustancia química a inactivar de una lista Inactivar la sustancia química
Pre Condiciones	El usuario que realiza inactivar debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente

**Tabla 2.13:** Requerimiento Funcional Número 12.

<b>Requerimiento Funcional No. 13</b>	
Nombre del Requerimiento	Administración de Roles
Descripción	El sistema permitirá que los usuarios dispongan de roles
Entradas	Identificador del usuario
Salidas	Usuario Modificado
Acción	Seleccionar el usuario al cual se le administra el rol Asignarle rol al usuario seleccionado Guardar el rol asignado al usuario
Pre Condiciones	El usuario que realiza la administración de roles debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador

**Tabla 2.14:** Requerimiento Funcional Número 13.

<b>Requerimiento Funcional No. 14</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de la Tabla Periódica
Descripción	El sistema permitirá que se consulte los elementos de la tabla periódica
Entradas	No Aplica
Salidas	La tabla periódica
Acción	Se muestra gráficamente la tabla periódica con todos sus elementos
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.15:** Requerimiento Funcional Número 14.

<b>Requerimiento Funcional No. 15</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de un Elemento de la Tabla Periódica

Descripción	El sistema permitirá que se consulte los datos de un elemento de la tabla periódica
Entradas	Identificador del elemento a consultar
Salidas	Datos del elemento seleccionado
Acción	Seleccionar el elemento a consultar desde la tabla periódica Mostrar los datos del elemento consultado
Pre Condiciones	Debe de haberse consultado la tabla periódica antes de consultar un elemento específico

**Tabla 2.16:** Requerimiento Funcional Número 15.

<b>Requerimiento Funcional No. 16</b>	
Nombre del Requerimiento	Consultar Geometría de las Moléculas más Comunes
Descripción	El sistema permitirá consultar la geometría de las moléculas más comunes
Entradas	Identificador de la molécula a consultar
Salidas	Geometría de la molécula seleccionada
Acción	Seleccionar la molécula desde una lista desplegable Mostrar la geometría de la molécula seleccionada
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.17:** Requerimiento Funcional Número 16.

<b>Requerimiento Funcional No. 17</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular la Valoración Ácido Base
Descripción	El sistema permitirá simular la valoración ácido base
Entradas	Un ácido Una base
Salidas	Simulación de la medición del pH de la relación del ácido y la base seleccionadas.
Acción	El sistema simulará la medición del pH de dos sustancias dadas. Estas dos sustancias serán un ácido y una base. La simulación consiste en mezclar ambas sustancias hasta que lleguen a un valor de pH de 7.0
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.18:** Requerimiento Funcional Número 17.

<b>Requerimiento Funcional No. 18</b>
---------------------------------------

Nombre del Requerimiento	Simular medición de pH de diferentes sustancias
Descripción	El sistema permitirá simular la medición del pH de diferentes sustancias
Entradas	Una o más sustancias
Salidas	Valor medido del pH de la sustancia seleccionada
Acción	El sistema simulará el procedimiento por medio del cual se toma la medición del pH de una sustancia, utilizando el instrumento pH-metro.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.19:** Requerimiento Funcional Número 18.

<b>Requerimiento Funcional No. 19</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular el Comportamiento del Conductímetro
Descripción	El sistema permitirá simular la medición de la conductividad por medio del conductímetro
Entradas	Una sustancia
Salidas	Simulación de la medición de la conductividad de la sustancia seleccionada.
Acción	El sistema simulará la medición de la conductividad de una sustancia dada. La simulación consiste en usar el conductímetro que devolverá el valor de la conductividad de la sustancia dada.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.20:** Requerimiento Funcional Número 19.

<b>Requerimiento Funcional No. 20</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular la configuración de un pH-metro
Descripción	El sistema permitirá simular la configuración del pH-metro
Entradas	El instrumento pH-metro
Salidas	Configuraciones del pH-metro
Acción	El sistema simulará el comportamiento de un pH-metro por medio de la configuración de un pH-metro.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.21:** Requerimiento Funcional Número 20.

<b>Requerimiento Funcional No. 21</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Velocidad de Reacción
Descripción	El sistema permitirá simular la relación entre el catalizador y la concentración y cómo estos afectan la velocidad de una reacción química
Entradas	Sustancias Equipos
Salidas	Datos acerca de la velocidad de reacción para la mezcla de las sustancias seleccionadas
Acción	El sistema simulará la velocidad de reacción tomando en cuenta los factores: catalizador y concentración.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.22:** Requerimiento Funcional Número 21.

<b>Requerimiento Funcional No. 22</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Equilibrio Químico
Descripción	El sistema permitirá simular la variación de los valores de la constante de equilibrio para una reacción específica.
Entradas	Sustancias Equipos
Salidas	Concentraciones de las sustancias en estado inicial Concentraciones de las sustancias en equilibrio
Acción	El sistema simulará los valores de la constante de equilibrio para una reacción química
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.23:** Requerimiento Funcional Número 22.

<b>Requerimiento Funcional No. 23</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Formación de Iones
Descripción	El sistema permitirá simular la forma en cómo se forman los iones
Entradas	Elemento de la tabla periódica
Salidas	Elemento con pérdida de electrones
Acción	El sistema simulará la formación de iones. La simulación consiste en seleccionar un elemento de la lista desplegable, mostrando la interacción al retirar electrones

Pre Condiciones	No Aplica
-----------------	-----------

**Tabla 2.24:** Requerimiento Funcional Número 23.

<b>Requerimiento Funcional No. 24</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Calorímetro Presión Constante
Descripción	El sistema permitirá simular el uso de un calorímetro a presión constante.
Entradas	Sustancias
Salidas	Valores de temperatura transmitida de una sustancia a temperatura A hacia otra sustancia con temperatura B
Acción	El sistema simulará el proceso por medio del cual se mide la temperatura de una sustancia con el uso del calorímetro a presión constante
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.25:** Requerimiento Funcional Número 24.

<b>Requerimiento Funcional No. 25</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Calorímetro a Volumen Constante
Descripción	El sistema permitirá simular el uso de un calorímetro a volumen constante
Entradas	Sustancias
Salidas	Calorías generadas por una muestra que se quemará dentro de un calorímetro.
Acción	El sistema simulará el valor de la temperatura de una sustancia por medio del uso del calorímetro a volumen constante.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.26:** Requerimiento Funcional Número 25.

<b>Requerimiento Funcional No. 26</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Estequiometría de los Gases
Descripción	El sistema permitirá simular el volumen de hidrógeno generado mediante la reacción química de dos sustancias
Entradas	Sustancias
Salidas	Medición de volumen formado

Acción	El sistema simulará la formación de volumen formado del gas hidrógeno. El gas hidrógeno se forma cuando dos sustancias reaccionan entre sí.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.27:** Requerimiento Funcional Número 26.

<b>Requerimiento Funcional No. 27</b>	
Nombre del Requerimiento	Simular Experimento Celda Galvánica
Descripción	El sistema permitirá simular una celda galvánica.
Entradas	Dos sustancias
Salidas	Valor de electricidad generada
Acción	El sistema simulará una celda galvánica. La simulación consiste en la demostración de cómo un arreglo de dos sustancias en puente genera electricidad. Se mide la cantidad de electricidad generada por las dos sustancias.
Pre Condiciones	No Aplica

**Tabla 2.28:** Requerimiento Funcional Número 27.

<b>Requerimiento Funcional No. 28</b>	
Nombre del Requerimiento	Consulta de bitácora de experimentos
Descripción	El sistema permitirá consultar el registro de los experimentos realizados por los estudiantes en el sistema.
Entradas	-
Salidas	Informe con el registro de los experimentos realizados en el sistema
Acción	Realizar consulta de experimentos realizados por los estudiantes
Pre Condiciones	El usuario que realiza la consulta debe de estar autenticado en el sistema con el rol de Administrador o Docente

**Tabla 2.28:** Requerimiento Funcional Número 28.

## 15.2 Requerimientos no funcionales

No.	Nombre	Descripción
1	Disponibilidad	Corresponde al tiempo total en que el sistema puede ser usado en un período determinado, definido como en todo momento.

2	Extensibilidad	El sistema es extensible, es decir mejorable en el tiempo.
3	Escalabilidad	Acorde a las características del servidor en que se aloje el sistema podrá soportar un número alto de conexiones al mismo.
4	Mantenibilidad	Alta, el sistema es flexible al momento de implementar nuevos requerimientos y corregir fallas.
5	Seguridad	Protección de la información estará sujeta desde el lado del servidor a las características y bondades de este, mientras que en el lado del sistema será acorde a lo expuesto en la familia de normas ISO 27000.
6	Usabilidad	El sistema es intuitivo y de fácil/rápido aprendizaje para el usuario.

## 16. Casos de uso

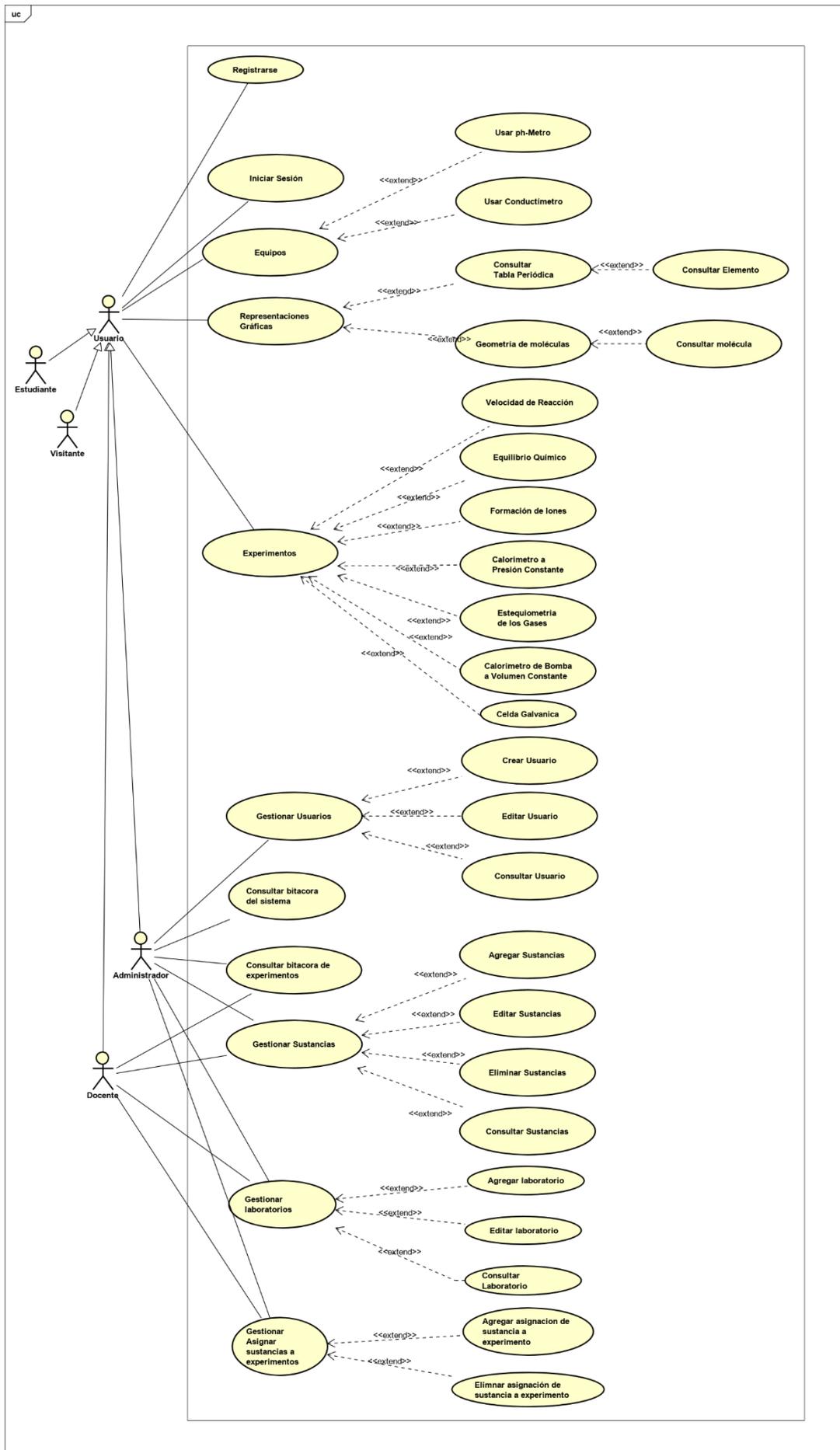
### 16.1 Identificación de actores

A continuación, se presenta la lista de los actores identificados y que participarán en el Sistema Informático para el apoyo en la enseñanza en los laboratorios de las materias de Química General I, II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

N.º	Actor	Descripción
1	Usuario	Es el actor general desde el cual derivan todos los demás actores. Las acciones en el sistema de este actor son heredadas por todos los demás actores del sistema.
2	Administrador	Persona designada como el administrador del sistema y es la encargada de gestionar los usuarios y permisos.
3	Docente	Persona que cuenta con las habilidades, conocimientos y profesión de enseñar o formar e instruir a los estudiantes.
4	Estudiante	Persona que recibe enseñanzas y formación de un Docente.
5	Visitante	Persona que no es estudiante ni docente de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### 16.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Ver diagrama completo en pág. 80.



## 16.3 Descripción de los Casos de Uso

### 16.3.1 Caso de uso: Iniciar Sesión

<b>Caso de uso</b>	Iniciar Sesión
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe la manera en la que los usuarios se autenticarán en el sistema informático por medio de usuario y una contraseña, y de esta manera ingresarán al sistema.
<b>Actores</b>	Administrador, Docente y Estudiante.
<b>Precondiciones</b>	Ninguna.
<b>Post - Condiciones</b>	El usuario accederá al sistema informático.
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se muestra el formulario de acceso al sistema con los campos usuario y contraseña.</li><li>2. Se muestra un botón llamado iniciar sesión abajo del formulario</li><li>3. Usuario digita su usuario.</li><li>4. Usuario digita su contraseña.</li><li>5. Usuario da clic en el botón iniciar sesión.</li><li>6. Se validan los datos.</li><li>7. Se muestra mensaje de éxito.</li><li>8. Se muestra la pantalla principal del sistema.</li></ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>7.1 Muestra mensaje de error.</li><li>7.2 Muestra nuevamente el formulario de acceso.</li></ol>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.2 Caso de uso: Gestionar Usuarios

<b>Caso de uso</b>	Gestionar Usuarios
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se gestionarán los usuarios ingresados en el sistema (Crear, Editar, Consultar usuarios).
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	Los casos de uso Crear Usuario, Editar Usuario y Consultar usuario están disponibles.
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Muestra un botón en la parte superior izquierda con la opción de crear nuevo usuario</li><li>2. Seguido se muestra una tabla con los usuarios existentes en el sistema.</li></ol>

	3. Se muestra en la tabla una columna llamada opciones, con un botón llamado editar usuario y otro llamado consultar usuario.
<b>Flujos Alternativos</b>	2.1 El sistema no muestra la tabla.
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.3 Caso de uso: Crear Usuario

<b>Caso de uso</b>	Crear Usuario
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se creará un nuevo usuario en el sistema
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se muestra el formulario para el ingreso de un nuevo usuario.</li> <li>2. Abajo del formulario en la parte derecha se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li> <li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li> <li>4. El usuario digita los datos solicitados en el formulario.</li> <li>5. El usuario da clic en el botón Guardar Cambios.</li> <li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li> <li>7. Guarda el nuevo usuario.</li> <li>8. Muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario presiona el botón Cancelar.</li> <li>5.2 Se activa el caso de uso Gestionar Usuarios.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.4 Caso de uso: Editar Usuario

<b>Caso de uso</b>	Editar Usuario
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se edita un usuario en el sistema
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	Un usuario ha sido creado.

<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra el formulario con los datos del usuario seleccionado y permitirá modificar los campos mostrados (nombres, apellidos, carnet, materia, estado del usuario).</li> <li>2. Abajo del formulario se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li> <li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li> <li>4. El usuario modifica los datos deseados en el formulario.</li> <li>5. Da clic en el botón Guardar Cambios.</li> <li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li> <li>7. Guarda los cambios.</li> <li>8. Muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario presiona el botón Cancelar.</li> <li>5.2 Se activa el caso de uso Gestionar Usuarios.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.5 Caso de uso: Consultar Usuario

<b>Caso de uso</b>	Consultar Usuario
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se consulta un usuario en el sistema informático.
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	El sistema muestra los datos del usuario en un formulario.
<b>Flujos Alternativos</b>	
<b>Excepciones</b>	1.1 El sistema no muestra los datos del usuario.

### 16.3.6 Caso de Uso: Usar Conductímetro

<b>Caso de Uso</b>	Usar Conductímetro
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe el uso de un conductímetro por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	

<p><b>Flujo Principal</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento siguiendo la plantilla para la realización de experimentos. <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. En el menú se muestran las opciones: Reiniciar Experimento, Seleccionar Sustancia, Seleccionar Equipo .</li> <li>1.2. En el contenedor central se dibujan la mesa de trabajo para ejecutar el experimento.</li> </ol> </li> <li>2. El usuario abre menú de equipos.</li> <li>3. El sistema muestra en una ventana modal los equipos disponibles para el experimento.</li> <li>4. El usuario selecciona un equipo.</li> <li>5. El sistema coloca el equipo en el contenedor central.</li> <li>6. Se repiten los pasos 4 y 5 las veces que sea necesario.</li> <li>7. El usuario abre menú de sustancias</li> <li>8. El sistema despliega en una pantalla modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>9. El usuario selecciona una sustancia (Sustancia A).</li> <li>10. El usuario introduce la cantidad de sustancia a utilizar.</li> <li>11. El usuario presiona el botón Aceptar.</li> <li>12. El sistema vierte la sustancia en el vaso de precipitado (Se realiza una animación)</li> <li>13. El usuario abre menú de sustancias</li> <li>14. El sistema despliega en una pantalla modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>15. El usuario selecciona una sustancia (Sustancia B).</li> <li>16. El usuario introduce la cantidad de sustancia a utilizar.</li> <li>17. El usuario presiona el botón Aceptar.</li> <li>18. El sistema vierte la sustancia en el vaso precipitado. (Se realiza una animación)</li> <li>19. El usuario selecciona la opción en el menú Iniciar Experimento.</li> <li>20. El sistema realiza una simulación del comportamiento del Conductímetro: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Se inicia el goteo de la sustancia B sobre la sustancia A.</li> <li>b. Se muestra el cambio en la conductividad de la sustancia en un gráfico</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>Flujos Alternativos</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10.1 El usuario introduce una cantidad incorrecta de sustancia a utilizar. <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1.1 El sistema muestra un mensaje de error indicando que la cantidad introducida es incorrecta.</li> <li>10.1.2. El sistema muestra un botón Aceptar.</li> <li>10.1.3. El usuario presiona el botón Aceptar.</li> <li>10.1.4 El usuario repite el paso 8 del flujo principal.</li> </ol> </li> <li>11.1 El usuario no ha seleccionado ninguna sustancia. <ol style="list-style-type: none"> <li>11.1.1 El sistema muestra un mensaje de error que ninguna sustancia ha sido seleccionada.</li> <li>11.1.2 El sistema muestra un botón Aceptar.</li> </ol> </li> </ol>

	<p>11.1.3 El usuario presiona el botón Aceptar. 11.1.4 El usuario repite el paso 9 del flujo principal.</p> <p>16.1 El usuario introduce una cantidad incorrecta de sustancia a utilizar. 16.1.1 El sistema muestra un mensaje de error indicando que la cantidad introducida es incorrecta. 16.1.2. El sistema muestra un botón Aceptar. 16.1.3. El usuario presiona el botón Aceptar. 16.1.4 El usuario repite el paso 6 del flujo principal.</p> <p>17.1 El usuario no ha seleccionado ninguna sustancia. 17.1.1 El sistema muestra un mensaje de error que ninguna sustancia ha sido seleccionada. 17.1.2 El sistema muestra un botón Aceptar. 17.1.3 El usuario presiona el botón Aceptar. 17.1.4 El usuario repite el paso 9 del flujo principal.</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.7 Caso de Uso: Configurar pH-Metro

<b>Caso de uso</b>	Configurar pH-Metro
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe la forma en que se configura el pH-Metro por parte de los docentes, estudiantes de las materias de Química General I, II
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Debe existir las sustancias para calibración de pH 4 y 7.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra interfaz con pH-Metro <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Pantalla</li> <li>1.2. Electrodo</li> <li>1.3. Teclado</li> </ol> </li> <li>2. El actor debe presionar el botón "ON"</li> <li>3. El sistema mostrara que está listo para usar.</li> <li>4. El actor debe presionar mode para seleccionar el modo de medición de pH</li> <li>5. El sistema cambiará en pantalla el mode entre pH, <math>\mu</math>S y ppm</li> <li>6. El actor debe presionar en CAL</li> <li>7. El sistema mostrará que está listo para calibrar pH 4.0</li> <li>8. El actor presiona en los botono arriba o abajo para ajustar y luego presiona ENTER.</li> </ol>

	<p>9. El sistema mostrará que está listo para calibrar pH 7.0</p> <p>10. El actor presiona en los botono arriba o abajo para ajustar y luego presiona ENTER.</p> <p>11. El actor debe presionar HOLD</p> <p>12. El sistema tomará el valor de pH actual para almacenarlo en memoria</p>
<b>Flujos Alternativos</b>	-
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.8 Caso de Uso: Medir pH de una Sustancia

<b>Caso de uso</b>	Medir pH-Metro
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe la forma en que se utiliza el pH-Metro por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I, II
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Debe existir una biblioteca de sustancias y cristalería.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento siguiendo la plantilla para la realización de experimentos. <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. En el menú se muestran las opciones: Reiniciar Experimento, Seleccionar Sustancia, Seleccionar Equipo .</li> <li>1.2. En el contenedor central se dibujan la mesa de trabajo para ejecutar el experimento.</li> </ol> </li> <li>2. El usuario abre menú de equipos.</li> <li>3. El sistema muestra en una ventana modal los equipos disponibles para el experimento.</li> <li>4. El usuario selecciona un equipo.</li> <li>5. El sistema coloca el equipo en el contenedor central.</li> <li>6. Se repiten los pasos 4 y 5 las veces que sea necesario.</li> <li>7. El usuario abre menú de sustancias</li> <li>8. El sistema despliega en una pantalla modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>9. El usuario selecciona una sustancia (Sustancia A).</li> <li>10. El usuario introduce la cantidad de sustancia a utilizar.</li> <li>11. El usuario presiona el botón Aceptar.</li> <li>12. El sistema vierte la sustancia en el vaso de precipitado (Se realiza una animación)</li> <li>13. El usuario abre menú de sustancias</li> <li>14. El sistema despliega en una pantalla modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>15. El usuario selecciona una sustancia (Sustancia B).</li> </ol>

	<p>16. El usuario introduce la cantidad de sustancia a utilizar.</p> <p>17. El usuario presiona el botón Aceptar.</p> <p>18. El usuario debe colocar el sensor del pH-Metro en el vaso precipitado.</p> <p>19. El sistema realiza una simulación del comportamiento del pH</p> <p>20. El actor reinicia experimento</p> <p>21. El sistema vacía la vidriera de las sustancias que contiene</p>
<b>Flujos Alternativos</b>	<p>El actor no ha calibrado de forma correcta el equipo</p> <p>9.1.1 El sistema alerta que no se puede completar el experimento con la sustancia que no se calibró de forma correcta.</p> <p>9.1.2 El sistema muestra el botón "Aceptar".</p> <p>9.1.2 El actor presiona el botón "Aceptar".</p> <p>9.1.3 El actor repite el paso 12 del flujo principal</p>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.9 Caso de Uso: Valoración Ácido-Base

<b>Caso de uso</b>	Valoración Ácido-Base
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe la forma en que se utiliza el pH-Metro por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I, II para la realización de una valoración Ácido-Base
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Debe existir una biblioteca de sustancias y cristalería.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar experimento <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Menú para seleccionar las sustancias</li> <li>1.2. pH-Metro</li> <li>1.3. Bureta</li> <li>1.4. Vaso de precipitados</li> <li>1.5. Mesa de trabajo</li> <li>1.6. Soporte para sostener la bureta</li> </ol> </li> <li>2. El actor abre menú de sustancias del menú superior derecho</li> <li>3. El sistema despliega en pantalla las sustancias</li> <li>4. El actor selecciona una sustancia (Ácido)</li> <li>5. El sistema solicita la cantidad de sustancia en mililitros a utilizar</li> <li>6. El actor ingresa los mililitros</li> <li>7. El sistema vierte sustancia en el vaso de precipitado</li> <li>8. El actor abre menú de sustancias del menú superior derecho</li> <li>9. El sistema despliega en pantalla las sustancias</li> <li>10. El actor selecciona una sustancia (Base)</li> </ol>

	<p>11. El sistema solicita la cantidad de sustancia en mililitros a utilizar</p> <p>12. El actor ingresa los mililitros</p> <p>13. El sistema vierte sustancia en la bureta</p> <p>14. El actor inicia el experimento</p> <p>15. El sistema realiza una simulación del comportamiento del pH</p> <p>15.1. Se inicia el goteo de la base sobre el ácido</p> <p>15.2. Se muestra el cambio en el pH en un gráfico</p> <p>15.3. Se debe mostrar el cambio de color en la sustancia según valor de pH <sup>44</sup></p> <p>15.4. Se realiza experimento hasta que el pH se estabilice su valor</p> <p>16. El actor reinicia experimento</p> <p>17. El sistema vacía la vidriera de las sustancias que contiene, reinicia el gráfico.</p> <p>18. Control para ajustar la cantidad en mililitros por segundo</p>
<b>Flujos Alternativos</b>	<p>El actor no ha aplicado montado el experimento de forma correcta</p> <p>9.1.1 El sistema alerta que no se puede completar el experimento e informa que elementos no se han completado</p> <p>9.1.2 El sistema muestra el botón "Aceptar".</p> <p>9.1.2 El actor presiona el botón "Aceptar".</p> <p>9.1.3 El actor repite el paso 1 del flujo principal</p>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.10 Caso de Uso: Tabla Periódica

<b>Caso de Uso</b>	Tabla Periódica
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe el uso de la tabla periódica por parte de los docentes y estudiantes de la facultad de química y farmacia de la Universidad de El Salvador.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<p>1. El sistema muestra la interfaz para la visualización de la Tabla Periódica. Esta interfaz contiene:</p> <p>2. La tabla periódica dibujada en el contenedor central.</p>

<sup>44</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Valoraci%C3%B3n\\_%C3%A1cido-base#/media/Archivo:Indicateurs\\_pH.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Valoraci%C3%B3n_%C3%A1cido-base#/media/Archivo:Indicateurs_pH.svg)

	<p>3. El usuario selecciona un elemento de la tabla periódica haciendo clic sobre él.</p> <p>El sistema muestra la información del elemento seleccionado en una ventana emergente.</p>
<b>Flujos Alternativos</b>	
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.11 Caso de Uso: Velocidad de Reacción

<b>Caso de Uso</b>	Velocidad de Reacción
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe los pasos para realizar un experimento sobre los factores que afectan la velocidad de reacción por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II de la Universidad de El Salvador.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento sobre los factores que afectan la velocidad de reacción con los siguientes elementos: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. En el menú se muestran las opciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Reiniciar Experimento (Inicialmente Inactivo).</li> <li>1.1.2. Equipo.</li> <li>1.1.3. Sustancia.</li> </ol> </li> <li>1.2. En el contenedor central se dibuja la representación gráfica de la mesa de trabajo con la gradilla.</li> <li>1.3. En la área lateral izquierda se muestra: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. En la parte superior: se muestra la secuencia de pasos a seguir para completar el experimento.</li> <li>1.3.2. Abajo, una tabla con 3 campos que cargaran los nombres de las sustancias vertidas en el tubo de ensayo con su respectivo volumen vertido en “ml” y temperatura (para el agua).</li> <li>1.3.3. Abajo se muestra la tabla que despliega el nombre del catalizador (si es usado)</li> <li>1.3.4. Abajo se muestra la tabla que muestra el tiempo de reacción capturado cuando se detiene el cronometro.</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>2. El usuario abre el menú Equipo.</li> <li>3. El sistema muestra en una ventana emergente el equipo/cristalería disponible para el experimento.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. El usuario selecciona la cristalería (vaso, tubo) del menú.</li> <li>5. El usuario arrastra la cristalería (vaso, tubo) hacia la ubicación señalada en la mesa de trabajo.</li> <li>6. El sistema ubica exitosamente la cristalería.</li> <li>7. El usuario repite los pasos del 2-5 según se requiera (vaso, tubo).</li> <li>8. El usuario abre el menú Equipo.</li> <li>9. El sistema muestra en una ventana emergente el equipo/cristalería (cronometro, termómetro y catalizador) disponible para el experimento.</li> <li>10. El usuario selecciona el cronometro del menú.</li> <li>11. El usuario arrastra el cronometro hacia la ubicación señalada en la mesa de trabajo.</li> <li>12. El sistema ubica exitosamente el cronometro.</li> <li>13. El usuario abre el menú Sustancia.</li> <li>14. El sistema muestra en una ventana emergente las sustancias disponibles para el experimento. (Agua Desmineralizada, <math>KMnO_4</math>, <math>H_2C_2O_4</math>)</li> <li>15. El usuario selecciona el Agua del menú.</li> <li>16. El usuario arrastra el recipiente con el Agua hacia el recipiente se verterá (vaso).</li> <li>17. El sistema despliega una ventana emergente solicitando el volumen (ml) a verter.</li> <li>18. El usuario ingresa el volumen.</li> <li>19. El usuario presiona el botón aceptar.</li> <li>20. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente (vaso).</li> <li>21. El usuario abre el menú Equipo.</li> <li>22. El sistema muestra en una ventana emergente el equipo/cristalería (cronometro, termómetro y catalizador) disponible para el experimento.</li> <li>23. El usuario selecciona el termómetro del menú.</li> <li>24. El usuario arrastra el termómetro hacia la ubicación señalada en la mesa de trabajo (el vaso).</li> <li>25. El sistema ubica exitosamente el termómetro.</li> <li>26. El sistema muestra la simulación del cálculo de la temperatura y carga el dato en la tabla correspondiente en el área lateral izquierda.</li> <li>27. El usuario abre el menú Sustancia.</li> <li>28. El sistema muestra en una ventana emergente las sustancias disponibles para el experimento. (Agua Desmineralizada, <math>KMnO_4</math>, <math>H_2C_2O_4</math>)</li> <li>29. El usuario selecciona el Agua del menú.</li> <li>30. El usuario arrastra el recipiente con el Agua hacia el recipiente se verterá (tubo).</li> <li>31. El sistema despliega una ventana emergente solicitando el volumen (ml) a verter.</li> </ol>
--	--

	<ol style="list-style-type: none"><li>32. El usuario ingresa el volumen.</li><li>33. El usuario presiona el botón aceptar.</li><li>34. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente (tubo) y muestra su volumen en la tabla lateral izquierda.</li><li>35. El usuario repite los pasos 27-28.</li><li>36. El usuario selecciona el <math>\text{KMnO}_4</math> del menú.</li><li>37. El usuario arrastra el recipiente con el <math>\text{KMnO}_4</math> hacia el recipiente se verterá (tubo).</li><li>38. El sistema despliega una ventana emergente solicitando el volumen (ml) a verter.</li><li>39. El usuario ingresa el volumen.</li><li>40. El usuario presiona el botón aceptar.</li><li>41. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente (tubo) y muestra su volumen en la tabla lateral izquierda.</li><li>42. El usuario repite los pasos 27-28.</li><li>43. El usuario selecciona el <math>\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4</math> del menú.</li><li>44. El usuario arrastra el recipiente con el <math>\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4</math> hacia el recipiente se verterá (tubo).</li><li>45. El sistema despliega una ventana emergente solicitando el volumen (ml) a verter.</li><li>46. El usuario ingresa el volumen.</li><li>47. El usuario presiona el botón aceptar.</li><li>48. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente (tubo) y muestra su volumen en la tabla lateral izquierda.</li><li>49. El usuario abre el menú Equipo.</li><li>50. El sistema muestra en una ventana emergente el equipo/cristalería disponible para el experimento.</li><li>51. El usuario selecciona el Catalizador del menú.</li><li>52. El usuario arrastra Catalizador hacia la ubicación señalada en la mesa de trabajo (tubo).</li><li>53. El sistema realiza la animación de verter la gota del catalizador en el recipiente (tubo) y activa el checkbox en la tabla lateral izquierda.</li><li>54. El usuario hace clic en el botón derecho del cronometro.</li><li>55. El sistema inicia la animación del conteo y con ello inicia también la reacción química en el tubo de ensayo.</li><li>56. El usuario hace clic en el botón derecho del cronometro para detenerlo cuando se observa que ha ocurrido la reacción (liquido en el tubo se torna transparente) y se establece dicho tiempo en la tabla del área lateral izquierda.</li><li>57. El sistema despliega una ventana emergente con los valores teórico y experimental del tiempo de reacción.</li><li>58. El sistema habilita el botón: Reiniciar Experimento.</li></ol>
--	---

<p><b>Flujos Alternativos</b></p>	<p>5.1 El usuario no arrastra la cristalería hacia la ubicación señalada.</p> <p>5.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar la cristalería en la ubicación correcta.</p> <p>5.1.2 El usuario repite el paso 5 del flujo principal.</p> <p>11.1 El usuario no arrastra el cronometro hacia la ubicación señalada.</p> <p>11.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar el cronometro en la ubicación correcta.</p> <p>11.1.2 El usuario repite el paso 11 del flujo principal.</p> <p>16.1 El usuario no arrastra el Agua hacia la ubicación señalada.</p> <p>16.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el Agua en un recipiente.</p> <p>16.1.2 El usuario repite el paso 16 del flujo principal.</p> <p>24.1 El usuario no arrastra el termómetro hacia la ubicación señalada.</p> <p>24.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar el termómetro en la ubicación correcta.</p> <p>24.1.2 El usuario repite el paso 24 del flujo principal.</p> <p>24.2 El usuario arrastra el termómetro hacia la ubicación señalada pero no hay Agua en el recipiente.</p> <p>24.2.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter Agua en el recipiente primero.</p> <p>24.2.2 El usuario repite el paso 24 del flujo principal luego de cumplir con la precondition.</p> <p>30.1 El usuario no arrastra el Agua hacia la ubicación señalada.</p> <p>30.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el Agua en un recipiente.</p> <p>30.1.2 El usuario repite el paso 30 del flujo principal.</p> <p>37.1 El usuario no arrastra el KMnO<sub>4</sub> hacia la ubicación señalada.</p> <p>37.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el KMnO<sub>4</sub> en un recipiente.</p> <p>37.1.2 El usuario repite el paso 37 del flujo principal.</p> <p>37.2 El usuario arrastra el KMnO<sub>4</sub> hacia la ubicación señalada.</p> <p>37.2.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el Agua antes de verter KMnO<sub>4</sub> en el recipiente.</p>
-----------------------------------	--

	<p>37.2.2 El usuario repite el paso 37 del flujo principal luego de cumplir con la precondición.</p> <p>44.1 El usuario no arrastra el <math>H_2C_2O_4</math> hacia la ubicación señalada.</p> <p>44.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el <math>H_2C_2O_4</math> en un recipiente.</p> <p>44.1.2 El usuario repite el paso 44 del flujo principal.</p> <p>44.2 El usuario arrastra el <math>H_2C_2O_4</math> hacia la ubicación señalada.</p> <p>44.2.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter el Agua y el <math>KMnO_4</math> antes que el <math>H_2C_2O_4</math> en el recipiente.</p> <p>44.2.2 El usuario repite el paso 44 del flujo principal luego de cumplir con la precondición.</p> <p>51.1 El usuario no selecciona el Catalizador del menú.</p> <p>51.2 El usuario avanza al paso 54 del flujo normal de éxito.</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.12 Caso de Uso: Equilibrio Químico

<b>Caso de Uso</b>	Equilibrio Químico
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe los pasos para realizar un experimento sobre el equilibrio químico por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II de la Universidad de El Salvador.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento sobre el equilibrio químico con los siguientes elementos: <ol style="list-style-type: none"> <li>En el menú se muestran las opciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>Equipo.</li> <li>Sustancia.</li> </ol> </li> <li>En el contenedor central se dibuja la representación gráfica de la mesa de trabajo.</li> </ol> </li> <li>El usuario abre el menú Equipo.</li> <li>El sistema muestra en una ventana modal el equipo/cristalería disponible para el experimento.</li> <li>El usuario selecciona una cristalería del menú.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. El usuario arrastra la cristalería hacia la ubicación señalada en la mesa de trabajo.</li> <li>6. El sistema ubica exitosamente la cristalería.</li> <li>7. El usuario repite los pasos del 2-5 según se requiera.</li> <li>8. El usuario abre el menú Sustancia.</li> <li>9. El sistema muestra en una ventana modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>10. El usuario selecciona una sustancia del menú.</li> <li>11. El usuario arrastra el recipiente con la sustancia seleccionada hacia el recipiente u equipo en el que se verterá.</li> <li>12. El sistema despliega una ventana modal solicitando el volumen (ml) a verter.</li> <li>13. El usuario ingresa el volumen.</li> <li>14. El usuario presiona el botón aceptar.</li> <li>15. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente seleccionado.</li> <li>16. El usuario repite el paso 11.</li> <li>17. El sistema coloca el recipiente con la sustancia en posición.</li> <li>18. El usuario hace click sobre el recipiente a ser llenado.</li> <li>19. El sistema habilita un botón Realizar Cálculos</li> <li>20. El sistema agrega una gota de la sustancia al recipiente.</li> <li>21. Se repiten los pasos 18 y 20 tantas veces sea necesario.</li> <li>22. El usuario presiona el botón Realizar Cálculos.</li> <li>23. El sistema muestra la simulación del experimento.</li> </ol>
<p><b>Flujos Alternativos</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario no arrastra la cristalería hacia la ubicación señalada. <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar la cristalería en la ubicación correcta.</li> <li>5.1.2 El usuario repite el paso 5 del flujo principal.</li> </ol> </li> <li>5.2 El usuario arrastra una cristalería con precondition de uso activa. <ol style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar el equipo o cristalería que antecede el uso de este.</li> <li>5.2.2 El usuario repite el paso 5 del flujo principal.</li> </ol> </li> <li>6.1 El usuario asigna un nombre a la cristalería (si es necesario). <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1.1 El sistema despliega el nombre asignado bajo la cristalería.</li> </ol> </li> <li>11.1 El usuario arrastra a una ubicación no señalada. <ol style="list-style-type: none"> <li>11.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar el equipo en la ubicación correcta.</li> <li>11.1.2 El usuario repite el paso 11 del flujo principal.</li> </ol> </li> </ol>

	<p>17.1 El usuario no arrastra el recipiente de sustancia a un recipiente u equipo.</p> <p>17.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes verter la sustancia en un recipiente u equipo.</p> <p>17.1.2 El usuario repite el paso 17 del flujo principal.</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.13 Caso de Uso: Formación de Iones

<b>Caso de Uso</b>	Formación de Iones
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe los pasos para realizar un experimento de Formación de Iones por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II de la Universidad de El Salvador.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento de Formación de Iones.</li> <li>2. El usuario realiza la búsqueda de un elemento por medio de la barra de búsqueda.</li> <li>3. El sistema muestra opciones de autocompletado a medida el usuario digita.</li> <li>4. El usuario selecciona el elemento deseado y presiona el botón Buscar.</li> <li>5. El sistema dibuja el diagrama orbital del elemento seleccionado en el contenedor central.</li> <li>6. El sistema muestra los datos del elemento seleccionado en la barra lateral izquierda de la interfaz.</li> <li>7. El usuario presiona el botón Remover electrón.</li> <li>8. El sistema remueve un electrón del diagrama orbital.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7.1 El usuario no busca un elemento en la barra de búsqueda.</li> <li>7.2 El sistema no muestra resultados.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	

**16.3.14 Caso de uso: Calorímetro a presión constante**

<b>Caso de Uso</b>	Calorímetro a presión constante
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como ejecutar un experimento de termoquímica con un calorímetro a presión constante
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar experimento             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Menú para seleccionar las sustancias</li> <li>1.2. Calorímetro</li> <li>1.3. Menú para seleccionar la cristalería</li> <li>1.4. Mechero Bunsen</li> <li>1.5. Mesa de trabajo</li> </ol> </li> <li>2. El actor abre menú de cristalería</li> <li>3. El sistema despliega en pantalla la cristalería</li> <li>4. El actor selecciona cristalería</li> <li>5. El sistema coloca cristalería en mesa de trabajo</li> <li>6. El actor abre menú de sustancias</li> <li>7. El sistema despliega en pantalla las sustancias</li> <li>8. El actor selecciona una sustancia</li> <li>9. El sistema solicita la cantidad de sustancia en mililitros a utilizar</li> <li>10. El actor ingresa los mililitros</li> <li>11. El sistema vierte sustancia en cristalería que está en la mesa de trabajo permitiendo</li> <li>12. El actor aplica calor al vaso precipitado</li> <li>13. El sistema realiza una animación con el incremento de la temperatura.</li> <li>14. El actor coloca el termómetro en cristalería y coloca el calorímetro</li> <li>15. El sistema realiza una animación para colocar la sustancia seleccionada dentro del calorímetro.</li> <li>16. El sistema inicia con las mediciones de temperatura a lo largo del tiempo determinadas por la sustancia, temperatura a media que esta se estabiliza.</li> <li>17. El actor puede agregar una segunda sustancia.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9.1 El actor no ha seleccionado una cristalería             <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1.1 El sistema muestra una alerta que no se puede verter la sustancia debido a que no hay una cristalería seleccionada</li> <li>9.1.2 El sistema muestra el botón “Aceptar”.</li> <li>9.1.2 El actor presiona el botón “Aceptar”.</li> </ol> </li> </ol>

	<p>9.1.3 El actor repite el paso 3 del flujo principal</p> <p>12.1 El actor no utiliza el mechero bunsen</p> <p>12.1.2 El actor procede con el paso 14 del flujo principal</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.15 Caso de Uso: Geometría de Moléculas

<b>Caso de Uso</b>	Geometría de Moléculas
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe los pasos para consultar la geometría de las moléculas disponibles por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II de la Universidad de El Salvador.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para consultar la animación 3D de la geometría de moléculas.</li> <li>2. El usuario realiza la búsqueda de una molécula por medio del combobox.</li> <li>3. El sistema muestra opciones disponibles.</li> <li>4. El usuario selecciona la molécula deseada y hace clic sobre el nombre</li> <li>5. El sistema dibuja la animación 3D de la molécula.</li> <li>6. El sistema activa la rotación automática de la molécula.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<p>6.1 El usuario hace clic el botón activar/desactivar rotación.</p> <p>6.2 El sistema desactiva la rotación.</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.16 Caso de Uso: Estequiometria de los Gases

Caso de uso	Estequiometria de los gases.
Descripción	El caso de uso describe los pasos a seguir para realizar el experimento estequiometria de los gases.
Actores	Docente, Estudiante.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	-
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se muestran una mesa de trabajo.</li> <li>2. Se muestra un botón en la parte superior derecha llamado "Equipos".</li> <li>3. Se muestra un botón a la par del botón "equipo" llamado "Sustancias".</li> <li>4. En la parte inferior se muestra una mesa de trabajo.</li> <li>5. Da clic en el botón Equipo y se despliega un conjunto de equipos (Vaso de precipitado, jeringa de 50 mL, 1 Válvula de 3 vías venoclisis, 2 jeringas de 60 mL, 1 jeringa de 10 mL</li> <li>6. Selecciona un vaso precipitado y lo coloca en la mesa de trabajo.</li> <li>7. Selecciona una jeringa de 60 mL y la coloca en el lugar indicado (recuadro amarillo).</li> <li>8. Tomar y colocar la jeringa de 10 ml en el lugar indicado (recuadro amarillo).</li> <li>9. Tomar y colocar la válvula de 3 vías en el lugar indicado (recuadro amarillo).</li> <li>10. Da clic en el botón Sustancias y se despliega un conjunto de sustancias.</li> <li>11. Selecciona y coloca el recipiente con las cintas de magnesio y lo vacía sobre la jeringa vertical de 60 ml indicando la cantidad de gramos a utilizar.</li> <li>12. Selecciona la sustancia HCl 1 M y lo vierte en un vaso precipitado indicando la cantidad de ml a utilizar (Como máximo debería ser 10 ml).</li> <li>13. Presionar el botón "transferir acido a jeringa de 10 ml"</li> <li>14. Presionar embolo de la jeringa de 10 ml para transferir el ácido a la jeringa de 60 ml que contiene las tiras de magnesio.</li> <li>15. Observa la reacción hasta que no se observe metal.</li> <li>16. Cierra la válvula.</li> <li>17. Coloca una jeringa de 60 ml limpia y seca en la posición de la jeringa de 10 ml.</li> <li>18. Abre nuevamente la válvula</li> <li>19. Transfiere el gas H<sub>2</sub> a la jeringa de 60 ml.</li> <li>20. Mide el volumen de H<sub>2</sub> formado.</li> <li>21. Anota el volumen medido.</li> </ol>

Flujos Alternativos	
Excepciones	-

### 16.3.17 Caso de Uso: Calorímetro de Bomba a Volumen Constante

<b>Caso de Uso</b>	Calorímetro de Bomba a volumen constante
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe el uso del calorímetro de bomba a volumen constante por parte de los docentes y estudiantes de las materias de Química General I y II.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar experimento <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Menú para seleccionar las sustancias</li> <li>1.2. Menú para seleccionar equipo</li> <li>1.3. Mechero Sustancias</li> </ol> </li> <li>2. El actor abre menú de equipo</li> <li>3. El sistema despliega en pantalla los equipos</li> <li>4. El actor selecciona los equipos</li> <li>5. El sistema coloca los equipos en mesa de trabajo</li> <li>6. El actor desarma la bomba calorimétrica</li> <li>7. El actor abre menú de sustancias</li> <li>8. El sistema despliega en pantalla las sustancias</li> <li>9. El actor selecciona una muestra a quemar</li> <li>10. El sistema solicita la cantidad de sustancia en gramos a utilizar</li> <li>11. El actor ingresa los gramos</li> <li>12. El sistema verte gramos en la bomba calorimétrica que está en la mesa de trabajo</li> <li>13. El actor aplica 20 atmosferas de presión a la bomba calorimétrica con el tanque de oxígeno.</li> <li>14. El actor arma la bomba calorimétrica.</li> <li>15. El actor activa el dispositivo de ignición para iniciar con el experimento</li> <li>16. El sistema realiza una animación cuando se quema la muestra</li> <li>17. El sistema muestra el resultado de la muestra quemada y calorías generadas</li> </ol>

<b>Flujos Alternativos</b>	<p>El actor no ha aplicado 20 atmosferas de presión</p> <p>9.1.1 El sistema alerta que no se puede completar el experimento</p> <p>9.1.2 El sistema muestra el botón “Aceptar”.</p> <p>9.1.2 El actor presiona el botón “Aceptar”.</p> <p>9.1.3 El actor repite el paso 12 del flujo principal</p> <p>El actor no ha agregado una muestra a quemar</p> <p>9.1.1 El sistema alerta que no se puede completar el experimento</p> <p>9.1.2 El sistema muestra el botón “Aceptar”.</p> <p>9.1.2 El actor presiona el botón “Aceptar”.</p> <p>9.1.3 El actor repite el paso 12 del flujo principal</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.18 Caso de Uso: Celda Galvánica

<b>Caso de Uso</b>	Celda Galvánica
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe los pasos para realizar un experimento acerca de la formación de energía a partir de la reacción química de dos sustancias.
<b>Actores</b>	Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión
<b>Post – Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra la interfaz para realizar el experimento de la celda galvánica. <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. En el menú se muestran las opciones: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Reiniciar Experimento (Inicialmente Inactivo).</li> <li>1.1.2. Equipo.</li> <li>1.1.3. Sustancia.</li> </ol> </li> <li>1.2. En el contenedor central se dibuja la representación gráfica de la mesa de trabajo.</li> </ol> </li> <li>2. El sistema muestra en una ventana modal el equipo/cristalería disponible para el experimento.</li> <li>3. El usuario selecciona la cristalería o equipo del menú.</li> <li>4. El sistema coloca la cristalería o equipo en la mesa de trabajo.</li> <li>5. Se repiten los pasos 2 al 4 hasta que se haya colocado todo el equipo y cristalería.</li> <li>6. El usuario abre el menú Sustancia.</li> <li>7. El sistema muestra en una ventana modal las sustancias disponibles para el experimento.</li> <li>8. El usuario selecciona una sustancia del menú.</li> </ol>

	<p>9. El sistema despliega una ventana modal solicitando el volumen (ml) a verter.</p> <p>10. El usuario ingresa el volumen.</p> <p>11. El usuario presiona el botón aceptar.</p> <p>12. El sistema realiza la animación de colocar el volumen de la sustancia en el recipiente seleccionado.</p> <p>13. Se repiten los pasos del 7 al 12 hasta que se hayan colocado todas las sustancias necesarias.</p> <p>14. El sistema muestra la simulación del experimento.</p> <p>15. El sistema habilita el botón: Reiniciar Experimento.</p>
<b>Flujos Alternativos</b>	<p>3.1 El equipo o cristalería seleccionada no se coloca en la ubicación señalada.</p> <p>3.1.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar la cristalería en la ubicación correcta.</p> <p>3.1.2 El usuario repite el paso 3 del flujo principal.</p> <p>3.2 El usuario selecciona una cristalería o equipo con precondition de uso activa.</p> <p>3.2.1 El sistema despliega el mensaje: Debes colocar el equipo o cristalería que antecede el uso de este.</p> <p>3.2.2 El usuario repite el paso 5 del flujo principal.</p>
<b>Excepciones</b>	

### 16.3.19 Caso de uso: Gestionar Sustancias

<b>Caso de uso</b>	Gestionar Sustancias
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se gestionarán las sustancias
<b>Actores</b>	Administrador, Docente
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	Los casos de uso Crear Sustancia, Editar Sustancia y Consultar Sustancia están disponibles.
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor selecciona del menú gestionar sustancias</li> <li>2. El sistema muestra un listado de sustancias existentes</li> <li>3. El sistema agrega a cada sustancia un botón para eliminar, consultar y editar</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.20 Caso de uso: Crear Sustancia

<b>Caso de uso</b>	Crear Sustancia
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se creará una nueva sustancia en el sistema
<b>Actores</b>	Administrador, Docente
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	-
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema mostrará el formulario para el ingreso de una nueva sustancia.</li> <li>2. El usuario digita los datos solicitados en el formulario: nombre, concentración, tipo de sustancia (diluidas, concentradas, saturadas), estado (Gaseoso Solido Liquido) y los elementos que contiene (Solute y Solvente). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solute (gr) muchos a muchos</li> <li>• Solvente (Puede ser varias medidas) muchos a muchos</li> <li>• Estado 3</li> <li>• Masa Molar gr/mol</li> <li>• Concentración PH</li> <li>• Concentración para Microcien</li> <li>• Tipo de concentración</li> <li>• Orden Físico Químico</li> <li>• Acido 0-7 Base 7-14</li> <li>• Capacidad calorífica</li> <li>• Calor Especifico</li> <li>• Color</li> <li>• Potencial de reducción y oxidacion</li> </ul> </li> <li>3. El sistema valida los datos ingresados</li> <li>4. El sistema guarda la nueva sustancia y muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 El sistema detecta los datos no son validos <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 El sistema muestra una alerta que no se puede agregar sustancia debido a que los datos no son validos</li> <li>3.1.2 El sistema muestra el botón "Aceptar".</li> <li>3.1.2 El actor presiona el botón "Aceptar".</li> <li>3.1.3 El actor repite el paso 2 del flujo principal</li> </ol> </li> </ol>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.21 Caso de uso: Editar Sustancia

<b>Caso de uso</b>	Editar Sustancia
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como se edita una sustancia en el sistema

<b>Actores</b>	Administrador, Docente
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	Una sustancia ha sido creada.
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra el formulario con los datos de la sustancia seleccionada y permitirá modificar los campos mostrados</li> <li>2. El usuario edita los datos solicitados en el formulario.</li> <li>3. El sistema valida los datos ingresados</li> <li>4. El sistema guarda los cambios de la sustancia seleccionada.</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 El sistema detecta los datos no son validos <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 El sistema muestra una alerta que no se puede agregar sustancia debido a que los datos no son validos</li> <li>3.1.2 El sistema muestra el botón "Aceptar".</li> <li>3.1.2 El actor presiona el botón "Aceptar".</li> <li>3.1.3 El actor repite el paso 2 del flujo principal</li> </ol> </li> </ol>
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.22 Caso de uso: Eliminar Sustancia

<b>Caso de uso</b>	Eliminar Sustancia
<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como eliminar una sustancia en el sistema
<b>Actores</b>	Administrador, Docente
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	Una sustancia ha sido creada.
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra el listado de sustancias existentes</li> <li>2. El usuario presiona el botón "Eliminar".</li> <li>3. El sistema muestra ventana emergente que está por eliminar una sustancia que presione en botón "Si" para continuar</li> <li>4. El usuario presiona el botón "Si".</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	
<b>Excepciones</b>	-

### 16.3.23 Caso de uso: Consultar Sustancia

<b>Caso de uso</b>	Consultar Sustancia
--------------------	---------------------

<b>Descripción</b>	El caso de uso describe como consultar una sustancia en el sistema
<b>Actores</b>	Administrador, Docente, Estudiante
<b>Precondiciones</b>	Iniciar Sesión.
<b>Post - Condiciones</b>	
<b>Flujo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra el listado de sustancias existentes</li> <li>2. El usuario presiona el botón "Consultar".</li> <li>3. El sistema muestra datos de la sustancia</li> </ol>
<b>Flujos Alternativos</b>	
<b>Excepciones</b>	-

#### 16.3.24 Caso de uso: Registrarse

Caso de uso	Registrarse
Descripción	El caso de uso describe como registrarse en la herramienta
Actores	-
Precondiciones	No tener usuario en la herramienta
Post - Condiciones	Se ha registrado como usuario en la herramienta
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se muestra el formulario para registro del nuevo usuario.</li> <li>2. Abajo del formulario en la parte derecha se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li> <li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li> <li>4. El usuario digita los datos solicitados en el formulario.</li> <li>5. El usuario da clic en el botón Guardar Cambios.</li> <li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li> <li>7. Guarda el nuevo usuario.</li> <li>8. Muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario presiona el botón Cancelar.</li> <li>5.2 Se activa el caso de uso Iniciar Sesión.</li> </ol>
Excepciones	-

#### 16.3.25 Caso de uso: Gestionar Laboratorio

Caso de uso	Gestionar Laboratorio
Descripción	El caso de uso describe como se gestionarán los laboratorios ingresados en el sistema (Crear, Editar, Consultar usuarios).
Actores	Administrador y Docente.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Los casos de uso Crear Laboratorio, Editar Laboratorio y Consultar Laboratorio están disponibles.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muestra un botón en la parte superior izquierda con la opción de crear nuevo usuario</li> <li>2. Seguido se muestra una tabla con los usuarios existentes en el sistema.</li> <li>3. Se muestra en la tabla una columna llamada opciones, con un botón llamado editar usuario y otro llamado consultar usuario.</li> </ol>
Flujos Alternativos	2.1 El sistema no muestra la tabla.
Excepciones	-

### 16.3.26 Caso de uso: Crear Laboratorio

Caso de uso	Crear Laboratorio
Descripción	El caso de uso describe como se creará un nuevo laboratorio en el sistema
Actores	Administrador y docente.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Un laboratorio ha sido creado.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se muestra el formulario para el ingreso de un nuevo laboratorio.</li> <li>2. Abajo del formulario en la parte derecha se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li> <li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li> <li>4. El usuario digita los datos solicitados en el formulario.</li> <li>5. El usuario da clic en el botón Guardar Cambios.</li> <li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li> <li>7. Guarda el nuevo usuario.</li> <li>8. Muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario presiona el botón Cancelar.</li> <li>5.2 Se activa el caso de uso Gestionar Laboratorios.</li> </ol>
Excepciones	-

### 16.3.27 Caso de uso: Editar Laboratorio

Caso de uso	Editar Laboratorio
Descripción	El caso de uso describe como se edita un laboratorio en el sistema
Actores	Administrador y docente
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Un laboratorio ha sido editado.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El sistema muestra el formulario con los datos del laboratorio seleccionado y permitirá modificar los campos mostrados.</li><li>2. Abajo del formulario se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li><li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li><li>4. El usuario modifica los datos deseados en el formulario.</li><li>5. Da clic en el botón Guardar Cambios.</li><li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li><li>7. Guarda los cambios.</li><li>8. Muestra mensaje de éxito.</li></ol>
Flujos Alternativos	5.1 El usuario presiona el botón Cancelar. 5.2 Se activa el caso de uso Gestionar Laboratorios.
Excepciones	-

### 16.3.28 Caso de uso: Consultar Laboratorio

Caso de uso	Consultar Laboratorio
Descripción	El caso de uso describe como se consulta un laboratorio en el sistema informático.
Actores	Administrador y docente.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	-
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El sistema muestra los datos del laboratorio en un formulario.</li></ol>
Flujos Alternativos	
Excepciones	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1 El sistema no muestra los datos del laboratorio.</li></ol>

### 16.3.29 Caso de uso: Gestionar Asignación de Sustancias a Experimentos

Caso de uso	Gestionar Asignación de Sustancias a Experimentos
Descripción	El caso de uso describe como se gestionarán las asignaciones de sustancias a experimentos ingresadas en el sistema (Crear y eliminar)

Actores	Administrador y Docente.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Los casos de uso Crear y eliminara asignación de sustancias a experimentos están disponibles.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muestra un botón en la parte superior izquierda con la opción de crear nueva asignación a experimentos</li> <li>2. Seguido se muestra una tabla con las asignaciones existentes a experimentos.</li> <li>3. Se muestra en la tabla una columna llamada opciones, con un botón llamado eliminar.</li> </ol>
Flujos Alternativos	2.1 El sistema no muestra la tabla.
Excepciones	-

### 16.3.30 Caso de uso: Crear Asignación de Sustancias a Experimentos

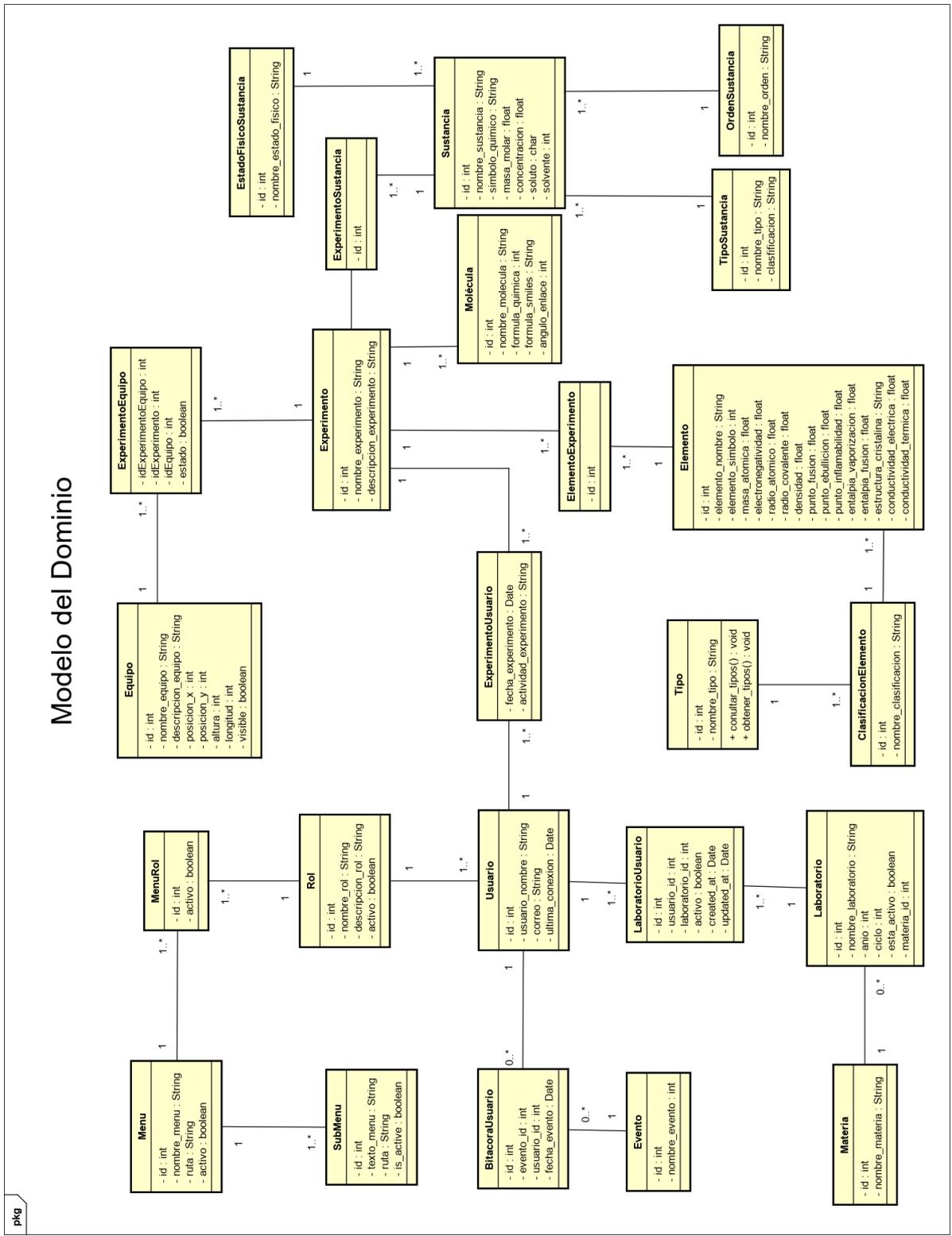
Caso de uso	Crear Asignación de Sustancias a Experimentos
Descripción	El caso de uso describe como se creará una Asignación de Sustancias a Experimentos en el sistema
Actores	Administrador y docente.
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Una Asignación de Sustancias a Experimentos ha sido creada.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se muestra el formulario para el ingreso de un nuevo laboratorio.</li> <li>2. Abajo del formulario en la parte derecha se muestra un botón llamado Guardar Cambios.</li> <li>3. A la derecha del botón Guardar Cambios se muestra un botón llamado Cancelar.</li> <li>4. El usuario digita los datos solicitados en el formulario.</li> <li>5. El usuario da clic en el botón Guardar Cambios.</li> <li>6. El sistema valida los datos ingresados.</li> <li>7. Guarda el nuevo usuario.</li> <li>8. Muestra mensaje de éxito.</li> </ol>
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 El usuario presiona el botón Cancelar.</li> <li>5.2 Se activa el caso de uso Gestionar Laboratorios.</li> </ol>
Excepciones	-

**16.3.31 Caso de uso: Eliminar Asignación de Sustancias a Experimentos**

Caso de uso	Eliminar Asignación de Sustancias a Experimentos
Descripción	El caso de uso describe como se Asignación de Sustancias a Experimentos un laboratorio en el sistema
Actores	Administrador y docente
Precondiciones	Iniciar Sesión.
Post - Condiciones	Un laboratorio ha sido editado.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se presiona el botón eliminar.</li><li>2. Muestra mensaje de éxito.</li></ol>
Flujos Alternativos	-
Excepciones	-

# 17. Modelo del dominio

El modelo del dominio o diagrama de clases conceptual.



## 18. Diseño de Interfaces

### 18.1 Iniciar Sesión

LOGO Nombre del sistema  
Nombre Institución

Nombre pantalla

ENCABEZADO DE PANTALLA

Correo Electronico: gs12001@ues.edu.sv

Contraseña: \*\*\*\*\*

Nota: todos los campos son obligatorios

Boton Boton

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Usuario.

### 18.2 Gestionar usuarios

LOGO Nombre del sistema Inicio Administracion  
Nombre Institución

Nombre pantalla Principal > Secundaria

Destacado

#	Nombres	Apellidos	correo	Opciones
1	Jorge	Gutierrez	gs12001@ues.edu.sv	Informacion Peligro
2	Kenia	Orellana	so12001@ues.edu.sv	Informacion Peligro
3	Rodrigo	Sandoval	ss00001	Informacion Peligro

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Usuario y Rol.

## 18.3 Editar Usuarios

The screenshot shows a web application interface for editing users. At the top left, there is a logo placeholder labeled 'LOGO' and the text 'Nombre del sistema' and 'Nombre Institución'. At the top right, there are links for 'Inicio' and 'Administración'. Below this is a breadcrumb trail: 'Nombre pantalla' followed by 'Principal > Secundaria > Terciaria'. The main content area is titled 'ENCABEZADO DE PANTALLA' and contains a form with the following fields:

- Nombres:
- Apellidos:
- Correo:
- Rol:
- Estado:

Below the form, there is a note: 'Nota: todos los campos son obligatorios'. At the bottom of the form area, there are two buttons: 'Advertencia' and 'Peligro'. The footer of the page contains the text 'Nombre de la institución Año ©'.

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Usuario y Rol.

## 18.4 Consultar Usuarios

The screenshot shows a web application interface for consulting users. It has the same header and breadcrumb trail as the previous form. The main content area is titled 'ENCABEZADO DE PANTALLA' and contains a form with the following fields:

- Nombres:
- Apellidos:
- Correo:
- Rol:
- Estado:

Below the form, there is a single button: 'Destacado'. The footer of the page contains the text 'Nombre de la institución Año ©'.

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a las clases Usuario y Rol.

## 18.5 Nuevo Usuario

**Nombre del sistema**

Nombre Institución

Inicio Administración

**Nombre pantalla** Principal > Secundaria > Terciaria

ENCABEZADO DE PANTALLA

Nombres:

Apellidos:

Correo:

Estado:  ▼

Rol:  ▼

Nota: todos los campos son obligatorios

Advertencia

Destacado

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Usuario y Rol.

## 18.6 Tabla Periódica

**Nombre del sistema**

Nombre Institución

Inicio Administración

**Nombre pantalla** Principal > Secundaria > Terciaria

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H	He																	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rd	Pd	Ag	Cd	In	Su	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	**	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
			**	37	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
			**	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

**Información:**

masa atómica: 55.845    número atómico: 26

1.ª energía de ionización: 739.5 kJ/mol    electronegatividad: 1.83

estado cuántico:  $3d^6 4s^2$

nombre: Hierro

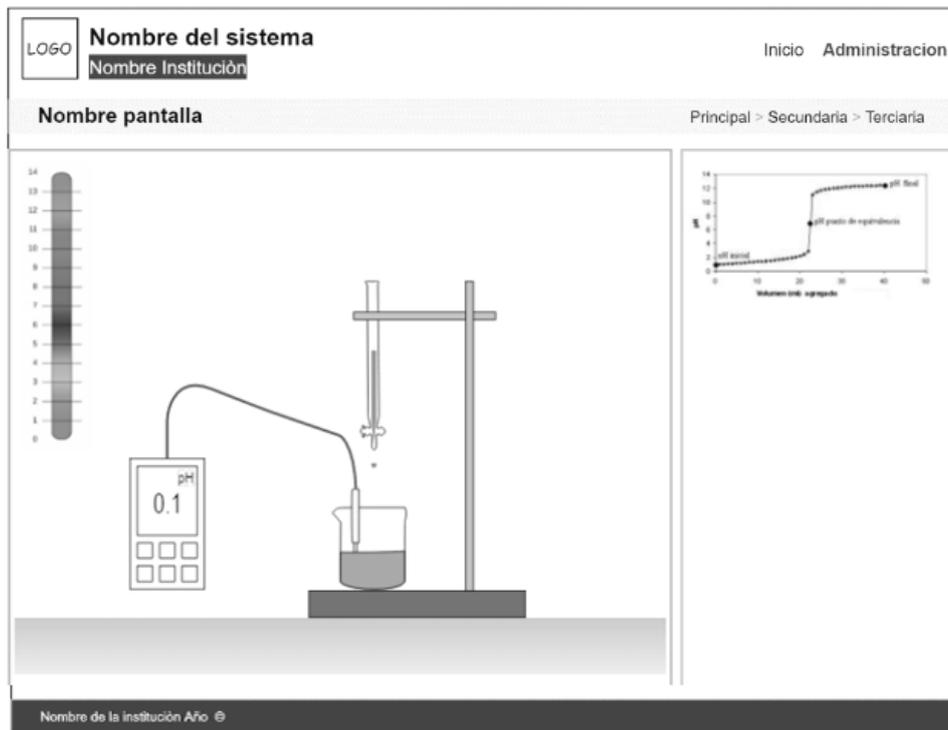
configuración electrónica:  $[Ar] 3d^6 4s^2$     estado de oxidación: +2, +3, +6

Panel con la información relevante de cada elemento seleccionado mediante el cursor.

Nombre de la institución Año ©

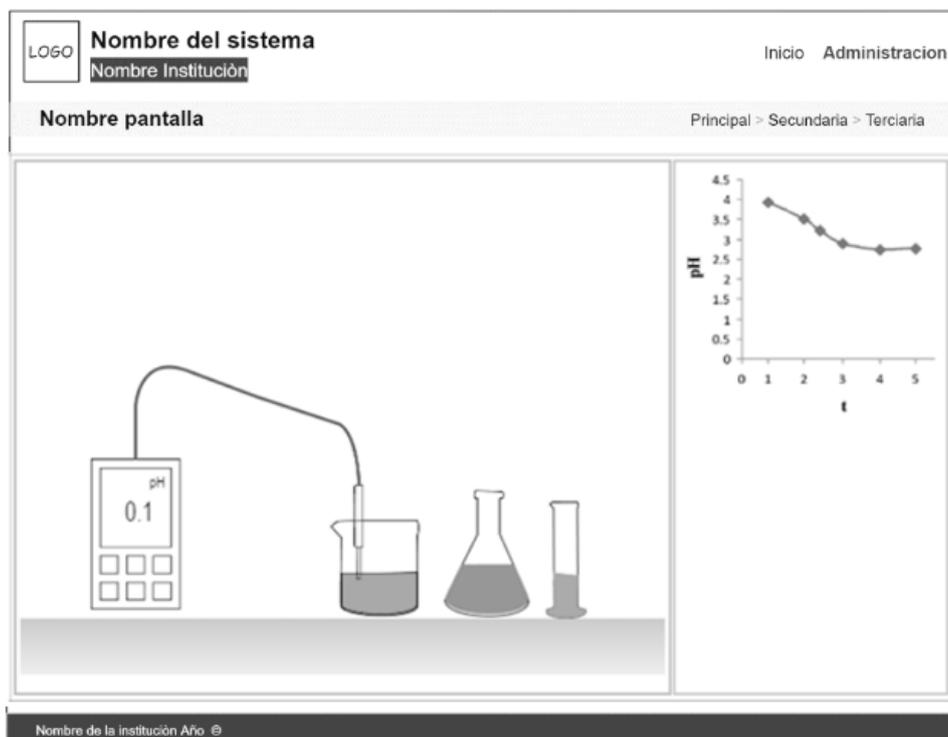
La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Elemento.

## 18.7 Realizar valoración Ácido-Base



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia

## 18.8 Medir pH de una Sustancia



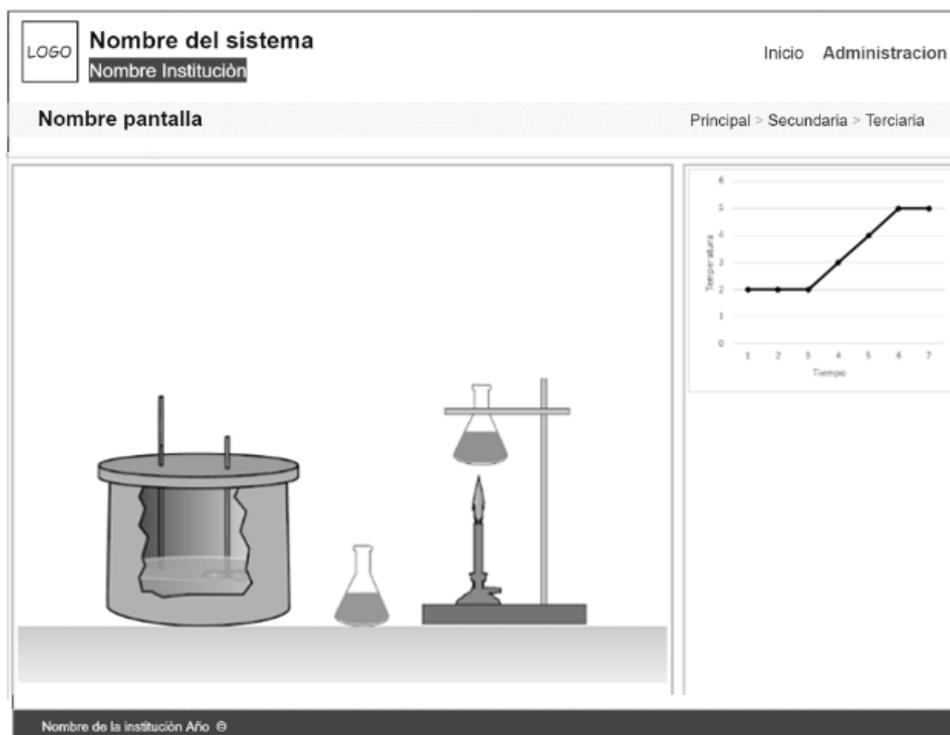
La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.9 Configurar pH-Metro



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.10 Calorímetro a Presión Constante



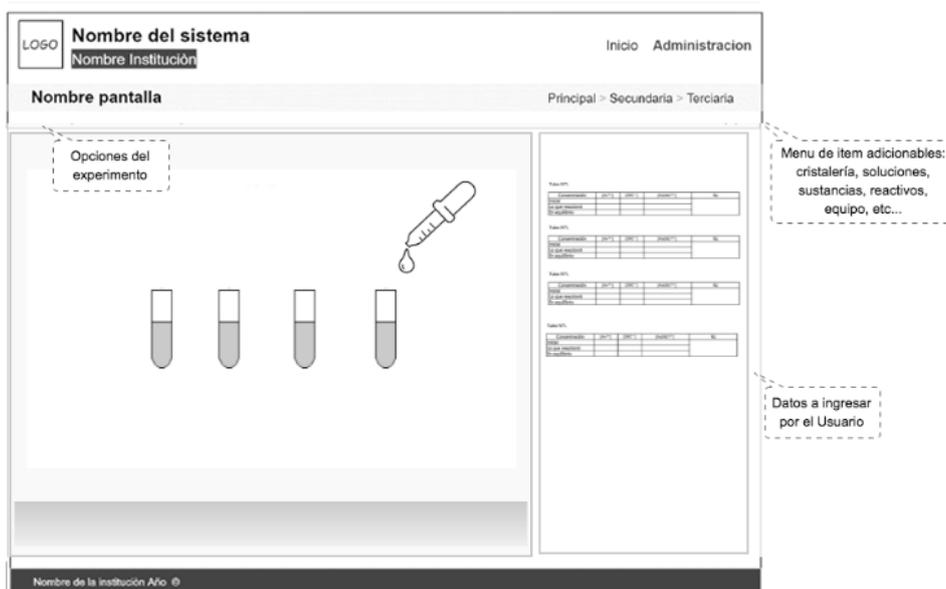
La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.11 Calorímetro de Bomba a Volumen Constante



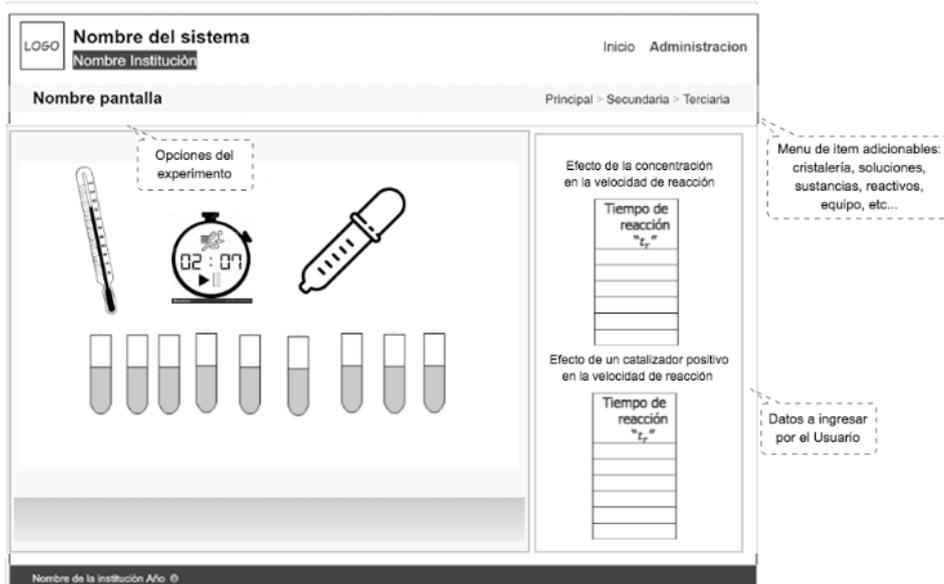
La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.12 Equilibrio Químico



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.13 Velocidad de Reacción



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.14 Formación de Iones



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.15 Usar Conductímetro



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.16 Estequiometria de los Gases



La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.17 Celda Galvánica

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Experimentos, ExperimentoSustancia y Sustancia.

## 18.18 Gestionar Sustancias

#	Símbolo	Nombre	Masa Molar	Información	Peligro
1	C10H8	Naftalina	128.1705	Información	Peligro
2	C2H4O2	Ácido acético	98.079	Información	Peligro
3	CaF2	Fluoruro de calcio	18.01	Información	Peligro

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Sustancia, EstadoFísicoSustancia, TipoSustancia y OrdenSustancia.

## 18.19 Nueva sustancia

LOGO Nombre del sistema Inicio Administracion  
Nombre Institución

Nombre pantalla Principal > Secundaria > Terciaria

Simbolo:

Nombre:

Masa Molar:

Concentración:

Compuesto: Seleccione ▼

Calorías:

Potencial redox:

Tipo: Seleccione ▼

Orden: Seleccione ▼

Color:  ▼

Estado: Seleccione ▼

Nota: todos los campos son obligatorios

Advertencia Destacado

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Sustancia, EstadoFisicoSustancia, TipoSustancia y OrdenSustancia.

## 18.20 Editar Sustancia

LOGO Nombre del sistema Inicio Administracion  
Nombre Institución

Nombre pantalla Principal > Secundaria > Terciaria

Simbolo: Ca(OH)

Nombre: Hidróxido de calcio

Masa Molar: 58.44

Concentración: 0.1

Compuesto: Base ▼

Calorías: 0

Potencial redox: 2

Tipo: Compuesta ▼

Orden: Quimico ▼

Color:  ▼

Estado: Liquido ▼

Nota: todos los campos son obligatorios

Advertencia Destacado

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Sustancia, EstadoFisicoSustancia, TipoSustancia y OrdenSustancia.

## 18.21 Consultar sustancia

Nombre del sistema  
Nombre Institución

Inicio Administracion

Nombre pantalla Principal > Secundaria > Terciaria

Simbolo: Ca(OH)<sub>2</sub>

Nombre: Hidróxido de calcio

Masa Molar: 58.44

Concentración: 0.1

Compuesto: Base

Calorías: 0

Potencial redox: 2

Tipo: Compuesta

Orden: Químico

Color:

Estado: Líquido

Nota: todos los campos son obligatorios

Destacado

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de iniciar sesión hace referencia a la clase Sustancia, EstadoFisicoSustancia, TipoSustancia y OrdenSustancia.

## 18.22 Gestionar asignar sustancia a experimento

Nombre del sistema  
Nombre Institución

Inicio Administracion

Nombre pantalla Principal > Secundaria

Destacado

Experimento	Sustancia	Editar
Bomba calorimetrica	Agua desmineralizada	Peligro
Celda galvanica	Zinc	Peligro
Estequiometria de los gases	Acido clorhidrico	Peligro

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase Sustancia, Experimento y ExperimentoSustancia.

## 18.23 Nueva asignación de sustancia a experimento

Nombre del sistema  
Nombre Institución

Inicio Administracion

Nombre pantalla Principal > Secundaria > Terciaria

Experimento: Seleccione ▼

Naftalina
Zinc
Cobre
Magnesio

↔

Nota: todos los campos son obligatorios

Advertencia Destacado

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase Sustancia, Experimento y ExperimentoSustancia.

## 18.24 Gestionar laboratorios

Nombre del sistema  
Nombre Institución

Inicio Administracion

Nombre pantalla Principal > Secundaria

Destacado

#	Materia	Laboratorio	Año	Ciclo	Opciones
1	Quimica I	Laboratorio 01	2019	I	Informacion Peligro
2	Quimica I	Laboratorio 02	2019	I	Informacion Peligro
3	Quimica II	Laboratorio 01	2019	II	Informacion Peligro

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase Laboratorio, Materia.

## 18.25 Nuevo laboratorio

The screenshot shows a web application interface for creating a new laboratory. At the top left, there is a 'LOGO' placeholder and the system name 'Nombre del sistema' with 'Nombre Institución' below it. On the top right, there are links for 'Inicio' and 'Administracion'. Below this is a breadcrumb trail: 'Nombre pantalla' followed by 'Principal > Secundaria > Terciaria'. The main content area is titled 'ENCABEZADO DE PANTALLA' and contains the following fields:

- Nombre laboratorio:
- Materia:  (dropdown menu)
- Año:
- Ciclo:  (dropdown menu)
- Código acceso:

Below the fields is a note: 'Nota: todos los campos son obligatorios'. At the bottom of the form area are two buttons: 'Advertencia' and 'Destacado'. The footer of the page contains the text 'Nombre de la institución Año ©'.

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase Laboratorio.

## 18.26 Editar laboratorio

The screenshot shows the same web application interface as above, but for editing an existing laboratory. The fields are pre-filled with the following data:

- Nombre laboratorio:
- Materia:  (dropdown menu)
- Año:
- Ciclo:  (dropdown menu)
- Código acceso:

The note 'Nota: todos los campos son obligatorios' and the 'Advertencia' and 'Destacado' buttons are also present. The footer text 'Nombre de la institución Año ©' is visible at the bottom.

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase Laboratorio, Materia.

## 18.27 Bitácora del sistema

Nombre del sistema		Inicio	Administracion
LOGO	Nombre Institución		
Nombre pantalla		Principal > Secundaria	
Destacado			
Usuario	Sustancia	Fecha	
Jorge Gutierrez	Inicio sesion	23/04/2019	
Miguel Gutierrez	Edito sustancia	28/09/2019	
Salvador Chacon	Edito laboratorio	12/07/2019	

Nombre de la institución Año ©

La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase BitacoraUsuario, Usuario y Evento.

## 18.28 Bitácora de experimentos

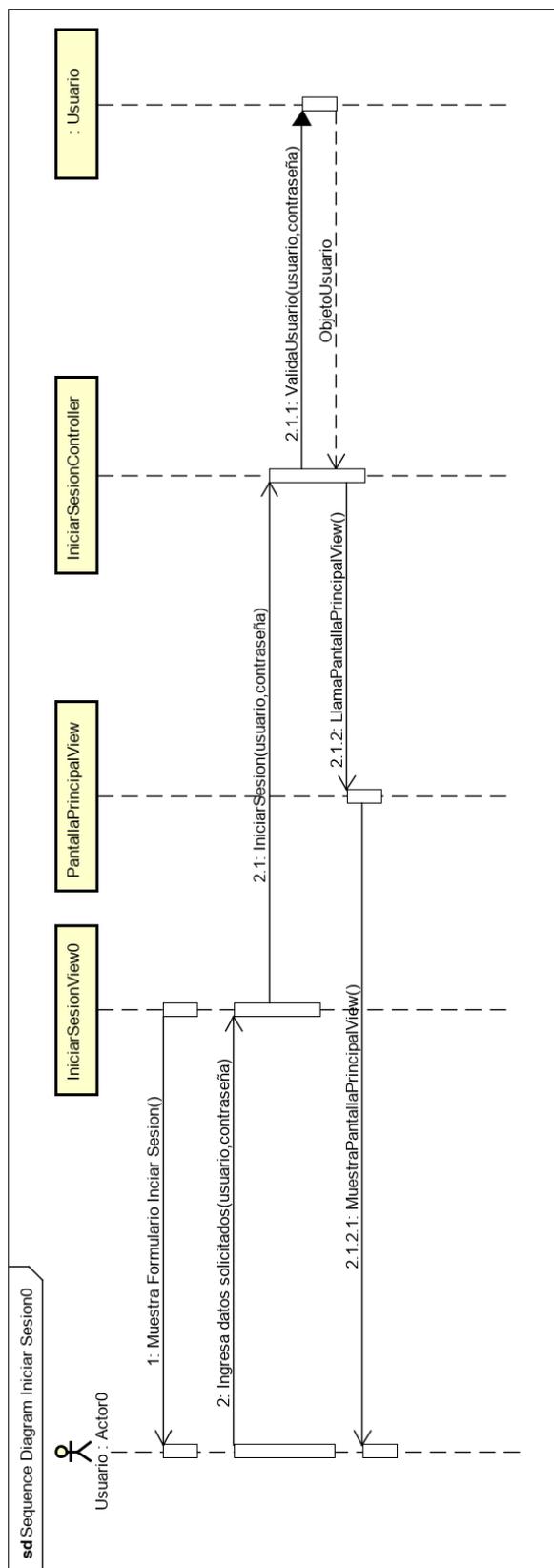
Nombre del sistema		Inicio				Administracion
LOGO	Nombre Institución					
Nombre pantalla		Principal > Secundaria				
Destacado						
Usuario	Experimento	Estado resultado	Comentario resultado	Inició	Finalizó	
Jorge Gutierrez	Estequiometria de los gases	Exito		23/04/2019	23/04/2019	
Miguel Gutierrez	Velocidad de Reacción	Exito		28/09/2019	28/09/2019	
Salvador Chacon	Valoración Ácido Base	Exito		12/07/2019	12/07/2019	

Nombre de la institución Año ©

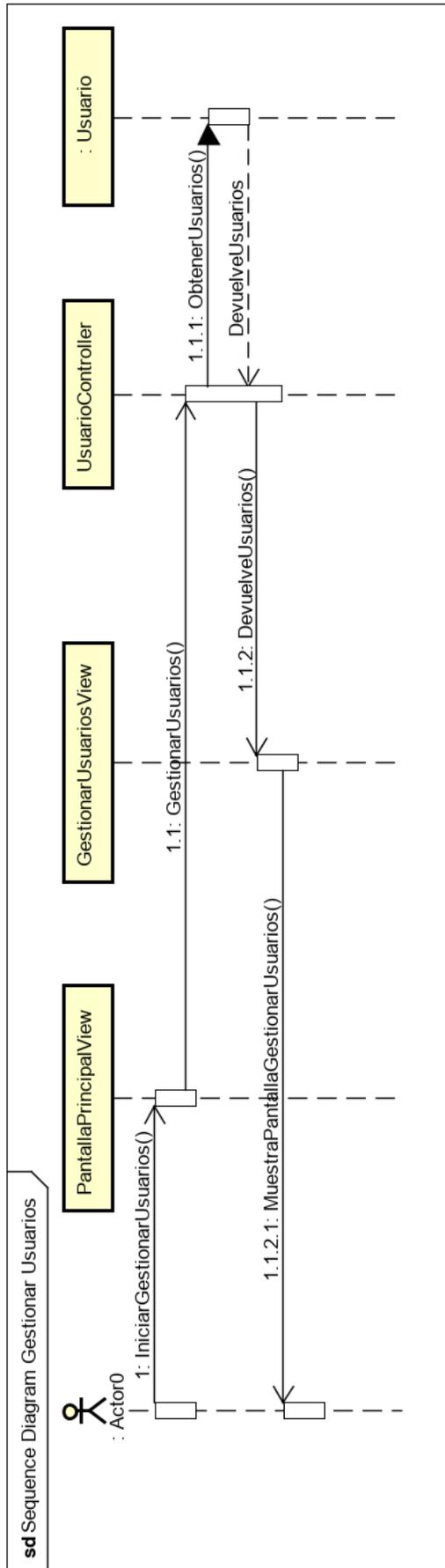
La pantalla de asignar sustancia a experimento hace referencia a la clase UsuarioExperimento, Usuario y Experimento.

## 19. Diagramas de Secuencia del Sistema

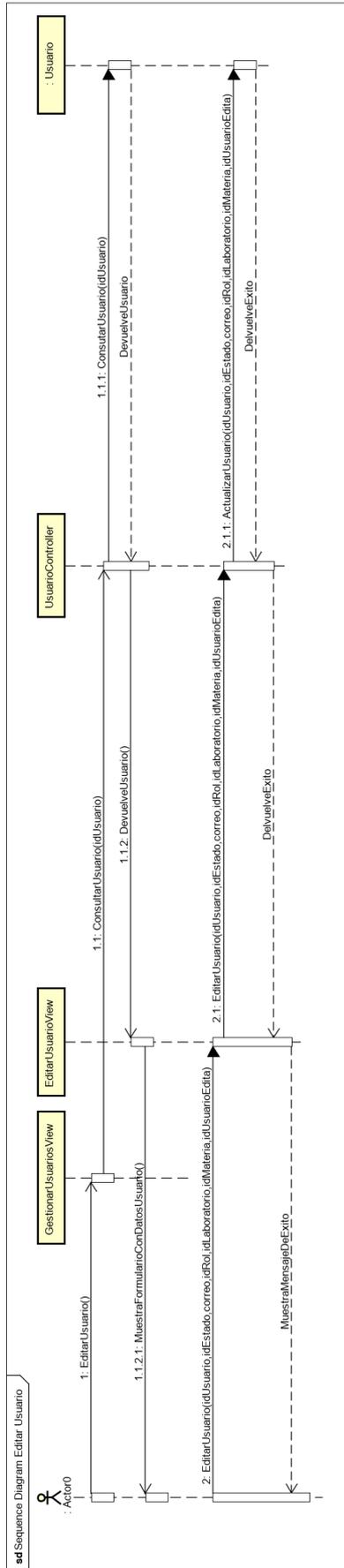
### 19.1 Caso de uso: Iniciar Sesión



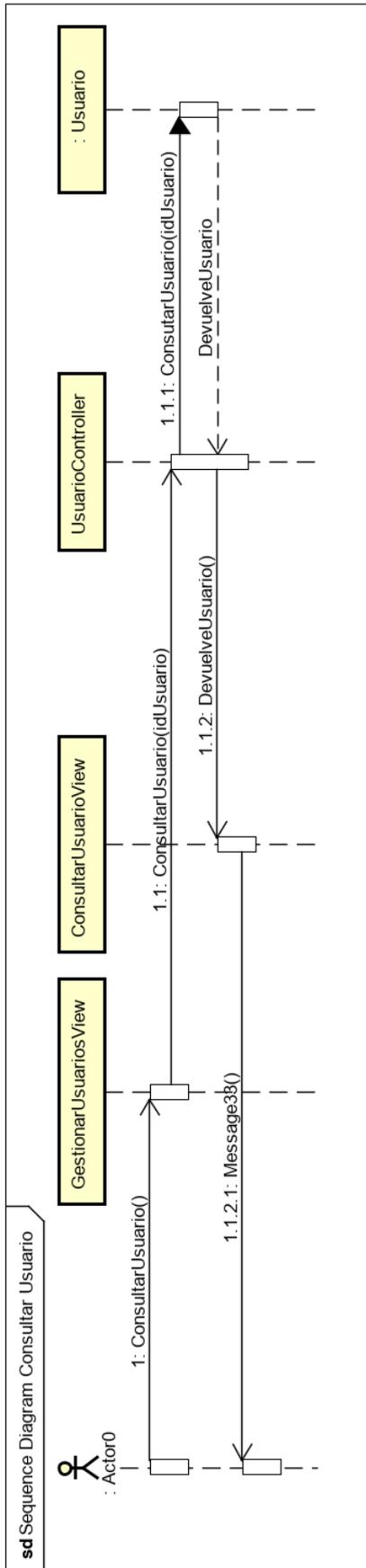
## 19.2 Caso de uso: Gestionar usuarios



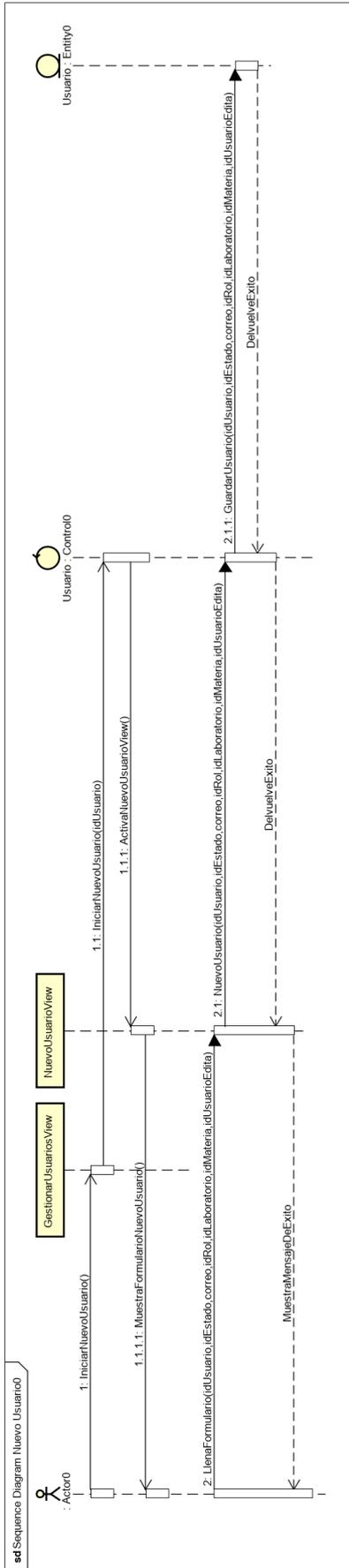
## 19.3 Caso de uso: Editar Usuarios



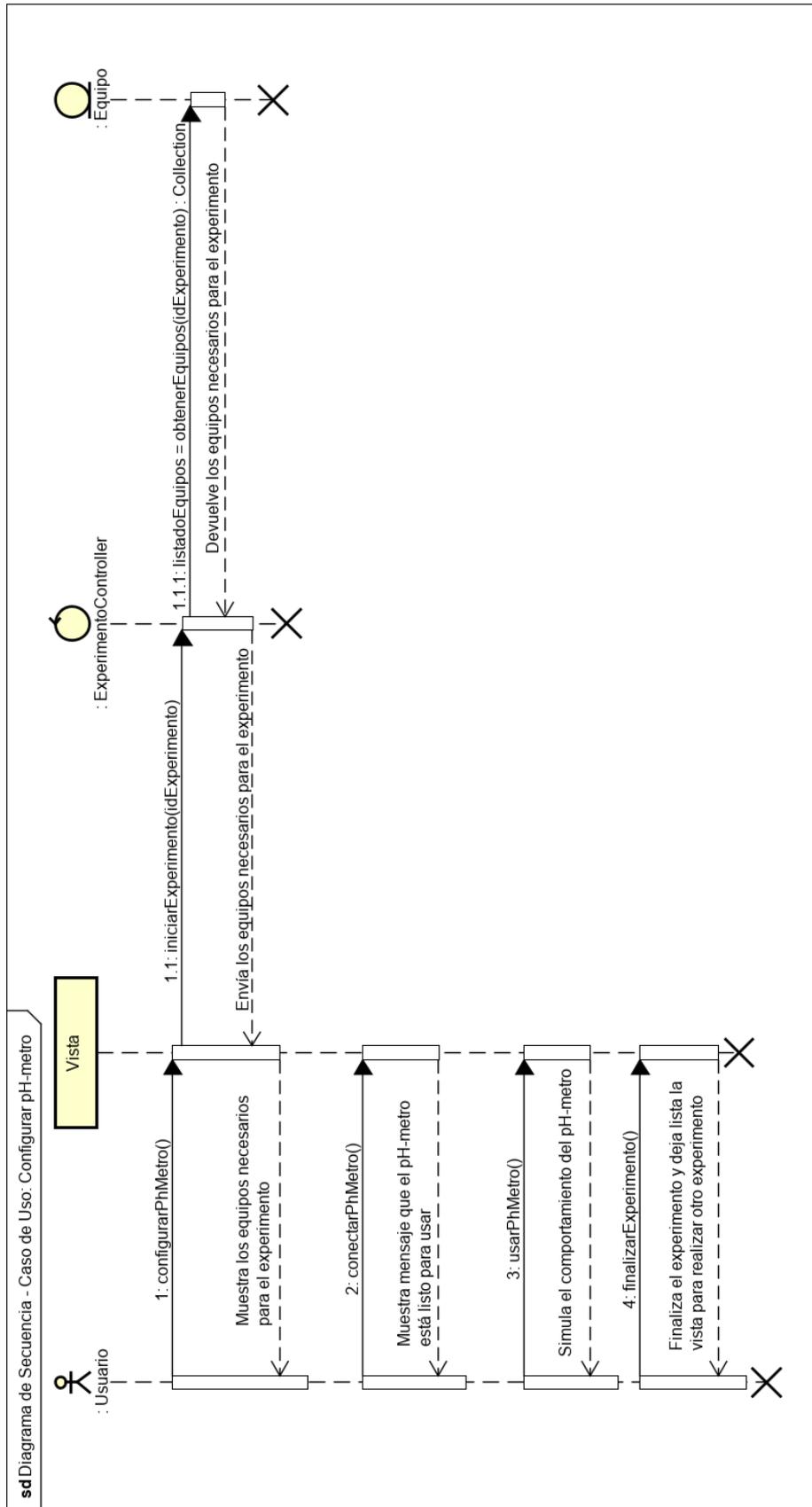
## 19.4 Caso de uso: Consultar Usuario



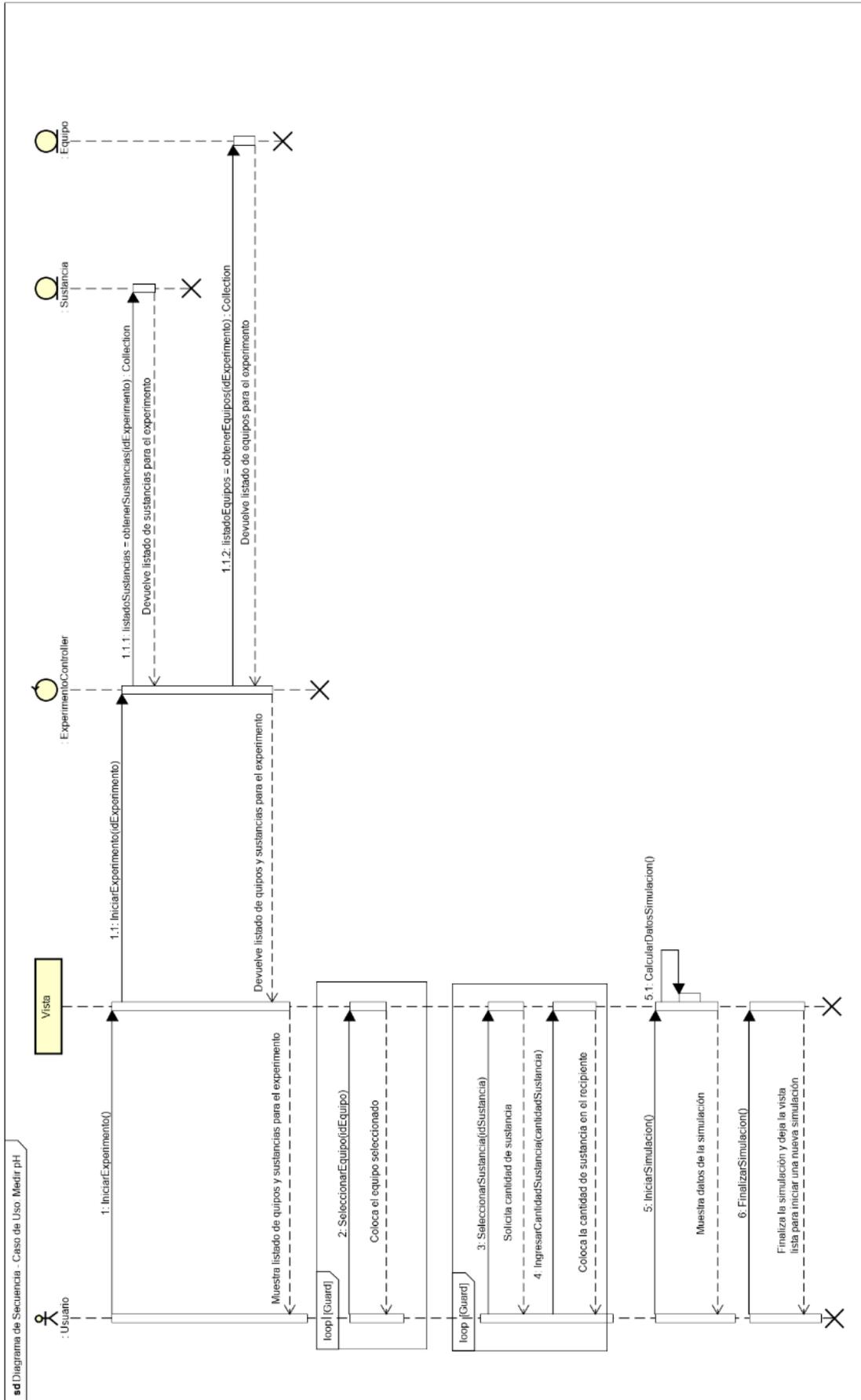
## 19.5 Caso de uso: Nuevo Usuario



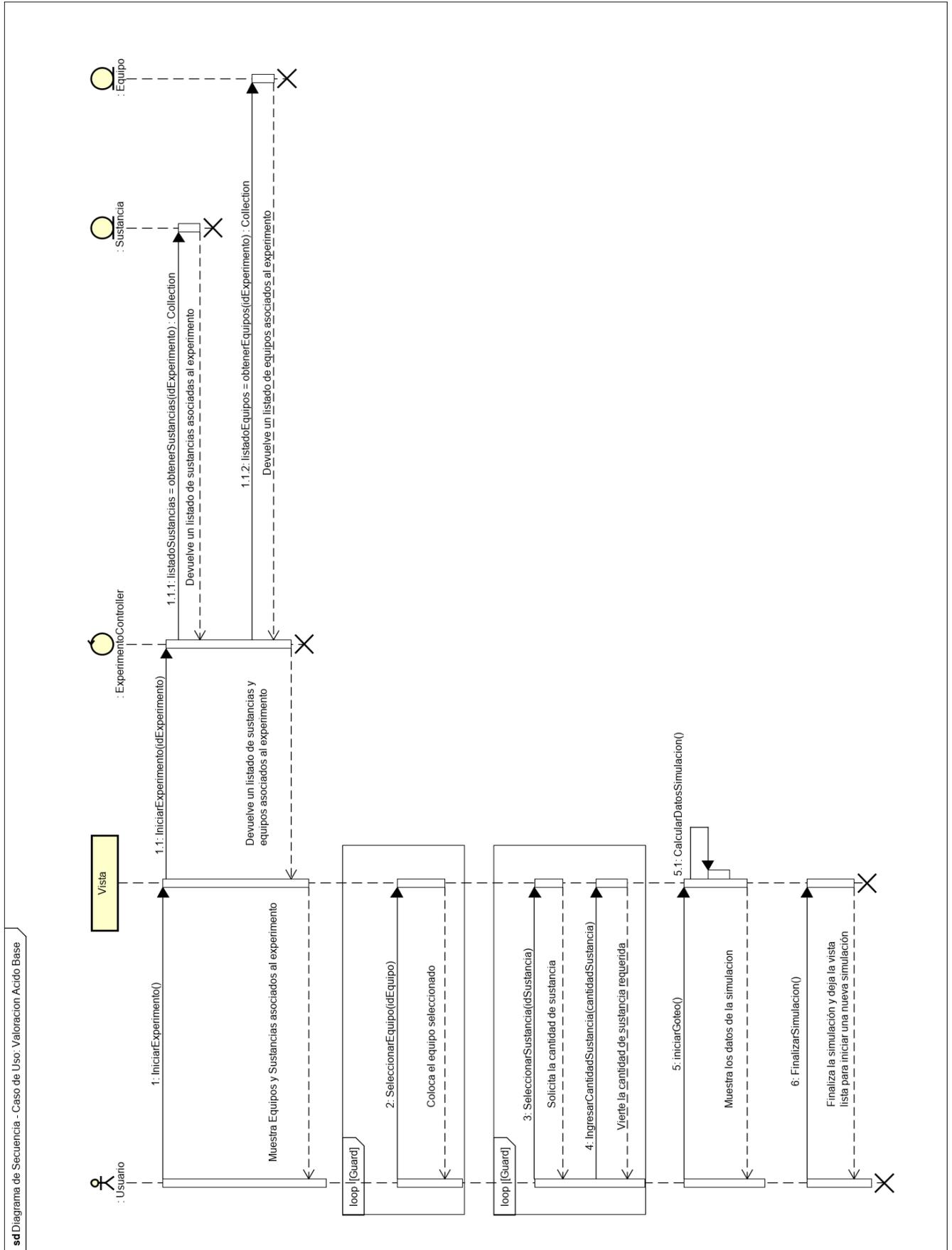
## 19.6 Caso de uso: Configurar pH-Metro



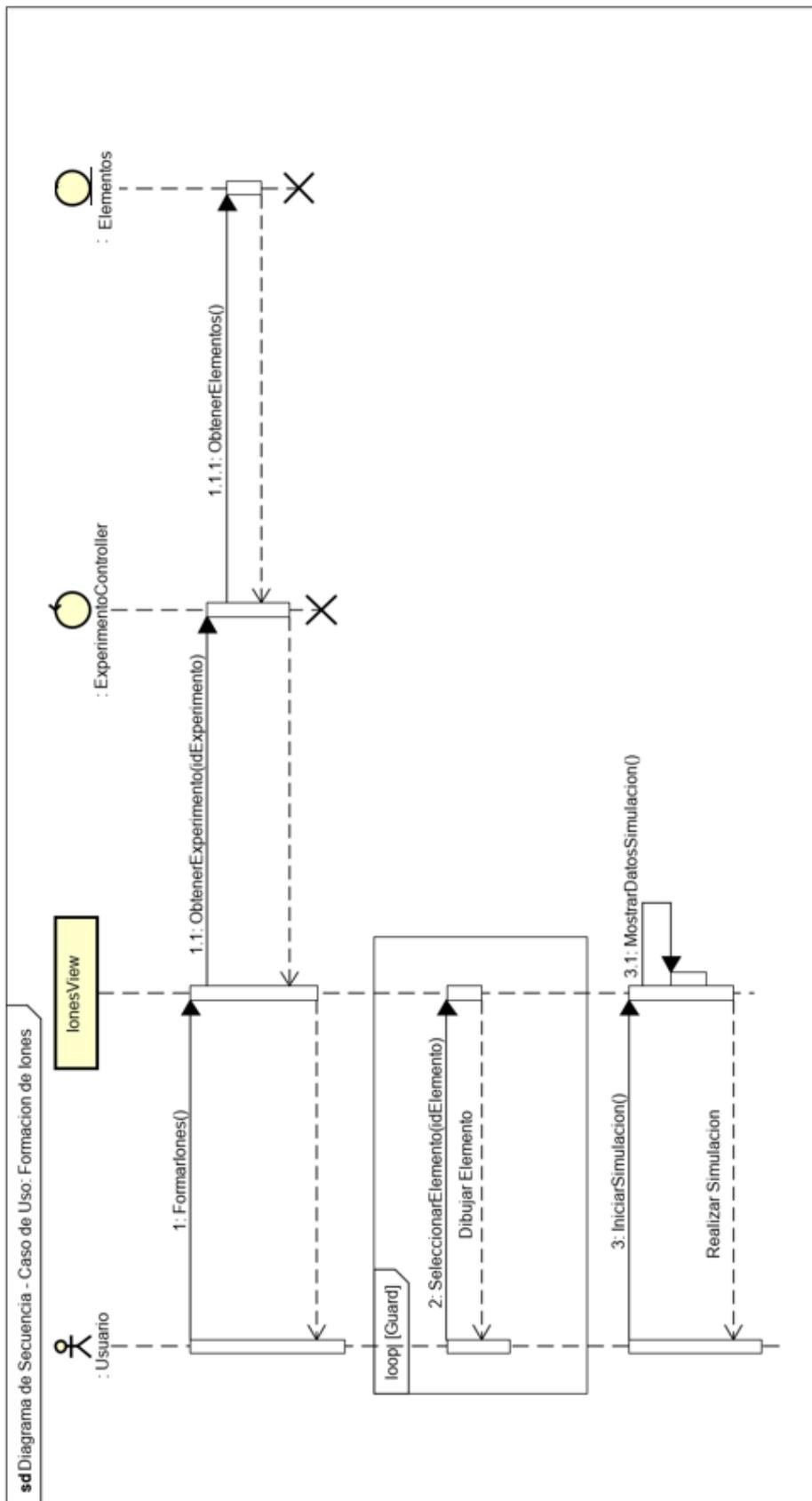
## 19.7 Caso de uso: Medir pH de una sustancia



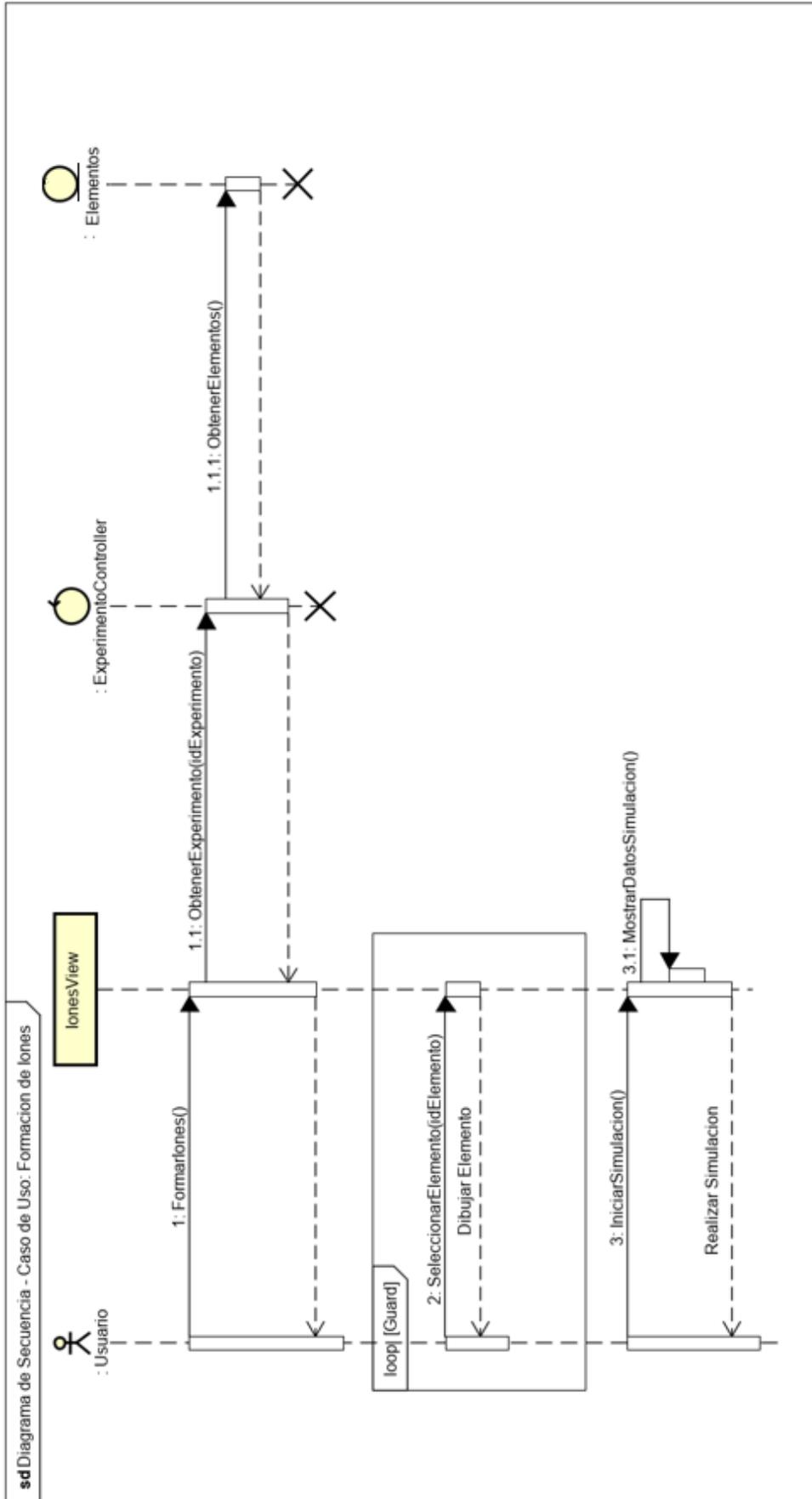
## 19.8 Caso de uso: Valoración Ácido Base



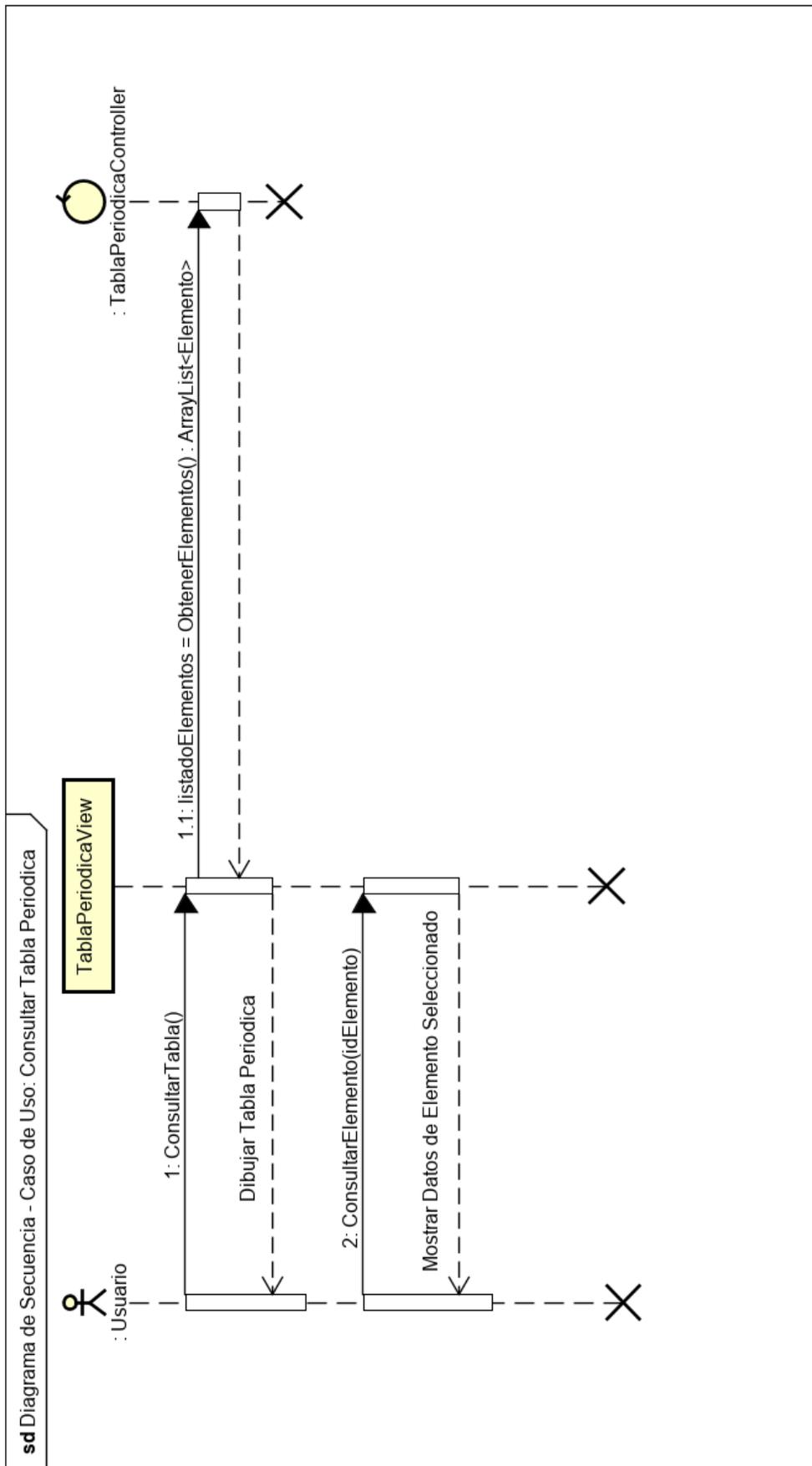
## 19.9 Caso de Uso: Usar Conductímetro



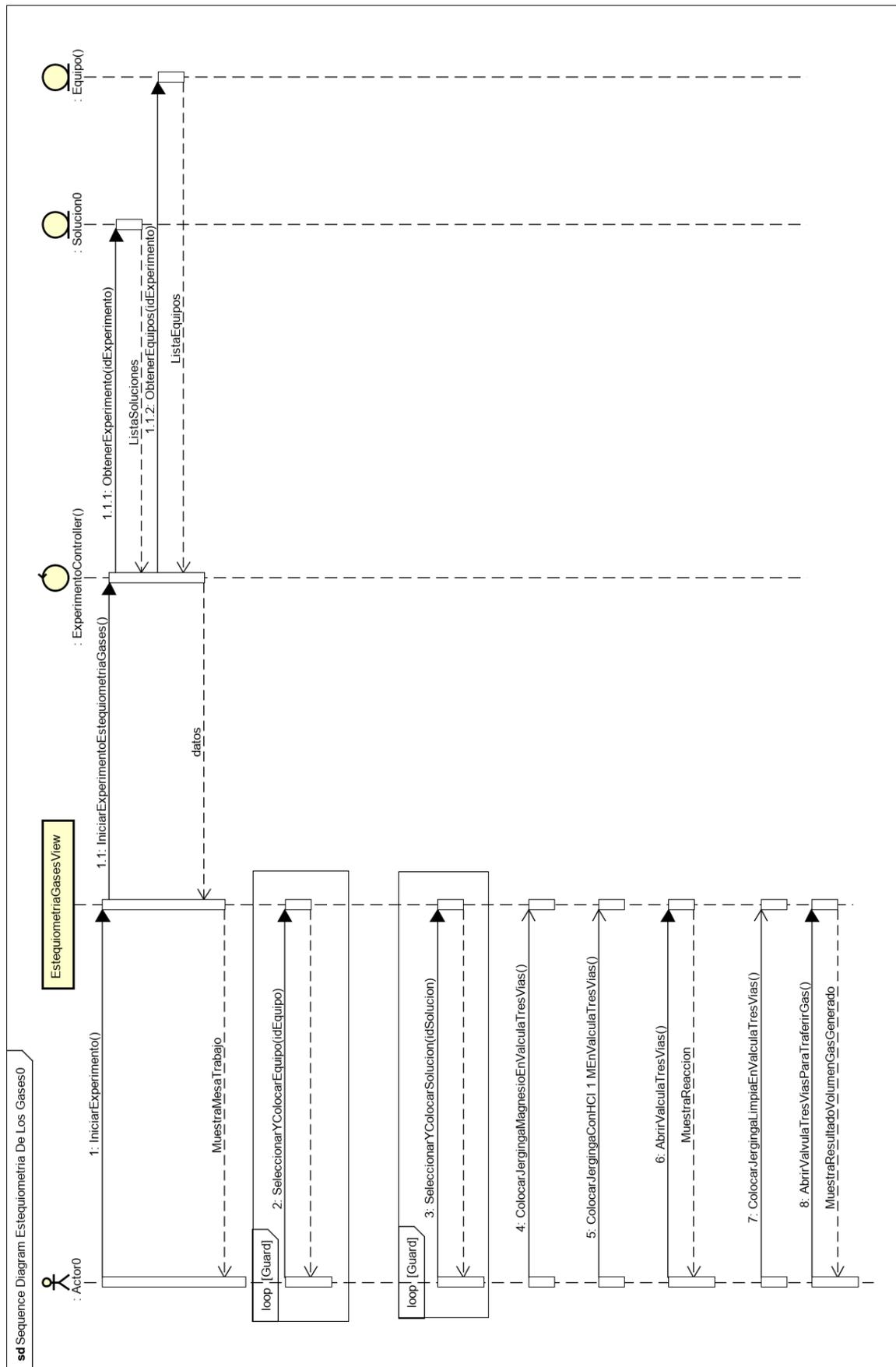
## 19.10 Caso de Uso: Formación de Iones



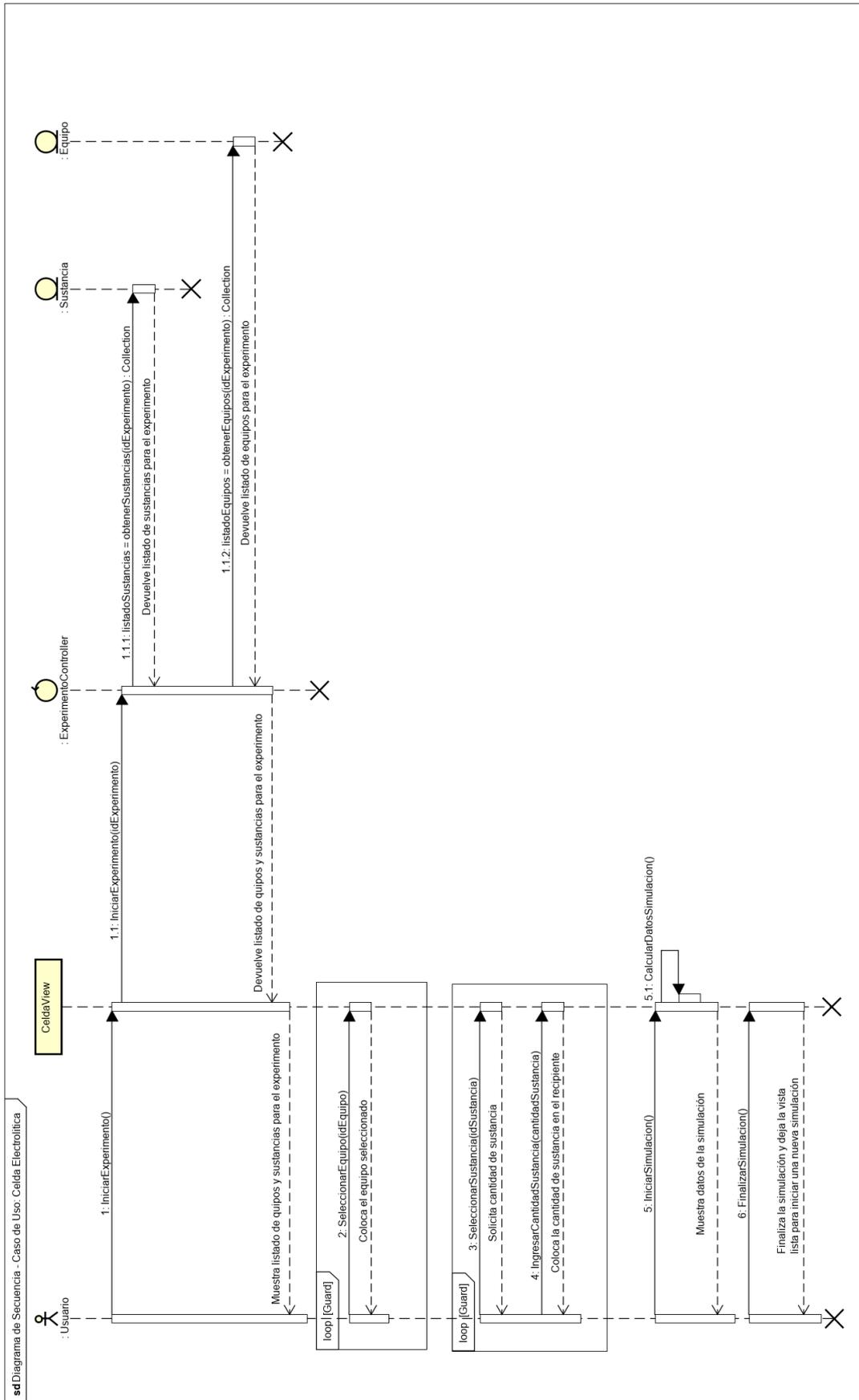
## 19.11 Caso de Uso: Tabla Periódica



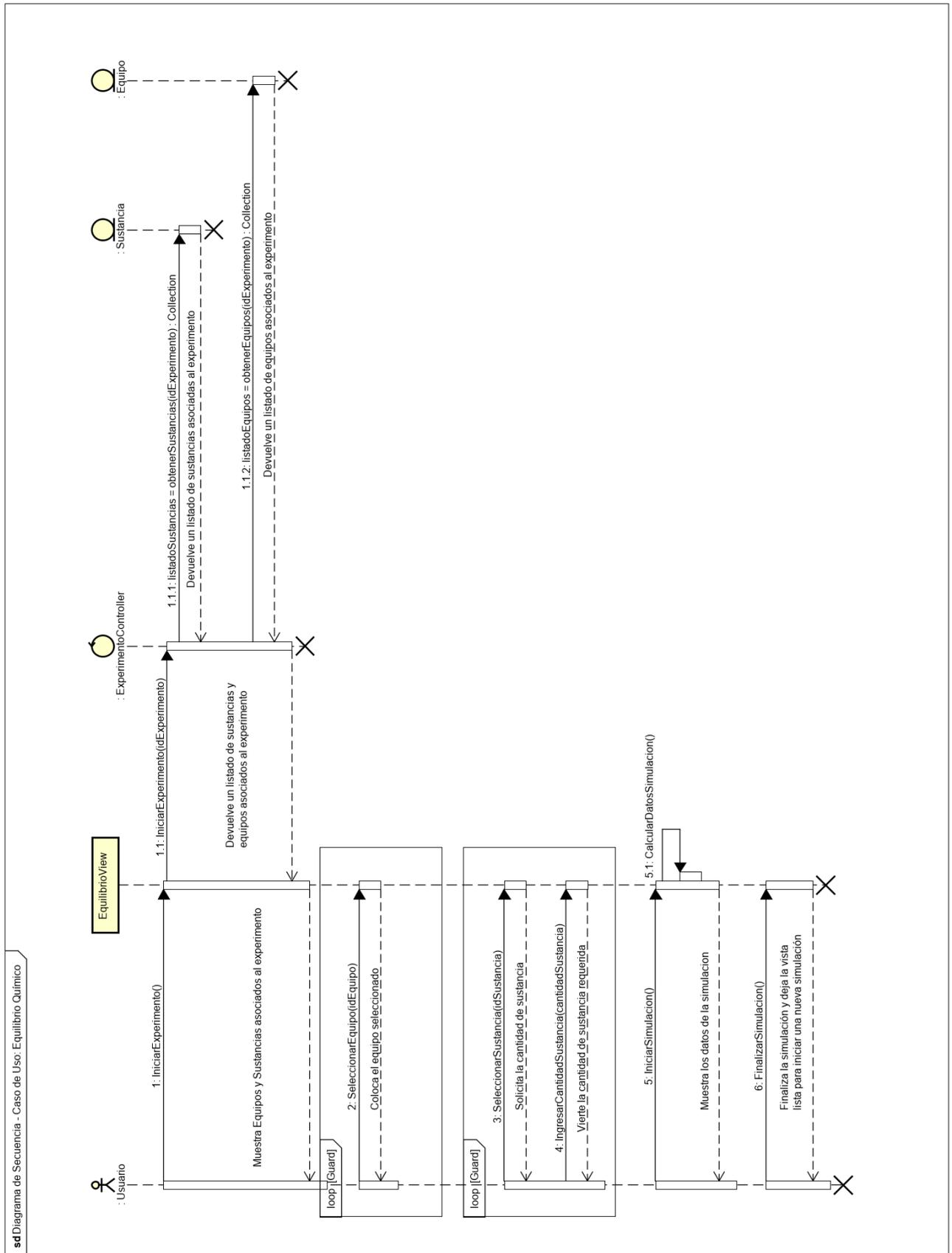
## 19.12 Caso de Uso: Estequiometria De Los Gases



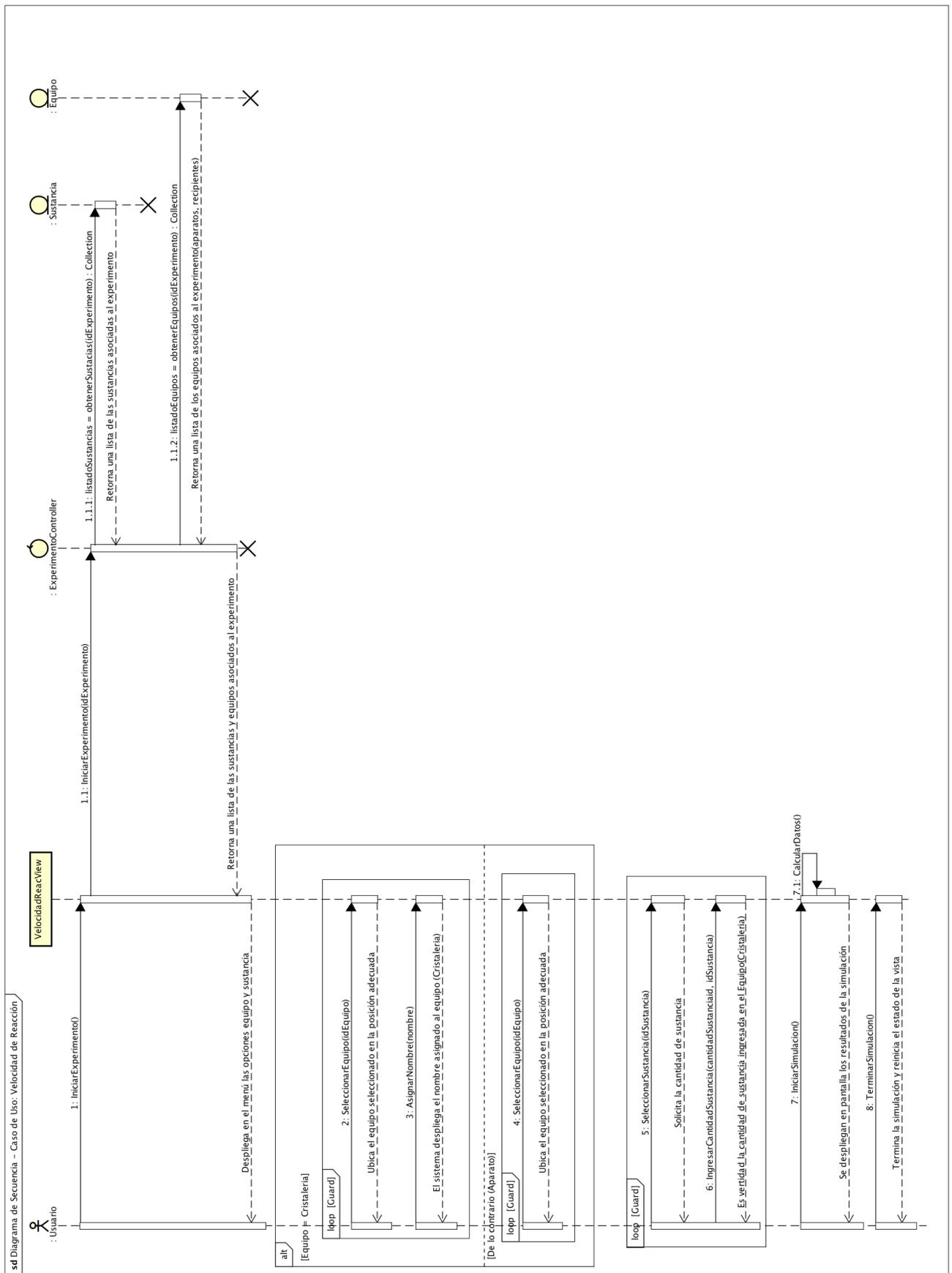
## 19.13 Caso de uso: Celda Galvánica



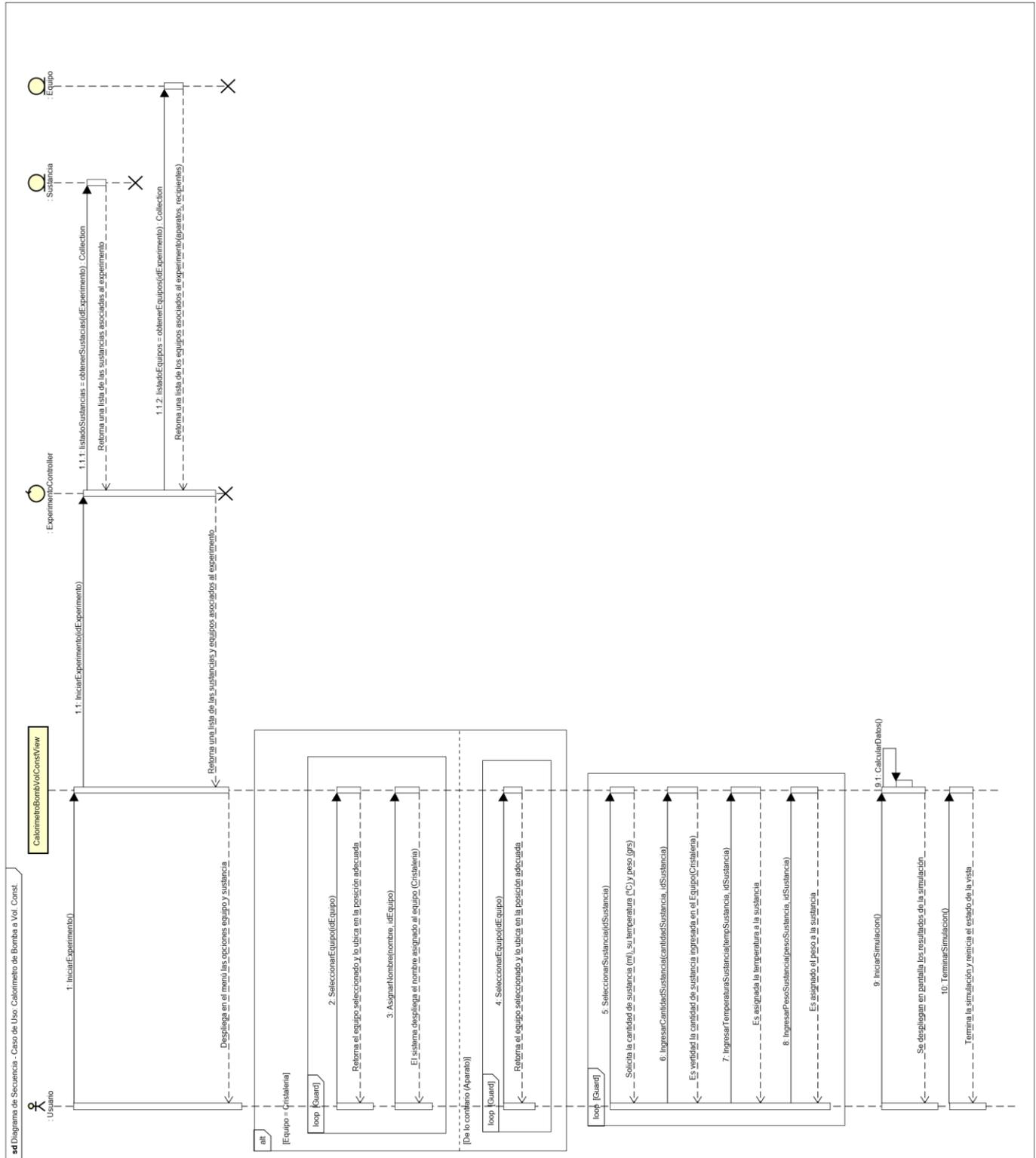
## 19.14 Caso de Uso: Equilibrio Químico



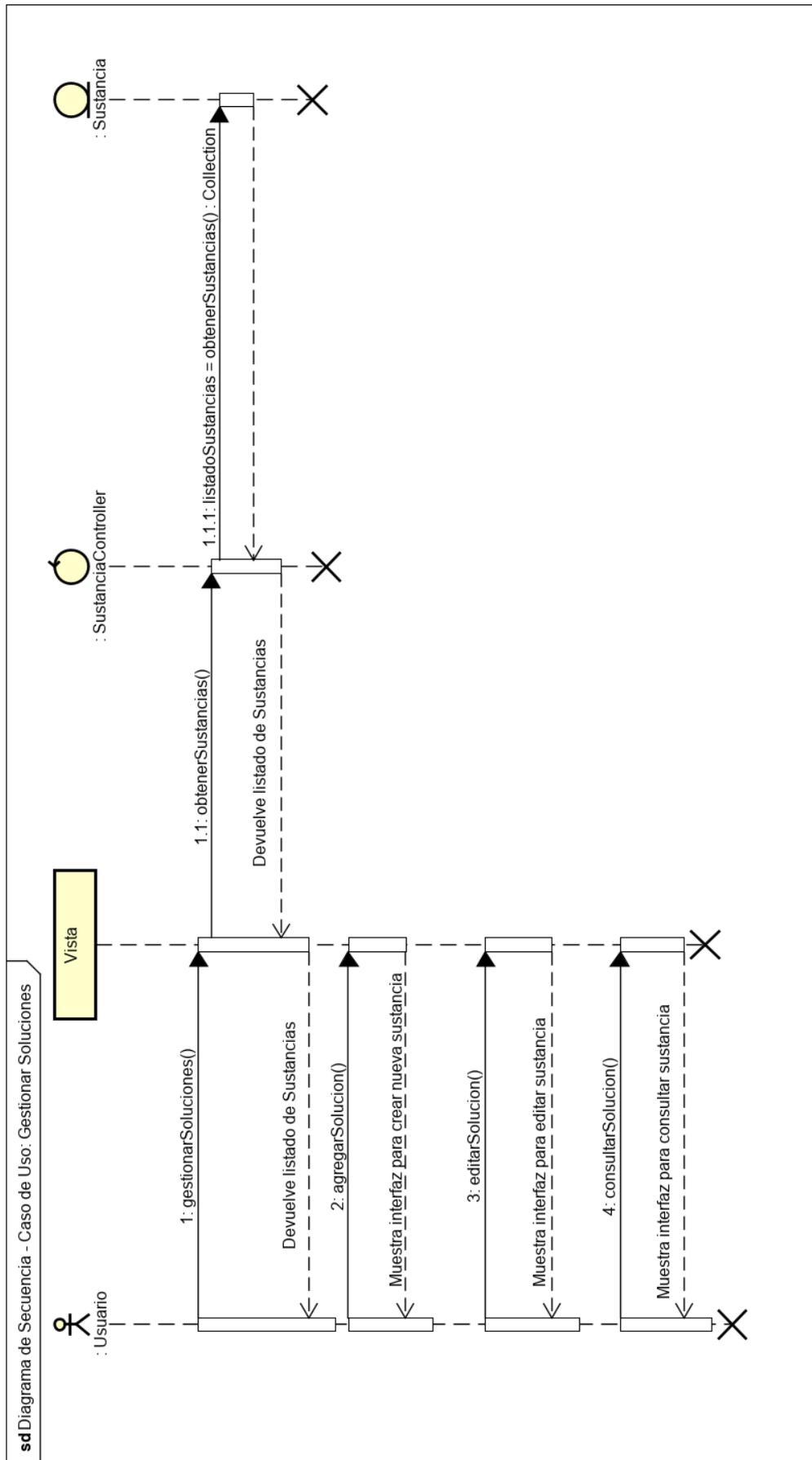
## 19.15 Caso de Uso: Velocidad de Reacción



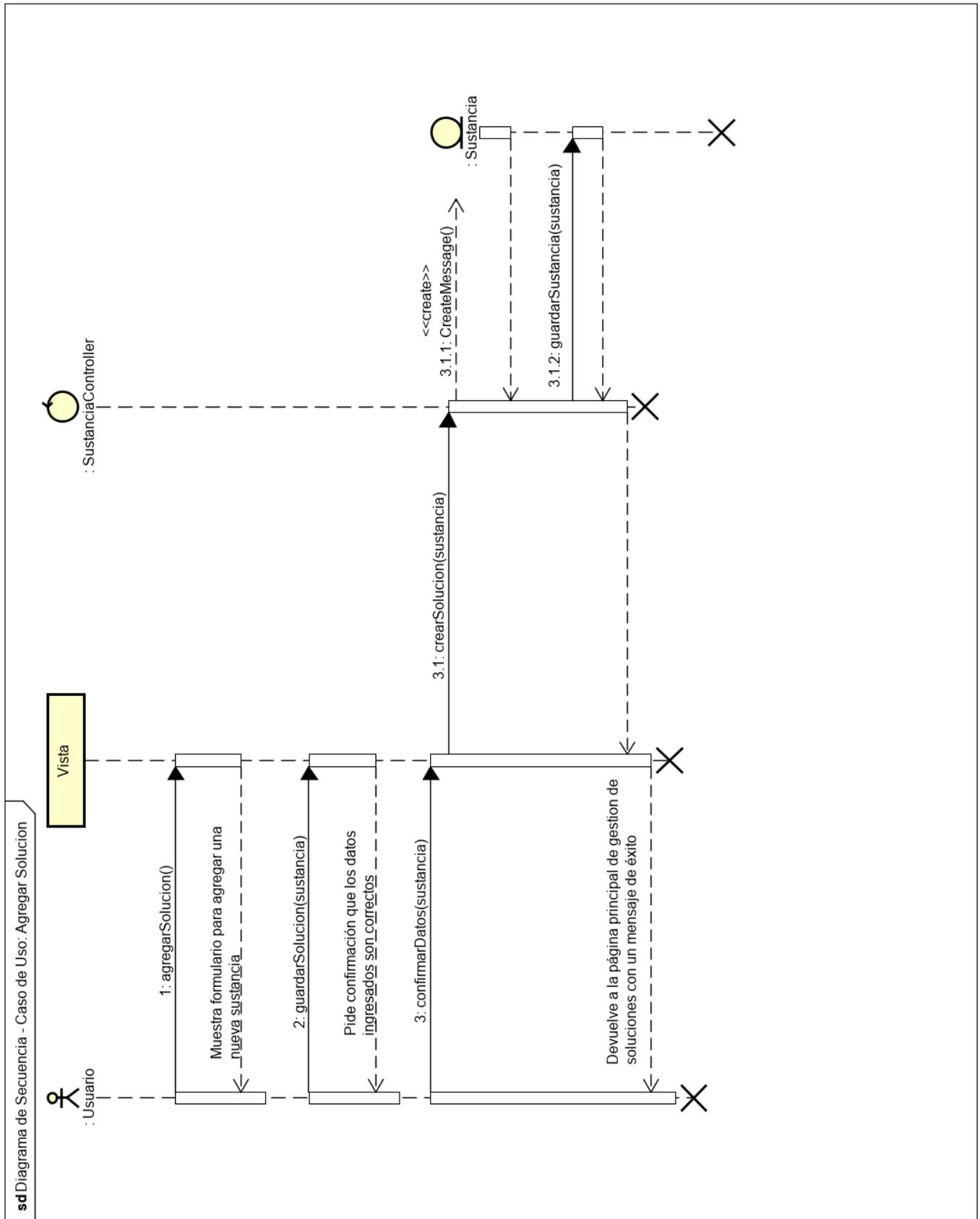
## 19.16 Caso de Uso: Calorímetro de Bomba a Volumen Constante



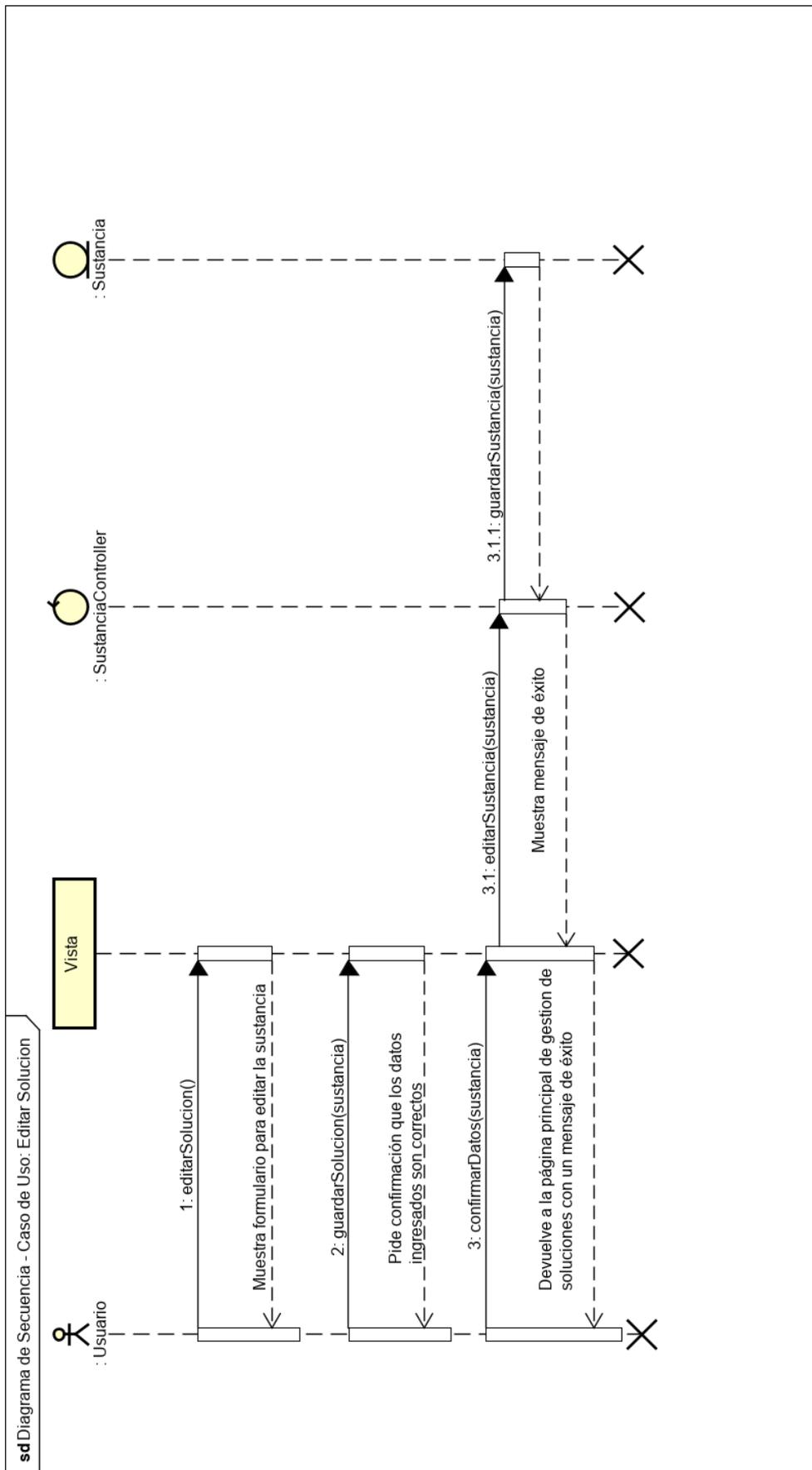
## 19.17 Caso de uso: Gestionar Sustancias



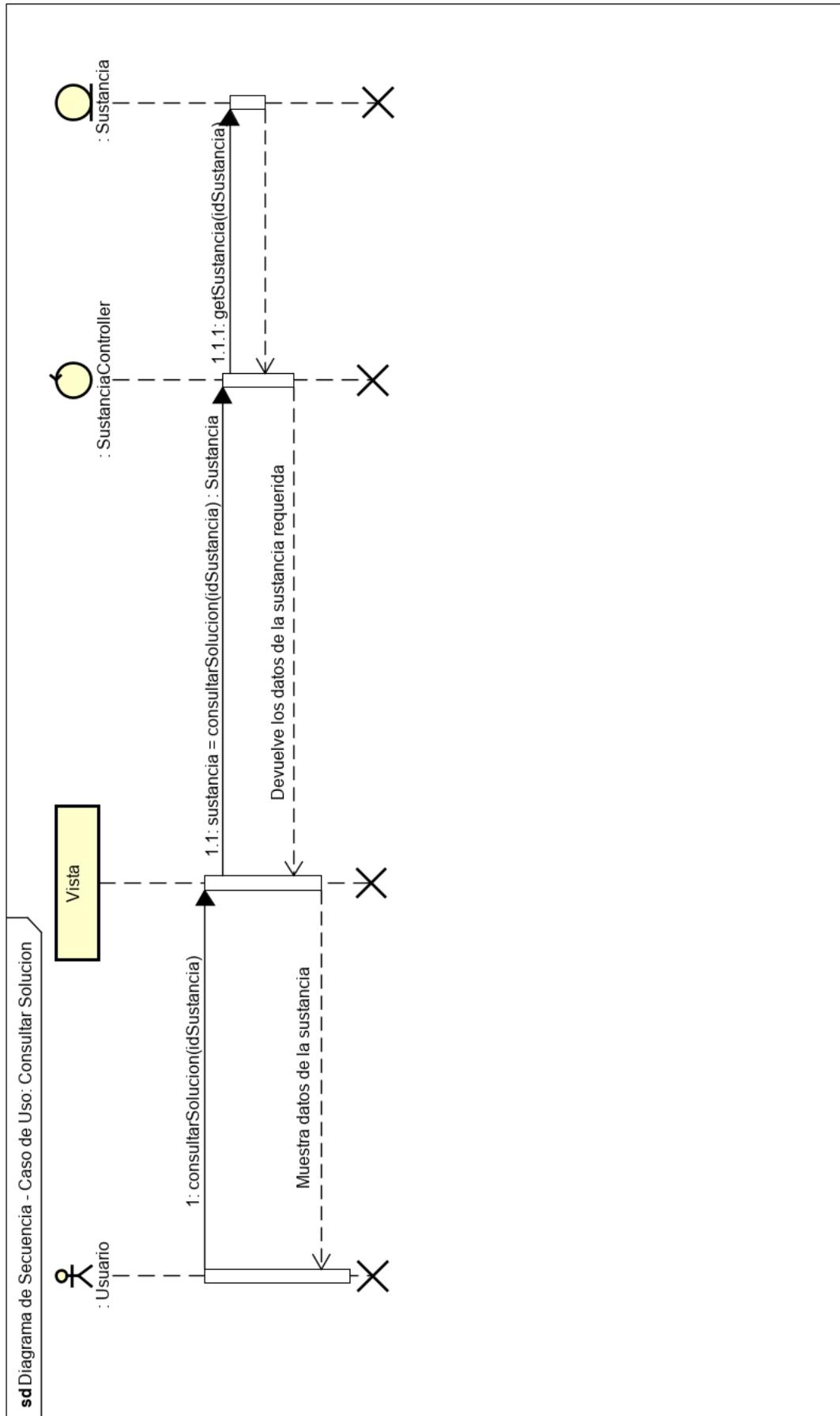
## 19.18 Caso de uso: Agregar Sustancia



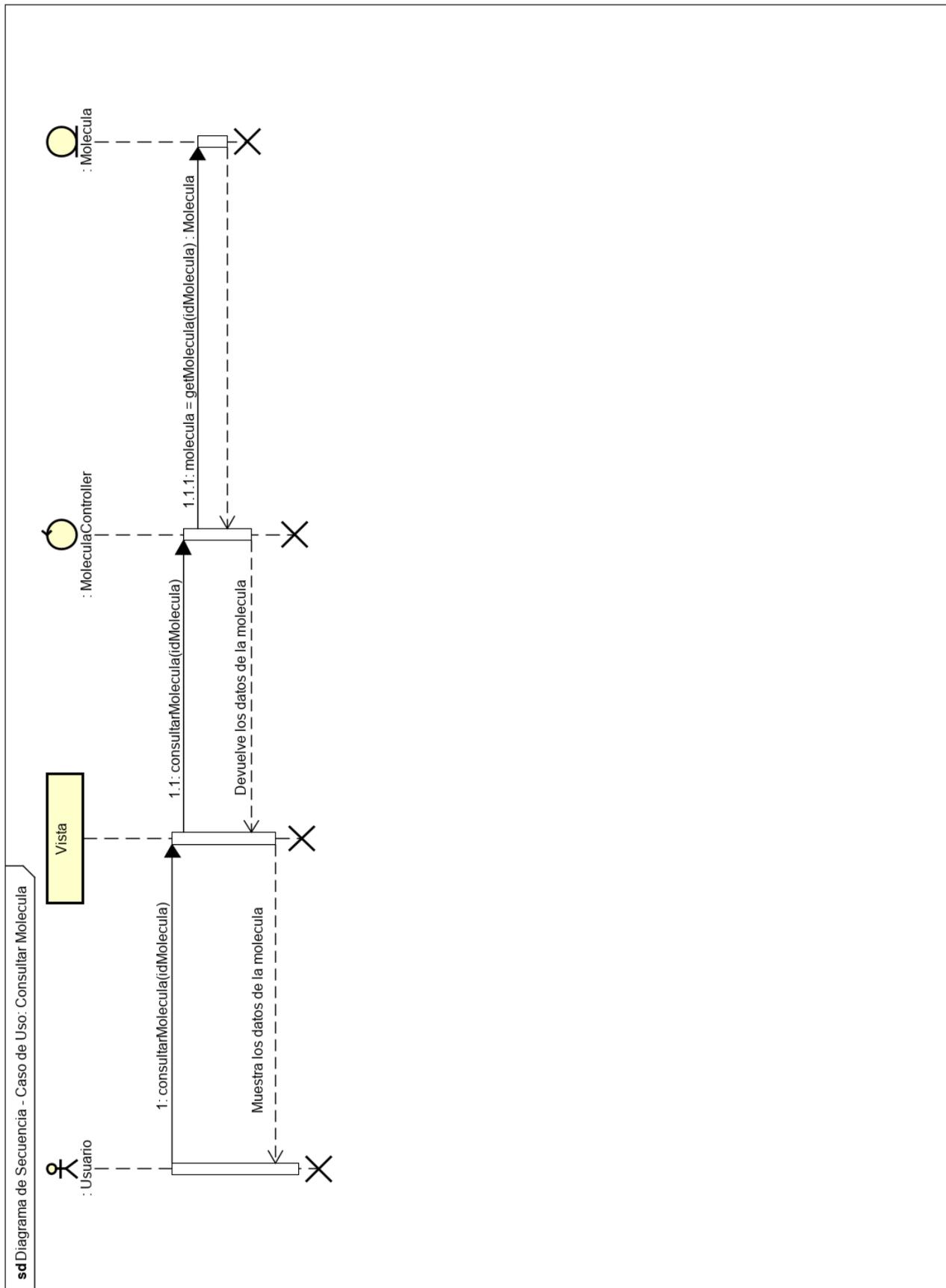
## 19.19 Caso de uso: Editar Sustancia



## 19.20 Caso de uso: Consultar Sustancia



## 19.21 Caso de uso: Consultar Molécula











## 24. Diccionario de Datos

Véase en documento de Manual Técnico.

## 25. Pruebas de Funcionamiento.

Para las pruebas del sistema partiremos revisando todas las funcionalidades del sitio, en cada una de ellas revisaremos los siguientes elementos:

- URL de acceso
- Caso de uso
- Datos erróneos
- Datos correctos

Las URL que agregaremos en las pruebas para fines de tener menor saturación en el documento partirán de la dirección del proyecto, es decir si el proyecto tiene como dirección <http://quimicalab.ues.edu.sv> solo colocaremos el texto posterior al enlace ejemplo: <http://quimicalab.ues.edu.sv/geometria-moleculas>

### 25.1 iniciar-sesion

URL: /iniciar-sesion

Caso de uso relacionado: Iniciar sesión

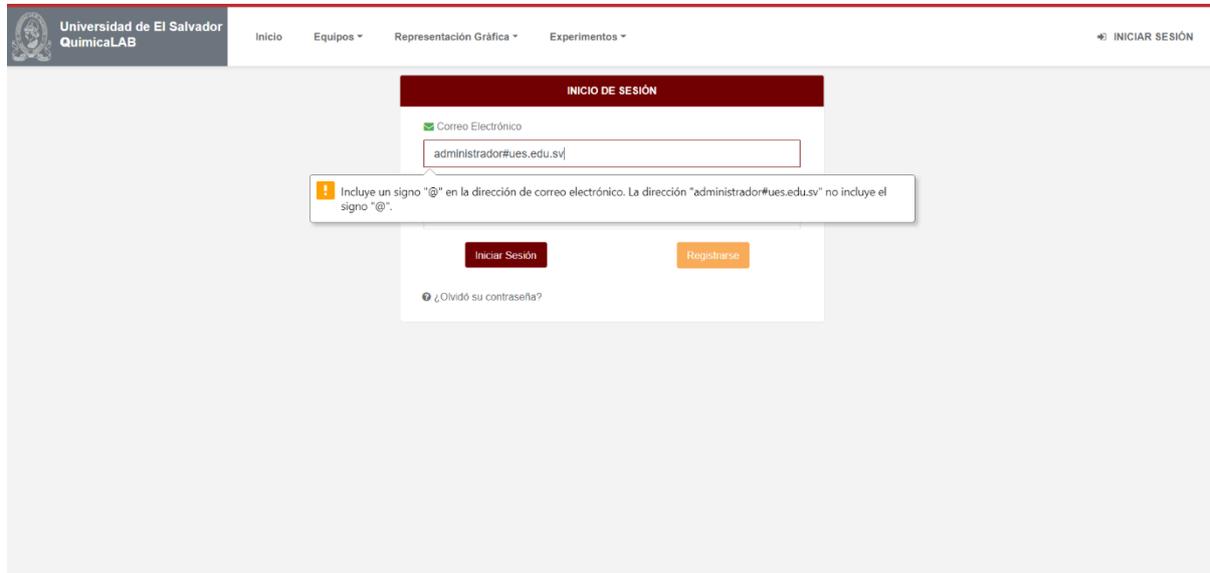
- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Correo electrónico	administrador#ues.edu.sv	Mensaje de incumplimiento de formato de campo correo electrónico.
Contraseña	ues\$2020	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

The screenshot displays the login interface of the QuimicaLAB website. At the top, there is a navigation bar with the university logo and links for 'Inicio', 'Equipos', 'Representación Gráfica', 'Experimentos', and 'INICIAR SESIÓN'. The main content area features a 'INICIO DE SESIÓN' form. This form includes two input fields: 'Correo Electrónico' (Email) with the value 'administrador#ues.edu.sv' and 'Contraseña' (Password) with the value 'ues\$2020'. Below the password field, there are two buttons: 'Iniciar Sesión' (Login) and 'Registrarse' (Register). At the bottom of the form, there is a link that says '¿Olvidó su contraseña?' (Forgot your password?).

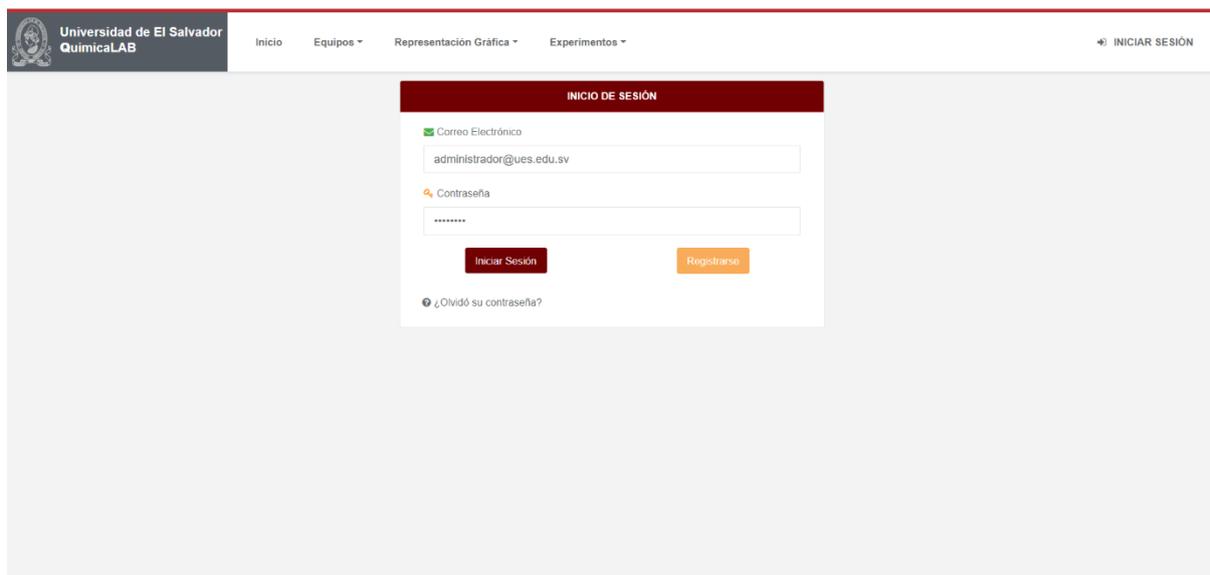
Resultado al ejecutar el formulario:



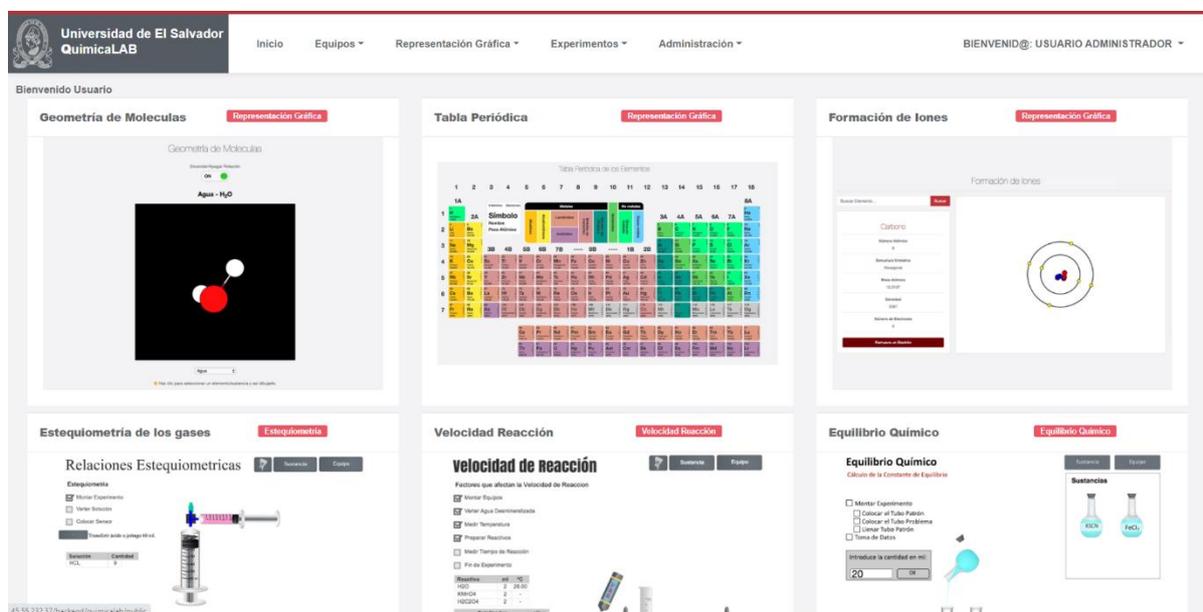
- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Correo electrónico	administrador@ues.edu.sv	El sistema mostrará la pantalla de inicio.
Contraseña	ues\$2020	

Captura de ingreso de datos en el formulario:



Resultado al ejecutar el formulario:



## 25.2 Registrarse

URL: /registrarse

Caso de uso relacionado: registrarse

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Kenia Lissette45	Mensaje de incumplimiento de formato del campo nombres.
Apellidos	Santos Orellana	
Correo electrónico	<a href="mailto:so12003@ues.edu.sv">so12003@ues.edu.sv</a>	
Contraseña	ues\$2020	
Repetir contraseña	ues\$2020	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Kenia Lissette	El sistema mostrará la pantalla de inicio de sesión.
Apellidos	Santos Orellana	
Correo electrónico	<a href="mailto:so12001@ues.edu.sv">so12001@ues.edu.sv</a>	
Contraseña	ues\$2020	
Repetir contraseña	ues\$2020	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

## 25.3 Restaurar contraseña

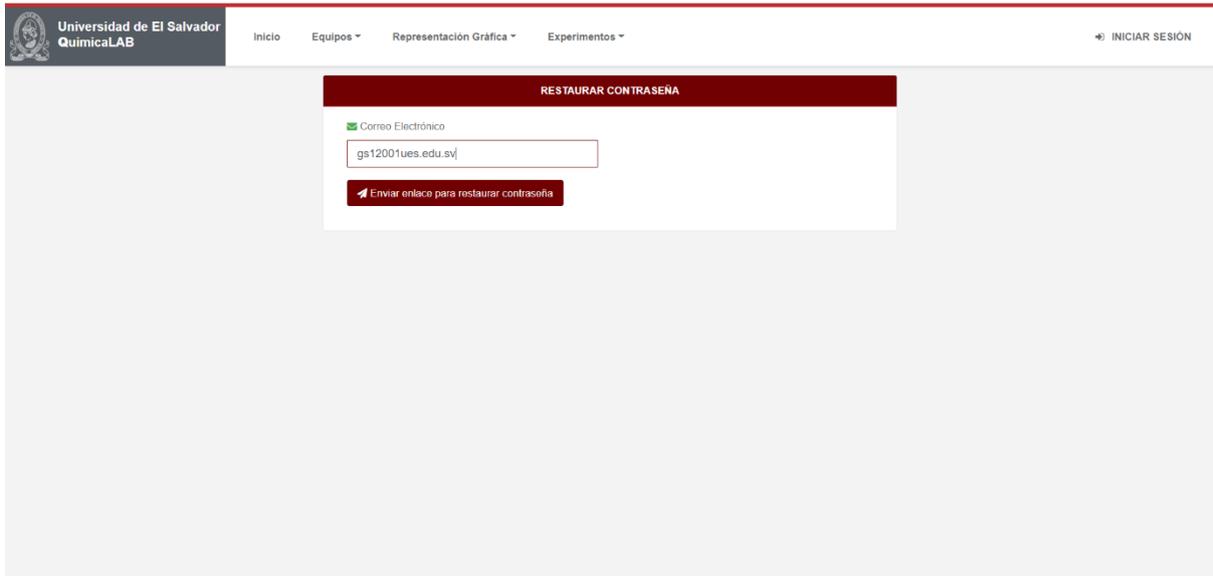
URL: /password/reset

Caso de uso relacionado:

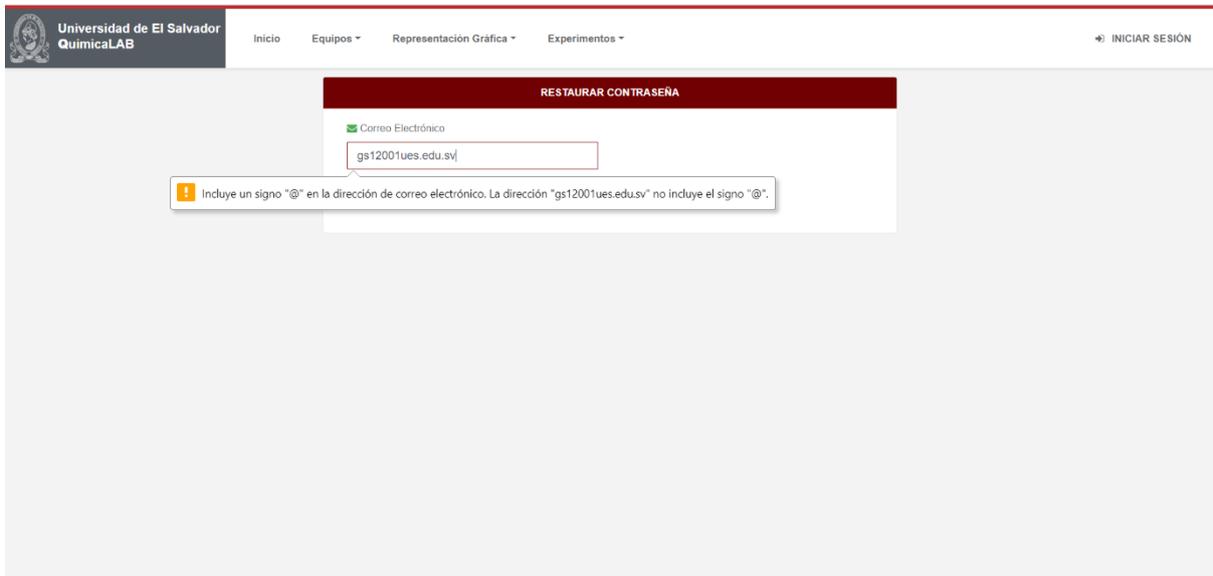
- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Correo electrónico	gs12001ues.edu.sv	Mensaje de incumplimiento de formato de correo electrónico.

Captura de ingreso de datos al formulario:



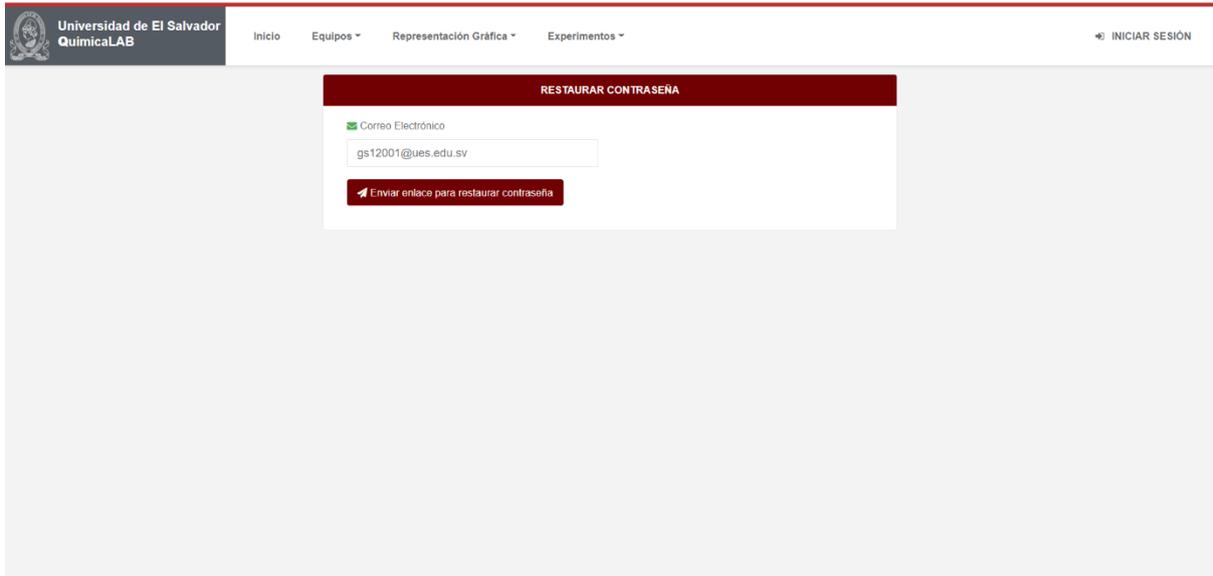
Resultado al ejecutar el formulario:



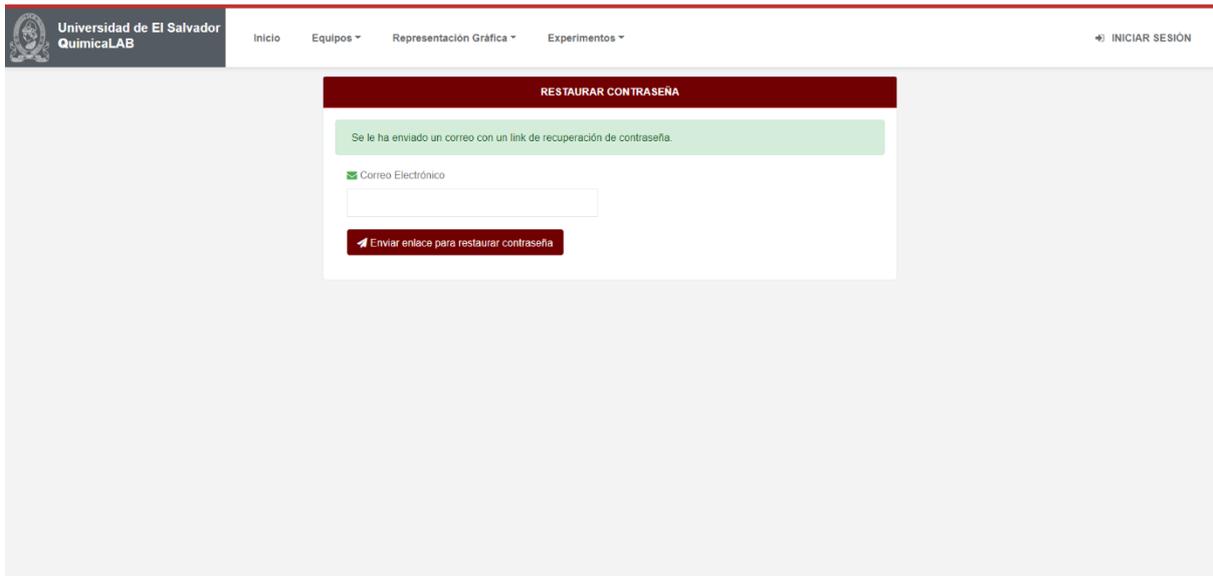
- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Correo electrónico	gs12001@ues.edu.sv	Devuelve mensaje: Se le ha enviado un correo con un link de recuperación de contraseña

Captura de ingreso de datos al formulario:



Resultado al ejecutar el formulario:



## 25.4 Nuevo usuario

URL: /usuario/nuevoUsuario

Caso de uso relacionado: nuevo usuario

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Rodrigo Alexander	Mensaje de incumplimiento de formato del campo apellidos.
Apellidos	Sandoval6	
Correo electrónico	<a href="mailto:ss000001@ues.edu.sv">ss000001@ues.edu.sv</a>	
Rol	Administrador	
Estado	Activo	

## Captura de ingreso de datos en el formulario:

Universidad de El Salvador  
QuimicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración

BIENVENID@: USUARIO ADMINISTRADOR

**Nuevo Usuario**

Nombres  
Rodrigo Alexander

Apellidos  
Sandoval6

Correo electronico  
ss000001@ues.edu.sv

Rol  
Administrador

Estado  
Activo

Cancelar Guardar

## Resultado al ejecutar el formulario:

Universidad de El Salvador  
QuimicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración

BIENVENID@: USUARIO ADMINISTRADOR

**Nuevo Usuario**

Nombres  
Rodrigo Alexander

Apellidos  
Sandoval6

Correo Haz coincidir el formato solicitado.  
ss000001@ues.edu.sv

Rol  
Administrador

Estado  
Activo

Cancelar Guardar

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Rodrigo Alexander	El sistema guardará el nuevo usuario y mostrará la pantalla gestionar usuarios.
Apellidos	Sandoval	
Correo electrónico	<a href="mailto:ss000001@ues.edu.sv">ss000001@ues.edu.sv</a>	
Rol	Administrador	
Estado	Activo	

## Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

Nombres	Apellidos	Correo	Rol	Estado	Editar
Boris	Montano	boris.montano@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Emelin Daniela	Saravia Martinez	sm20043@ues.edu.sv	Alumno	Activo	Editar
Jorge Ernesto	Gutierrez	jorgeernesto009@gmail.com	Administrador	Activo	Editar
Jorge Ernesto	Gutierrez	gs12001@ues.edu.sv	Administrador	Activo	Editar
Kenia Lissette	Santos Orellana	so12001@ues.edu.sv	Alumno	Activo	Editar
Luis	Escalante	luis.escalante@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Luis	Alonzo	luis.alonzo@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Marjory Michelle	Mojca Argueta	MA21063@ues.ed.sv	Alumno	Inactivo	Editar
Miguel Angel	Gutierrez	miguelangeigs@gmail.com	Administrador	Activo	Editar

## 25.5 Editar usuario

URL: /usuario/editar/#id

Caso de uso relacionado: nuevo usuario

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Rodrigo Alexander	Mensaje de incumplimiento de formato del campo correo electrónico.
Apellidos	Sandoval	
Correo electrónico	<a href="mailto:ss000001@ues.edu.sv">ss000001@ues.edu.sv</a>	
Rol	Administrador	

Estado

Inactivo

### Captura de ingreso de datos en el formulario:

Universidad de El Salvador QuimicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración

BIENVENID@: USUARIO ADMINISTRADOR

Editar Usuario

Nombres  
Rodrigo Alexander

Apellidos  
Sandoval

Correo electronico  
ss000001@ues.edu.sv@

Rol  
Administrador

Estado  
Activo

Cancelar Guardar

### Resultado al ejecutar el formulario:

Universidad de El Salvador QuimicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración

BIENVENID@: USUARIO ADMINISTRADOR

Editar Usuario

Nombres  
Rodrigo Alexander

Apellidos  
Sandoval

Correo electronico  
ss000001@ues.edu.sv@

El texto después del signo "@" no debe incluir el símbolo "@".

Rol  
Administrador

Estado  
Activo

Cancelar Guardar

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombres	Rodrigo Alexander	.
Apellidos	Sandoval	
Correo electrónico	<a href="mailto:ss000001@ues.edu.sv">ss000001@ues.edu.sv</a>	
Rol	Administrador	
Estado	Inactivo	

### Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

Nombres	Apellidos	Correo	Rol	Estado	Editar
Boris	Montano	boris.montano@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Emelin Daniela	Saravia Martinez	sm20043@ues.edu.sv	Alumno	Activo	Editar
Jorge Ernesto	Gutierrez	jorgeernesto009@gmail.com	Administrador	Activo	Editar
Jorge Ernesto	Gutierrez	gs12001@ues.edu.sv	Administrador	Activo	Editar
Kenia Lisette	Santos Orellana	so12001@ues.edu.sv	Alumno	Activo	Editar
Luis	Escalante	luis.escalante@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Luis	Alonzo	luis.alonzo@ues.edu.sv	Docente	Activo	Editar
Marjory Michelle	Mojca Argueta	MA21063@ues.edu.sv	Alumno	Inactivo	Editar
Miguel Angel	Gutierrez	miguelangelgsi@gmail.com	Administrador	Activo	Editar

## 25.6 Nueva sustancia

URL: /sustancia/nuevasustancia

Caso de uso relacionado: nuevo usuario

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Símbolo	Au	Mensaje de incumplimiento de formato del campo correo electrónico.
Nombre	Oro	
Masa molar	196.96z	
Concentración	1	
Compuesto	Base	

Calorías	0
Potencial redox	-1.83
Tipo	Simple
Orden	Físico
Estado	Sólido
Color sustancia	Amarillo

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
-------	-------	--------------------

Símbolo	Au
Nombre	Oro
Masa molar	196.96
Concentración	1
Compuesto	Base
Calorías	0
Potencial redox	-1.83
Tipo	Simple
Orden	Físico
Estado	Sólido
Color sustancia	Amarillo

Mensaje de incumplimiento de formato del campo correo electrónico.

Captura de ingreso de datos en el formulario:

The screenshot shows a web application interface for editing substance data. The page title is 'Editar Sustancia'. The form contains the following fields and values:

- Símbolo: Au
- Subíndices: A row of 10 blue circles.
- Nombre: Oro
- Masa molar: 196.96
- Concentración: 1
- Compuesto: Base
- Calorías: 0
- Potencial Redox: -1.83
- Tipo: Simple
- Orden: Físico
- Estado: Sólido
- Color Sustancia: Amarillo

Buttons for 'Cancelar' and 'Guardar' are located at the bottom of the form.

Resultado al ejecutar el formulario:

Universidad de El Salvador  
QuímicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración

BIENVENIDO@ USUARIO ADMINISTRADOR

Gestionar Sustancias

Nueva Sustancia

Copiar CSV Excel PDF Print

Buscar:

Símbolo	Nombre	Masa molar	Concentración	Compuesto	Tipo	Orden	Estado Físico	Potencial Redox	Editar
Au	Oro	196.96	1	Base	Simple	Físico	Sólido	-1.83	Editar
Ca(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de calcio	58.44	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar
CaF <sub>2</sub>	Fluoruro de calcio	18.01	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Ácido fórmico	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
CH <sub>3</sub> COOH	Ácido acético	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
Cu	Cobre	63.546	0.1	Base	Simple	Físico	Sólido	-0.34	Editar
CaH <sub>2</sub>	Natalina	128.1705	0.1	Base	Simple	Físico	Sólido	2	Editar
Fe(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de hierro	95.211	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar
HBrO <sub>3</sub>	Ácido brómico	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	-1	Editar
HCl	Ácido Clorhídrico	36.4609	0.5	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 25 registros

Anterior 1 2 3 Siguiente

## 25.7 Editar sustancia

URL: /sustancia/editar/#id

Caso de uso relacionado: nuevo usuario

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Símbolo	Au	Mensaje de incumplimiento de formato del campo nombre.
Nombre	Oro##	
Masa molar	196.96	
Concentración	1	
Compuesto	Base	
Calorías	0	
Potencial redox	-1.83	
Tipo	Simple	
Orden	Físico	
Estado	Sólido	
Color sustancia	Amarillo	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Símbolo	Au	El sistema mostrará pantalla de gestionar sustancias.
Nombre	Oro	
Masa molar	196.96	
Concentración	1	
Compuesto	Base	
Calorías	0	
Potencial redox	-1.83	
Tipo	Simple	

Orden	Físico
Estado	Sólido
Color sustancia	Amarillo

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

Símbolo	Nombre	Masa molar	Concentración	Compuesto	Tipo	Orden	Estado Físico	Potencial Redox	Editar
Au	Oro	196.96	1	Base	Simple	Físico	Sólido	-1.83	Editar
Ca(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de calcio	58.44	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar
CaF <sub>2</sub>	Fluoruro de calcio	18.01	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Ácido fórmico	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
CH <sub>3</sub> COOH	Ácido acético	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	1	Editar
Cu	Cobre	63.546	0.1	Base	Simple	Físico	Sólido	-0.34	Editar
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	Naftalina	128.1706	0.1	Base	Simple	Físico	Sólido	2	Editar
Fe(OH) <sub>3</sub>	Hidróxido de hierro	95.211	0.1	Base	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar
HBrO <sub>3</sub>	Ácido brómico	98.079	0.1	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	-1	Editar
HCl	Ácido Clorhídrico	36.4609	0.5	Ácido	Compuesta	Químico	Líquido	2	Editar

## 25.8 Nueva asignación sustancia a experimento

URL: /sustancia/ nuevaExperimentoSustancia

Caso de uso relacionado: Asignar sustancia a experimento

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Experimento	Celda galvánica	Mensaje de incumplimiento por campo vacío de sustancia.
Sustancia		

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Asignar sustancias

Experimento  
Celda galvánica

Sustancia  
Magnésio  
Nattalina  
Zinc  
Cobre  
Permanganato de potasio  
Ácido oxálico  
Oro

Cancelar Guardar

Resultado al ejecutar el formulario:

Asignar sustancias

Experimento  
-- Seleccione --

Sustancia  
Ácido Clorhídrico  
Hidróxido de calcio  
Ácido Sulfúrico  
Soda cáustica  
Ácido nítrico  
Amoniaco  
Ácido perclórico  
Hidróxido de potasio

Debes seleccionar al menos una sustancia

Cancelar Guardar

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Experimento	Celda galvánica	El sistema mostrará mensaje de la cantidad de sustancias agregadas al experimento.
Sustancia	Oro	

## Captura de ingreso de datos en el formulario:

Universidad de El Salvador  
QuimicaLAB

Inicio Equipos Representación Gráfica Experimentos Administración BIENVENID@: USUARIO ADMINISTRADOR

Asignar sustancias

Experimento  
Celda galvánica

Sustancia

- Desmineralizada
- Magnesio
- Naftalina
- Zinc
- Cobre
- Permanganato de potasio
- Ácido oxálico

Oro

Cancelar Guardar

Resultado al ejecutar el formulario:

45.55.232.37 dice

Se guardaron 1 nuevas. Ya existian 0 sustancias asignadas.

Aceptar

## 25.9 Nuevo laboratorio

URL: /laboratorio/ nuevoLaboratorio

Caso de uso relacionado: Nuevo laboratorio

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombre laboratorio	Laboratorio 1	Mensaje de incumplimiento de formato campo año.
Materia	Química I	
Año	202s	
Ciclo	I	
Código acceso	Lab012021	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombre laboratorio	Laboratorio 1	El sistema mostrará la pantalla de gestionar laboratorios.
Materia	Química I	
Año	2021	
Ciclo	I	
Código acceso	Lab012021	

Captura de ingreso de datos en el formulario:

Resultado al ejecutar el formulario:

Materia	Laboratorio	Año	Ciclo	Código acceso	Estado	Opciones
Química I	Laboratorio 01 2021 Química I	2021	1	lab012021	Activo	Editar Revisar Inscritos
Química I	Laboratorio 1	2021	1	Lab012021	Activo	Editar Revisar Inscritos
Química II	Laboratorio 02 2021 Química II	2021	1	lab022021	Activo	Editar Revisar Inscritos

## 25.10 Editar laboratorio

URL: /laboratorio/editarLaboratorio/#id

Caso de uso relacionado: Nuevo laboratorio

- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombre laboratorio	Laboratorio 1	Mensaje de incumplimiento de formato campo año.
Materia	Química I	
Año	202s	
Ciclo	I	
Código acceso	Lab012021	

Estado	Inactivo	
--------	----------	--

### Captura de ingreso de datos en el formulario:

### Resultado al ejecutar el formulario:

- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nombre laboratorio	Laboratorio 1	El sistema mostrará la pantalla de gestionar laboratorios.
Materia	Química I	
Año	2021	
Ciclo	I	
Código acceso	Lab012021	
Estado	Inactivo	

## Captura de ingreso de datos en el formulario:

## Resultado al ejecutar el formulario:

Materia	Laboratorio	Año	Ciclo	Código acceso	Estado	Opciones
Quimica I	Laboratorio 01 2021 Quimica I	2021	1	lab012021	Activo	Editar Revisar Inscritos
Quimica I	Laboratorio 1	2021	1	Lab012021	Inactivo	Editar Revisar Inscritos
Quimica II	Laboratorio 02 2021 Quimica II	2021	1	lab022021	Activo	Editar Revisar Inscritos

## 25.11 cambiar-clave

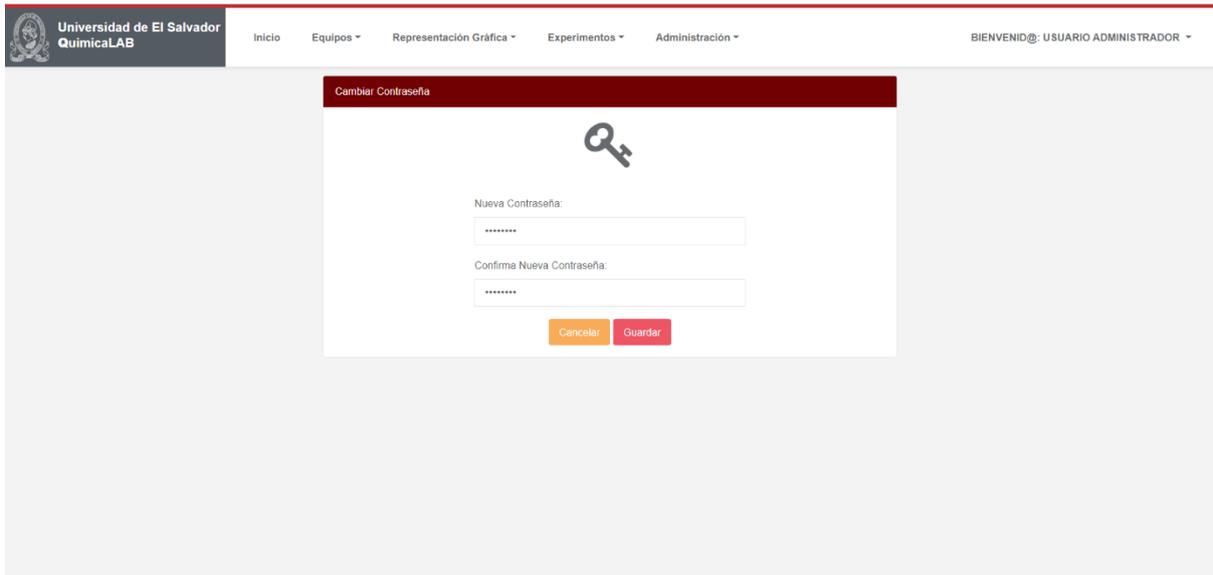
URL: /usuario/ cambiarContraseña/#id

Caso de uso relacionado: Nuevo laboratorio

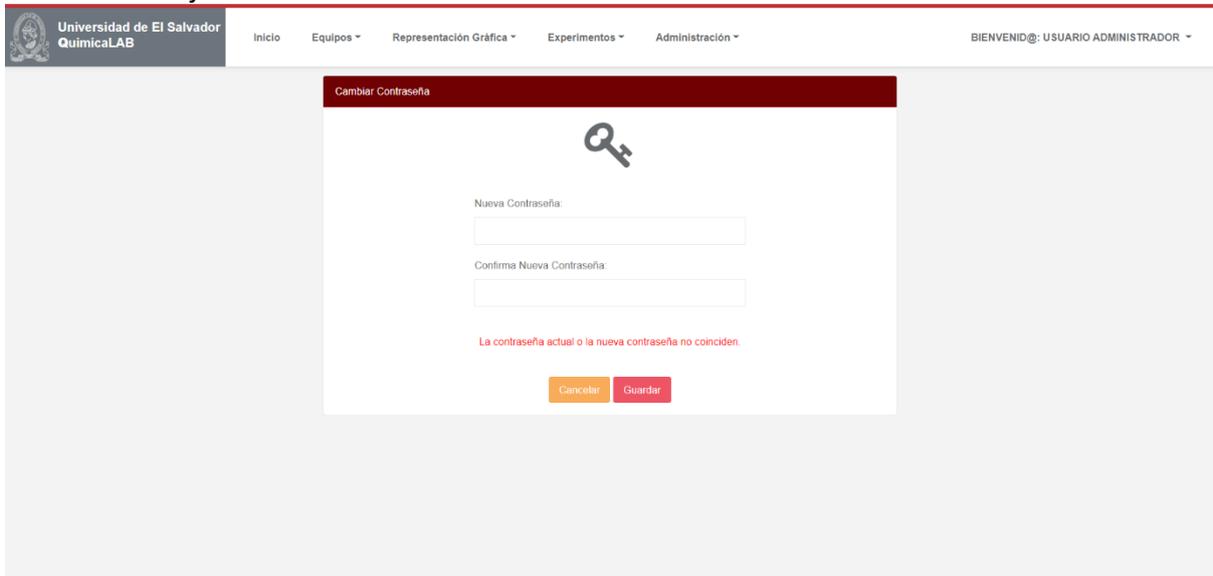
- Datos de prueba erróneos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nueva contraseña	ues\$2021	El sistema muestra el mensaje: la contraseña no coincide.
Confirma nueva contraseña	Ues\$2020	

Captura de ingreso de datos en el formulario:



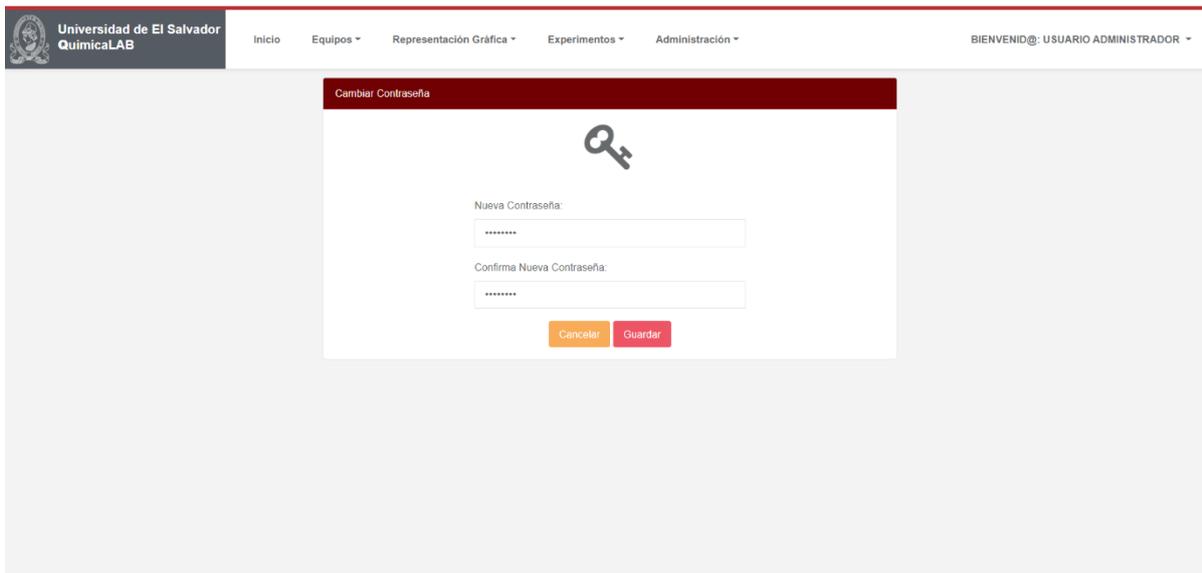
Resultado al ejecutar el formulario:



- Datos de prueba correctos

Campo	Valor	Resultado esperado
Nueva contraseña	ues\$2021	El sistema mostrará la pantalla de inicio.
Confirma nueva contraseña	Ues\$2021	

Captura de ingreso de datos en el formulario:



## Resultado al ejecutar el formulario:

## 25.12 Página principal

- URL de acceso: /



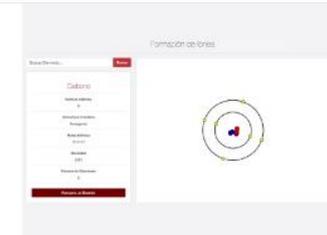
Representación Gráfica  
**Geometría de Moléculas**



Representación Gráfica  
**Tabla Periódica**

Tabla Periódica de Elementos

Representación Gráfica  
**Formación de Iones**



Estequiometría  
**Estequiometría de los gases**

Relaciones Estequiométricas

Velocidad Reacción  
**Velocidad de Reacción**

Velocidad de Reacción

Equilibrio Químico  
**Equilibrio Químico**

Equilibrio Químico

## 25.13 Consulta de sustancias relacionadas a un experimento

URL: /api/experimento/{id}

**Descripción:** Petición desde JavaScript hacia el backend de los datos del experimento y sustancias relacionadas a un experimento

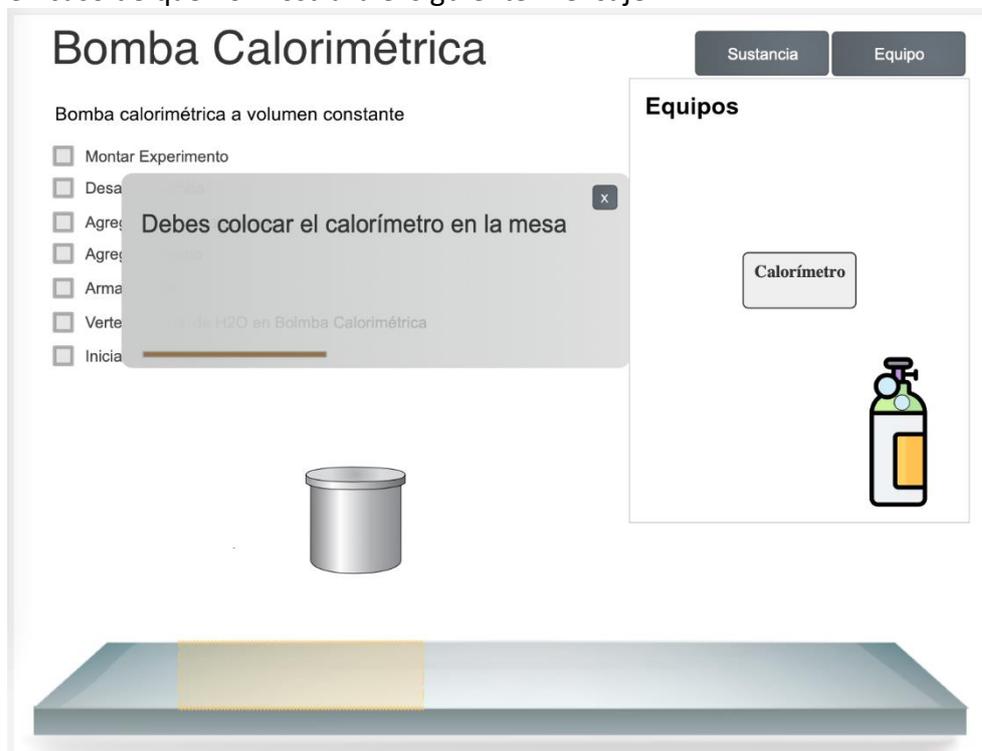
Esta petición no es ejecutada por el usuario como tal si no que se ejecuta como una petición en segundo plano para llenar la biblioteca de sustancias de cada experimento si la ejecutáramos por separado obtendríamos lo siguiente para el experimento con id 1:  
/api/experimento/1

```
▼ {
  "id": 1,
  "nombre_experimento": "Valoración Ácido Base",
  "created_at": "2021-03-07 17:01:58",
  "updated_at": "2021-03-07 17:01:58",
  "sustancias": [
    ▼ {
      "id": 1,
      "simbolo_sustancia": "HCL",
      "nombre_sustancia": "Ácido Clorhídrico",
      "masa_molar": 36.4609,
      "concentracion": 0.5,
      "compuesto": "acido",
      "conductividad": 0.831,
      "potencial_redox": 2,
      "calorias": 0,|
      "color": "#ff6699",
      "tipo_id": 2,
      "orden_id": 2,
      "estado_fisico_sustancia_id": 2,
      "created_at": "2021-03-07 17:01:58",
      "updated_at": "2021-03-07 20:47:50",
      "pivot": {
        "experimento_id": 1,
        "sustancia_id": 1
      }
    }
  ],
}
```

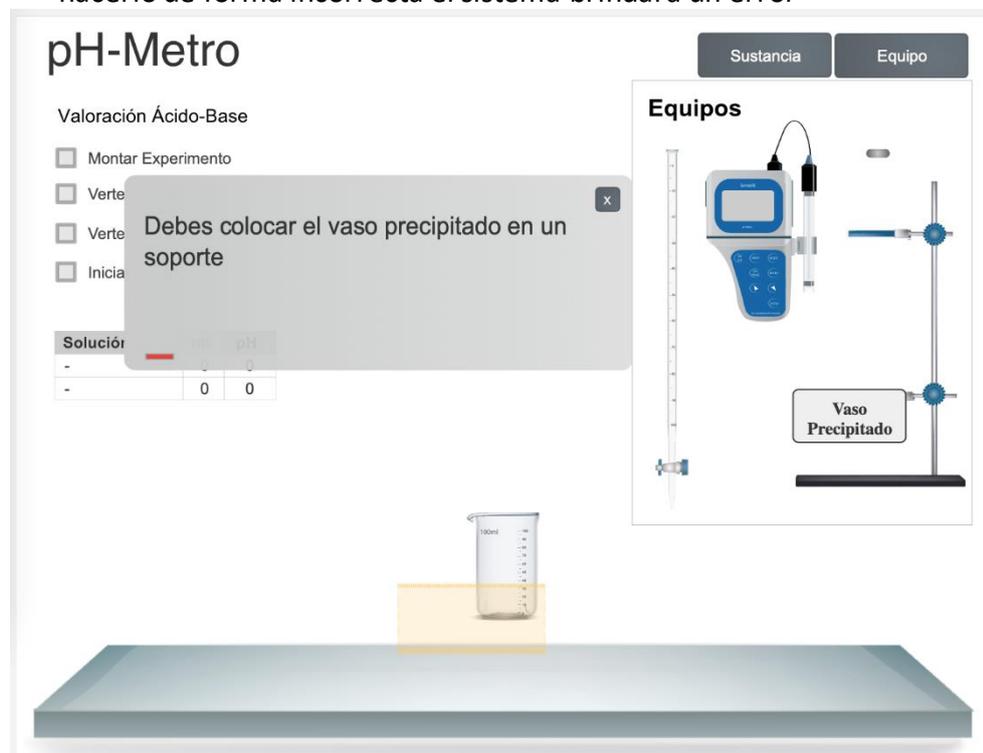
## 25.14 Pruebas de validación uso de equipos en experimentos

Todos los equipos cumplen con dos comportamientos en todos los experimentos cuando se obtienen desde la biblioteca de equipos.

- Un equipo solo puede ser colocado en la ubicación destinada para el en la mesa de trabajo en caso de que no mostrará el siguiente mensaje.



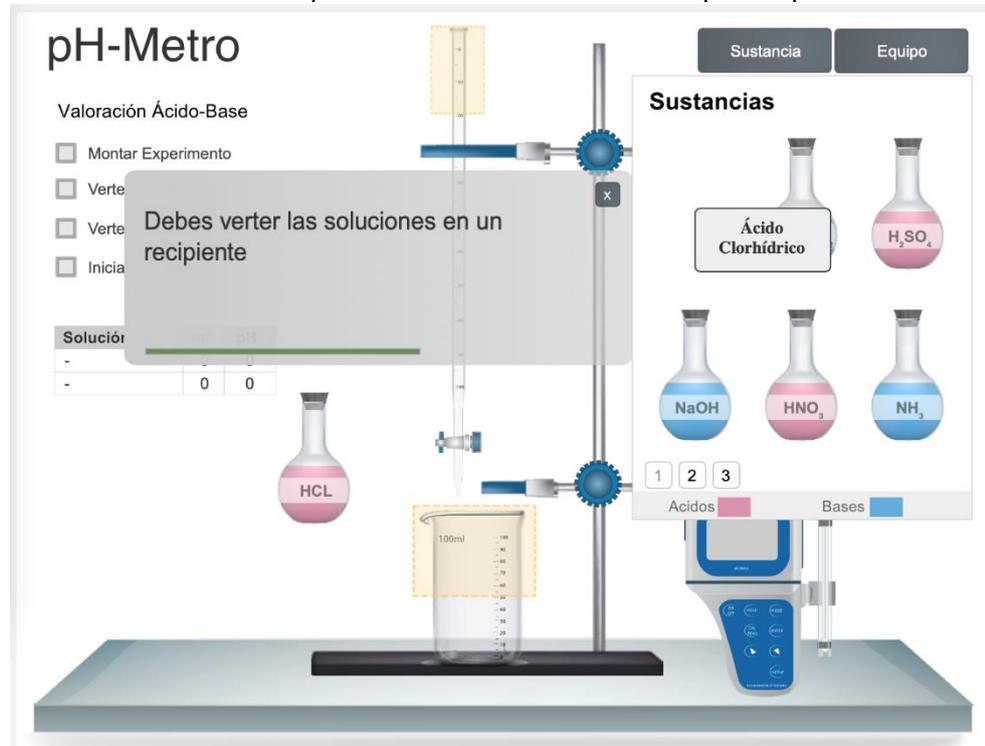
- El orden en el que se coloca los equipos dependerá de cada experimento y en caso de hacerlo de forma incorrecta el sistema brindará un error



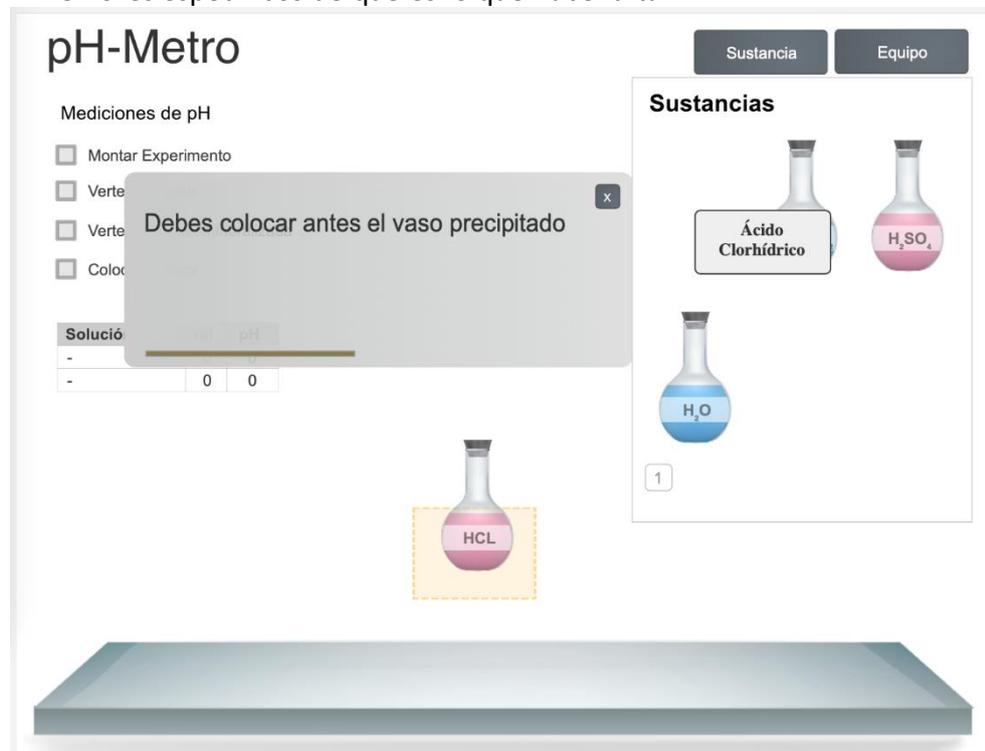
## 25.15 Pruebas de validación uso de sustancias en experimentos

Todas las sustancias cumplen con tres comportamientos en todos los experimentos cuando se obtienen desde la biblioteca de sustancias.

- Una sustancia solo puede ser colocada en un recipiente para el cual está destinado.



- Al colocar la sustancia en su ubicación destino y no está el recipiente colocado brindará errores específicos de que es lo que hace falta



- Si viertes más líquido del soportado por el recipiente se generará un desperdicio lo cual será alertado y solo se tomará en cuenta la capacidad máxima del recipiente.

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

Montar Experimento  
 Desarmar Experimento  
 Agregar Oxígeno  
 Agregar H<sub>2</sub>O  
 Armar Bomba  
 Verter H<sub>2</sub>O en Bomba Calorimétrica  
 Iniciar Experimento

Sustancia	Equipo
Solución	ml °C
-	0 0
H <sub>2</sub> O	100 25

Se sobrepasó la cantidad soportada generando desperdicio de 100 ml

25 °C

Desmontar Bomba

### 25.16 Bomba calorimétrica a volumen constante

URL: /bomba-calorimetrica

Caso de uso relacionado: Calorímetro a presión constante

Validaciones de ejecución de experimento

- Agregar oxígeno a la bomba cuando no está desmontada.

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

Montar Experimento  
 Desarmar Experimento  
 Agregar Oxígeno  
 Agregar H<sub>2</sub>O  
 Armar Bomba  
 Verter H<sub>2</sub>O en Bomba Calorimétrica  
 Iniciar Experimento

Sustancia	Equipo
Solución	ml °C
-	0 0
-	0 0

Debes colocar en la bomba

25 °C

Desmontar Bomba

- Hacer ignición cuando no está completado el armado del experimento

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

Montar Experimento  
 Desarmar Experimento  
 Agregar Sustancia  
 Agregar Equipo  
 Armar Experimento  
 Verter Sustancia en Bomba Calorimétrica  
 Iniciar Experimento

Sustancia	Equipo	
Solución	ml	°C
-	0	0
-	0	0

Faltan los siguientes elementos: Debes agregar liquido al calorímetro,

Montar Bomba

The screenshot shows a virtual laboratory interface for a bomb calorimeter. A central 3D model of the calorimeter is on a grey platform. A thermometer is positioned above it, showing a reading of 25°C. To the right of the calorimeter is a small white beaker and a yellow gas cylinder. A grey warning box is overlaid on the interface, containing the text: "Faltan los siguientes elementos: Debes agregar liquido al calorímetro,". On the left side, there is a list of actions with checkboxes, and a table with columns for "Sustancia", "ml", and "°C". A "Montar Bomba" button is located below the warning box.

- Agregar agua como muestra a quemar

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

Montar Experimento  
 Desarmar Experimento  
 Agregar Sustancia  
 Agregar Equipo  
 Armar Experimento  
 Verter Sustancia en Bomba Calorimétrica  
 Iniciar Experimento

H<sub>2</sub>O no se puede utilizar como muestra para quemar

Montar Bomba

Sustancias

Agua Desmineralizada

This screenshot shows the same virtual laboratory interface as above, but with a different warning message: "H<sub>2</sub>O no se puede utilizar como muestra para quemar". In the 3D model, a blue round-bottom flask labeled "H<sub>2</sub>O" is now placed on a small stand next to the calorimeter. On the right side, a panel titled "Sustancias" (Substances) is open, displaying a bottle of "Agua Desmineralizada" (Deionized Water). The "Montar Bomba" button is still present on the left.

- Agregar Naftaleno como liquido

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

- Montar Experimento
- Desarmar Experimento
- Agregar Sustancia
- Agregar Equipo
- Armar Bomba
- Verificar H<sub>2</sub>O en Bomba Calorimétrica
- Iniciar Experimento

Solo puedes utilizar H<sub>2</sub>O en el Calorímetro

Montar Bomba

Sustancias

H<sub>2</sub>O

Naftalina

1

Resultado del experimento: despliega calculo, llena checkbox de verificación de cada uno de los pasos y refleja los datos en el recuadro de infirmación.

## Bomba Calorimétrica

Bomba calorimétrica a volumen constante

- Montar Experimento
- Desarmar Experimento
- Agregar Sustancia
- Agregar Equipo
- Armar Bomba
- Verificar H<sub>2</sub>O en Bomba Calorimétrica
- Iniciar Experimento

Se finalizó el experimento, los 10 gr de Naftaleno generaron 165.72 J/mol·K<sup>2</sup>

Desmontar Bomba

Solución	ml	°C
-	0	0
H <sub>2</sub> O	100	25

45 °C

## 25.17 Calorímetro a presión constante

URL: / calorimetro-presion-cte

Caso de uso relacionado: Calorímetro a presión constante

- Pantalla con experimento montado

### Calorímetro

Calorímetro a presión constante

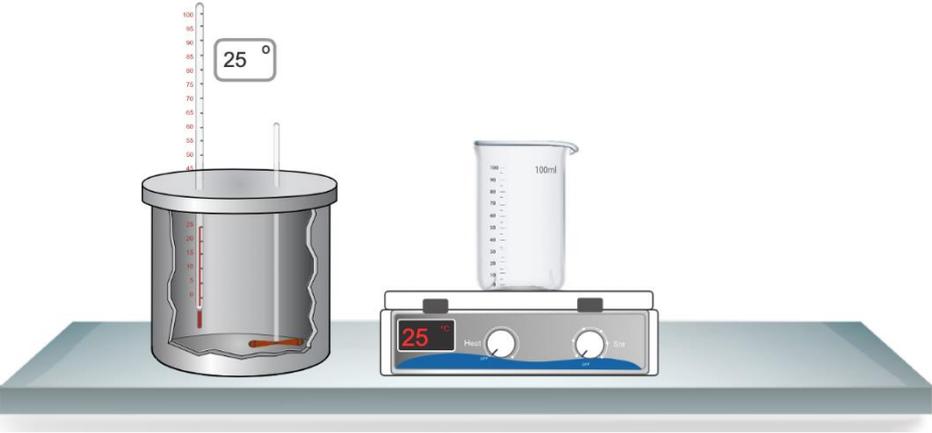
Montar Experimento

Verter Agua Temperatura A

Verter Agua Temperatura B

Medición de temperatura

Sustancia	Equipo
Solución	ml °C
-	0 0
-	0 0



- Ejemplo de falla de experimento debido a que no se siguen los pasos del experimento.

### Calorímetro

Calorímetro a presión constante

Montar Experimento

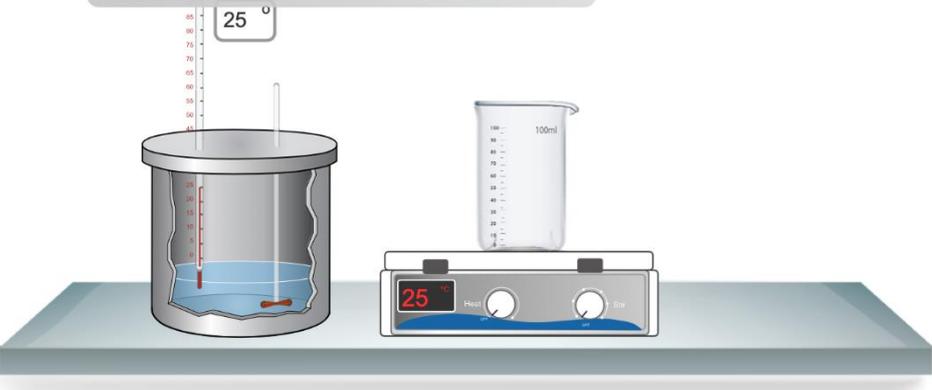
Verter Agua Temperatura A

Verter Agua Temperatura B

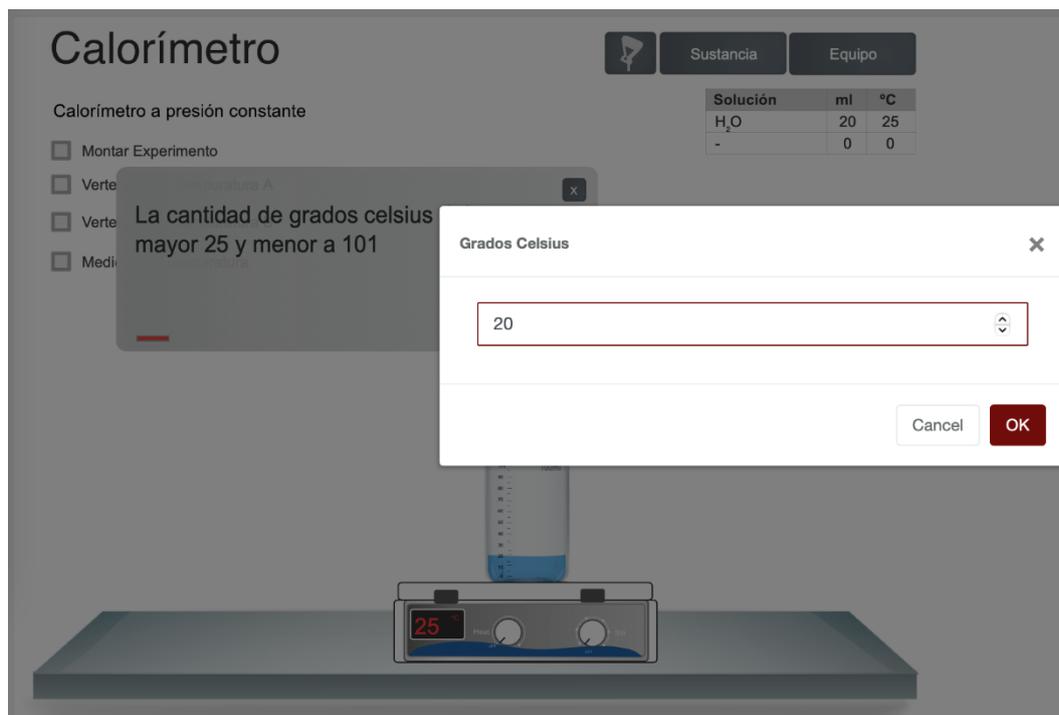
Medición de temperatura

Sustancia	Equipo
H <sub>2</sub> O	0 0
H <sub>2</sub> O	46 25

El experimento no se puede completar debido a que la temperatura inicial es igual a la final



- Ejemplo de validación de grados a los que se quiere calentar una sustancia, debe ser mayor a la temperatura ambiente 25 grados y menor a 100 grados Celsius.



- Ejemplo de experimento completado.



## 25.18 Celda Galvánica

URL: / celda-galvanica

Caso de uso relacionado: Celda Galvánica

- Validación de colocación de puente salino

### Celda Galvánica

Sustancia      Equipo

Celda Galvánica

- Montar Experimento
- Verter Solución Anódica
- Verter Solución Catódica
- Encender voltímetro

Debes colocar el puente salino sobre los vasos precipitados

Solución	ml
-	0
-	0

Equipos

Puente Salino



- Experimento completado

### Celda Galvánica

Sustancia      Equipo

Celda Galvánica

- Montar Experimento
- Verter Solución Anódica
- Verter Solución Catódica
- Encender voltímetro

Solución	ml
Zn	25
Cu	25

1.09 v

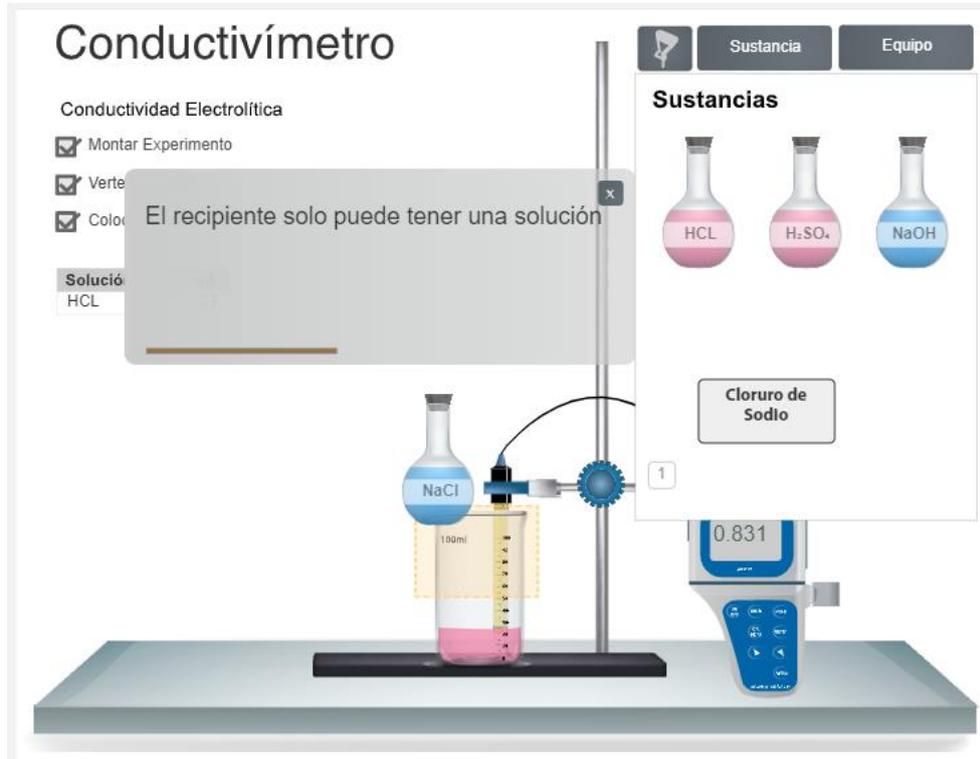


## 25.19 Conductímetro

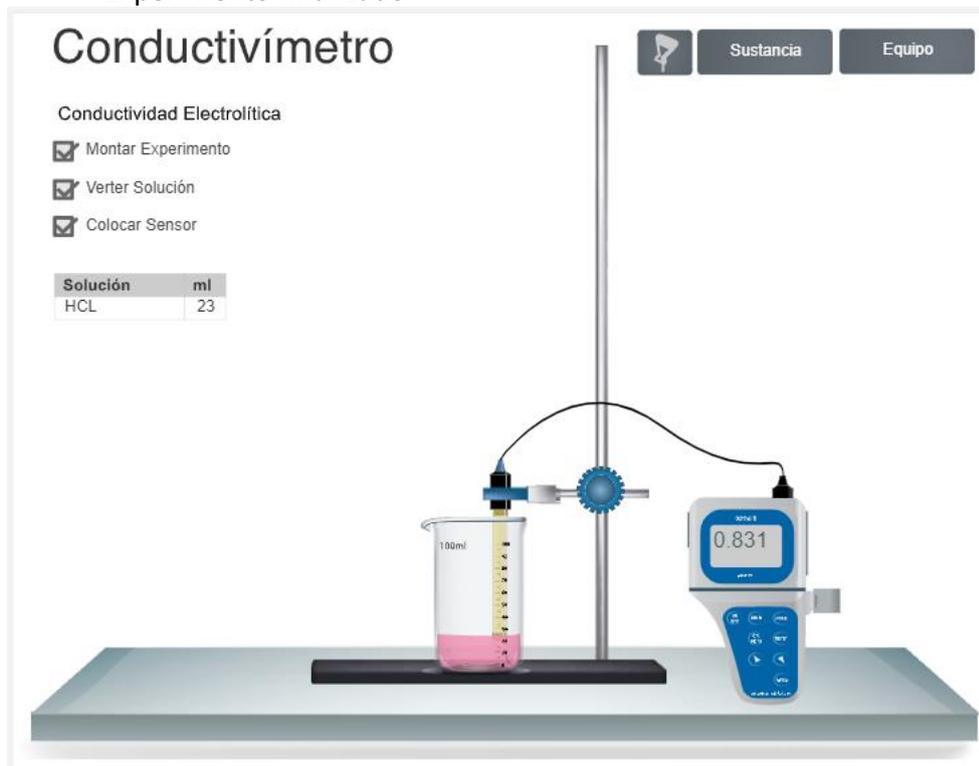
URL: /conductímetro

Caso de uso relacionado: Usar Conductímetro

- Validación que no permite verter dos tipos de sustancias en el vaso precipitado ya que la medición de la conductividad es solo sobre una



- Experimento finalizado



## 25.20 Equilibrio Químico

URL: /equilibrio-quimico

Caso de uso relacionado: Equilibrio Químico

- Validación de cantidad máxima de mililitros en tubo de ensayo.

The screenshot shows the 'Equilibrio Químico' simulation interface. At the top left is the logo of the 'Universidad de El Salvador QuímicaLAB'. The navigation menu includes 'Inicio', 'Equipos', 'Representación Gráfica', and 'Experimentos'. A notification box in the top right corner displays the user ID '45.55.232.37 dice' and the message 'Debes de ingresar un numero menor a veinte', with an 'Aceptar' button. The main content area is titled 'Equilibrio Químico' with the subtitle 'Cálculo de la Constante de Equilibrio'. On the left, there is a checklist of steps: 'Montar Experimento', 'Colocar el Tubo Patrón', 'Colocar el Tubo Problema', 'Llenar Tubo Patrón', and 'Toma de Datos'. Below the checklist is a text input field labeled 'Introduce la cantidad en ml:' containing the value '200' and an 'OK' button. An illustration shows a blue liquid being poured from a flask into a test tube on a stand. On the right, a 'Sustancias' panel shows two flasks labeled 'KSCN' and 'FeCl<sub>3</sub>'.

- Experimento terminado mostrando resultado

The screenshot shows the same 'Equilibrio Químico' simulation interface, but now displaying the results. The notification box in the top right corner shows the user ID '45.55.232.37 dice' and the calculated values: 'Valor de la Constante de Equilibrio: 0.5263157894736842' and 'Valor de la Concentracion Desconocida: 0.5263157894736842', with an 'Aceptar' button. The checklist on the left is now fully completed. A 'Realizar Calculos' button is visible. The illustration shows the test tube on the stand now containing a blue liquid, representing the final state of the experiment.

## 25.21 Estequiometria de los Gases

URL: /estequiometria-gases

Caso de uso relacionado: Estequiometria de los Gases

- Validación de orden en el que se colocan los equipos

### Relaciones Estequiometricas

Sustancia Equipo

Estequiometria

- Montar Experimento
- Verter
- Verter

Jeringa de 60 ml en posición horizontal no se utiliza en este momento.

Solución

- Uso incorrecto de la cantidad de mililitros a utilizar

### Relaciones Estequiometricas

Sustancia Equipo

Estequiometria

- Montar Experimento
- Verter
- Verter

La jeringa tiene capacidad para 10 ml unicamente, realizo un desperdicio de acido, el vaso precipitado se vaciara e intentar nuevamente.

Solución

HCL

- No realizar el procedimiento de medir el gas con la jeringa adecuada.

### Relaciones Estequiometricas

Sustancia Equipo

Estequiometria

Montar Experimento

Verter

Verter

Solución: HCL

Primero debe colocar la jeringa de 60 ml horizontal en lugar de la jeringa de 10 ml.

- Experimento finalizado con resultado generado.

### Relaciones Estequiometricas

Sustancia Equipo

Estequiometria

Montar Experimento

Verter

Verter

Solución: HCL

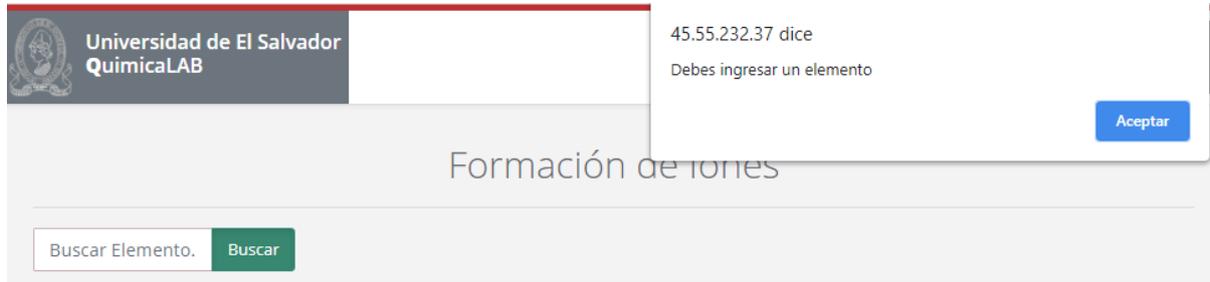
Volumen de gas de hidrogeno en base al acido: 0.056 L

## 25.22 Formación de Iones

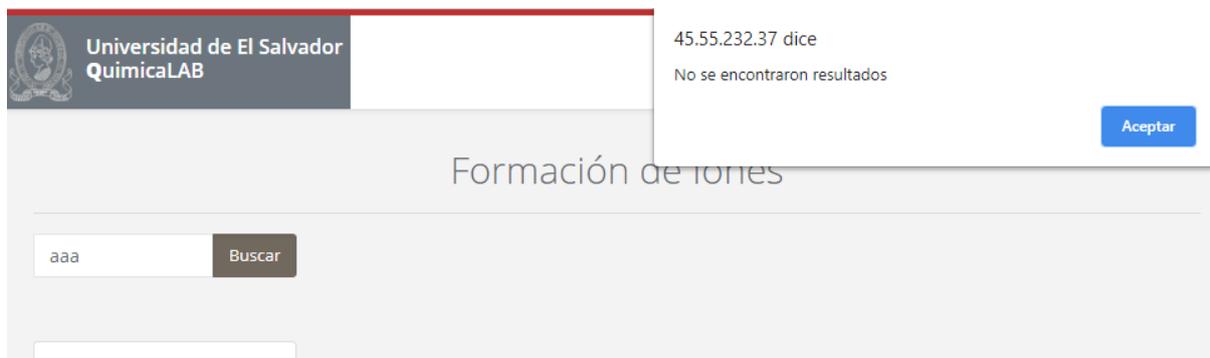
URL: / formacion-iones

Caso de uso relacionado: Formación de Iones

- Validación de ingreso de un parámetro de búsqueda de elementos



- Elemento no encontrado



- Lista de elementos en auto completado



- Elementos que se pueden revisar: Hidrogeno, Helio, Litio, Berilio, Boro, Carbono, Nitrógeno

- Experimento completo

Formación de Iones

Buscar Elemento. Buscar

Berilio

---

Número Atómico  
4

---

Estructura Cristalina  
Hexagonal

---

Masa Atómica  
9,0122

---

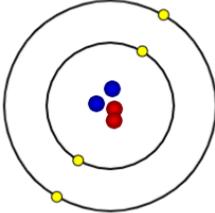
Densidad  
1848

---

Número de Electrones  
4

---

Remueve un Electrón

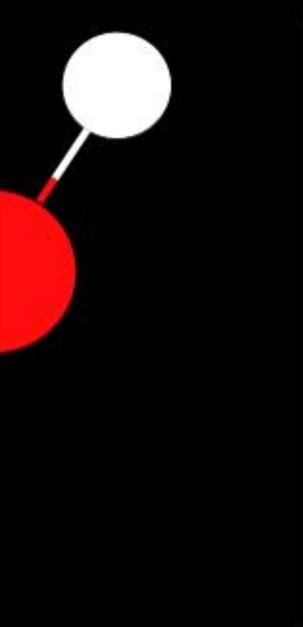


## 25.23 Geometría de Moléculas

URL: /geometria-moleculas

Caso de uso relacionado: Geometría de Moléculas

- Listado de moléculas que se pueden visualizar



--- Seleccionar ---

- Agua
- Acetona
- Amonio
- Amoníaco
- Alcanfor
- Azúcar
- Ácido Acético
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Fosfórico
- Ácido Fólico
- Ácido Nítrico
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Sulfhídrico
- Anhidrido silícico
- Bromo
- Butano
- Butadieno
- Ciclopropano
- Cloroformo

Agua ▼

átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, se refiere a la sustancia que puede hallarse en su forma gaseosa, denominada vapor.

Densidad: 997 kg/m<sup>3</sup>

Punto de ebullición: 100 °C

Fórmula: H<sub>2</sub>O

Masa molar: 18,01528 g/mol

Punto de fusión: 0 °C

Clasificación de la IUPAC: Oxidante

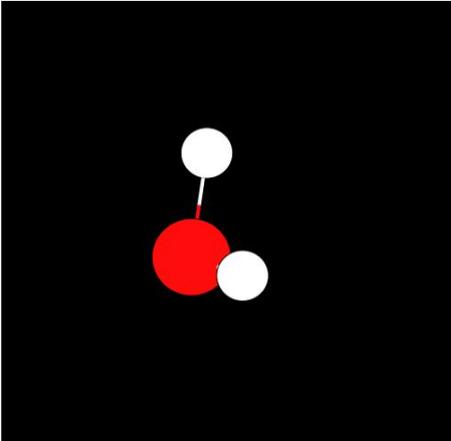
📘 Haz clic para seleccionar un elemento/sustancia y así dibujarlo.

- Representación gráfica funcionando

Geometría de Moléculas

Encender/Apagar Rotación  
ON ●

**Agua - H<sub>2</sub>O**



### Agua

Compuesto químico

El agua es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque esta puede hallarse en su forma sólida, llamada hielo, y en su forma gaseosa, denominada vapor.

**Densidad:** 997 kg/m<sup>3</sup>

**Punto de ebullición:** 100 °C

**Fórmula:** H<sub>2</sub>O

**Masa molar:** 18,01528 g/mol

**Punto de fusión:** 0 °C

**Denominación de la IUPAC:** Oxidane, Water

Agua ▼

Haz clic para seleccionar un elemento/sustancia y así dibujarlo.

## 25.24 Ácidos y Bases

URL: / ph-metro-acido-base

Caso de uso relacionado: Geometría de Moléculas

- No permite que inicie el goteo si no se ha completado los pasos previos

### pH-Metro

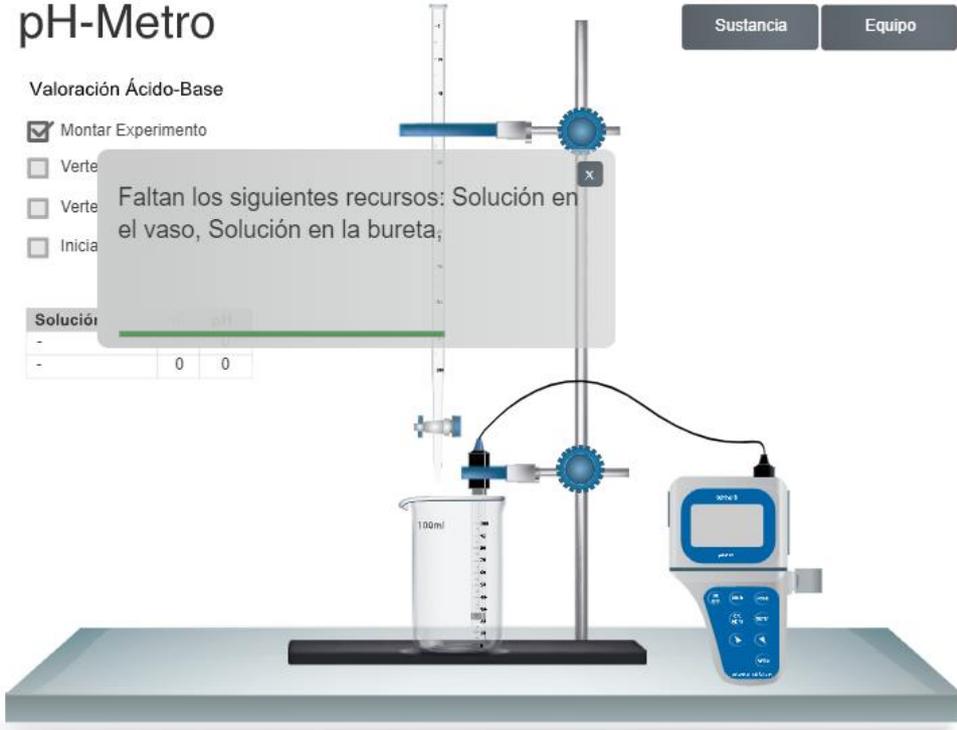
Sustancia
Equipo

Valoración Ácido-Base

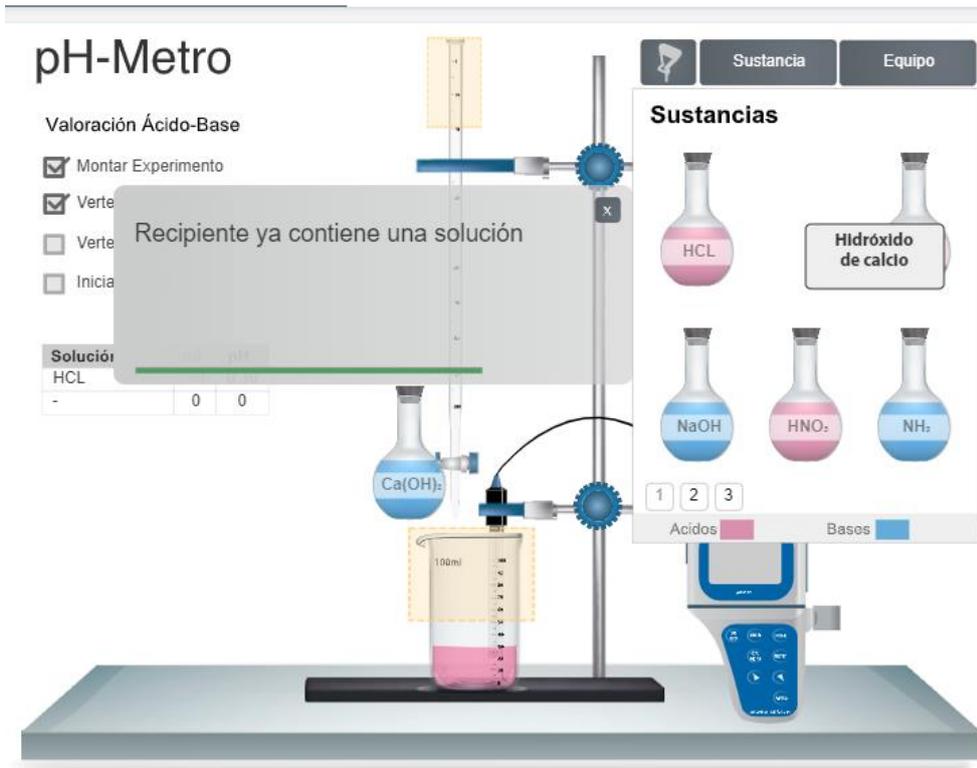
- Montar Experimento
- Verter
- Verter
- Iniciar

Faltan los siguientes recursos: Solución en el vaso, Solución en la bureta;

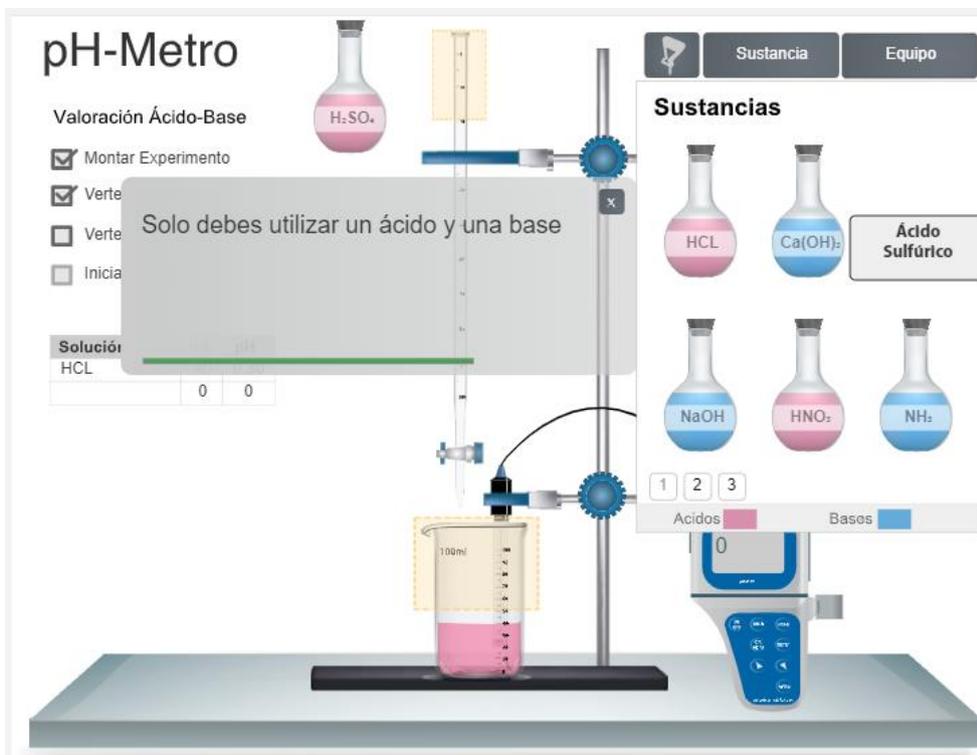
Solución	pH	pH
-	0	0
-		



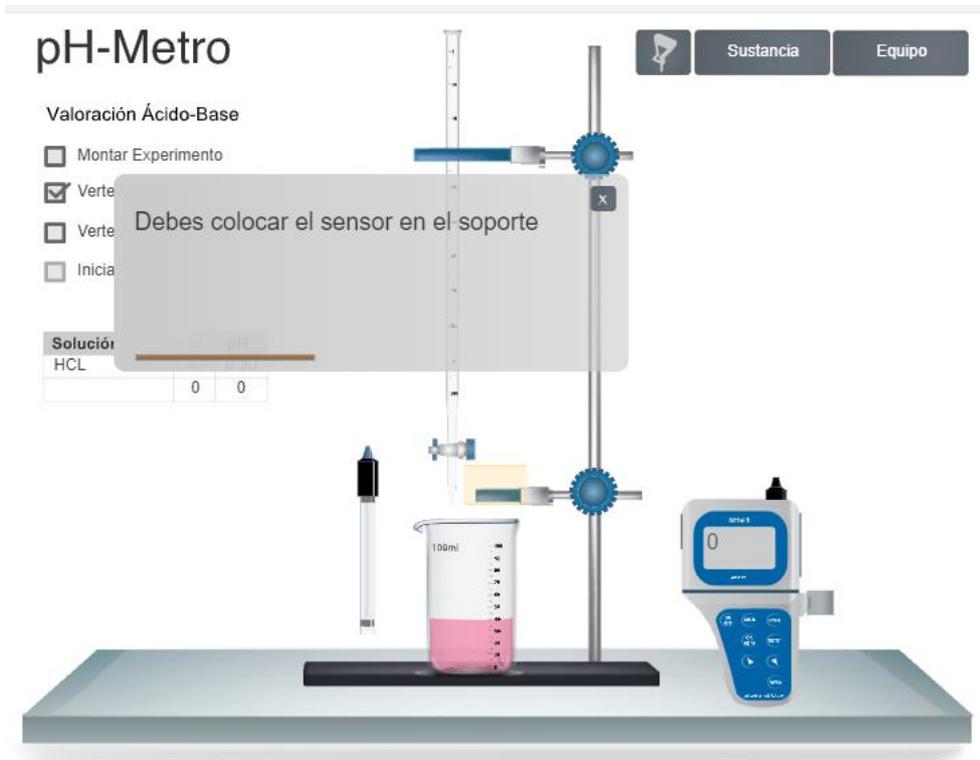
- No permite verter dos sustancias en un recipiente



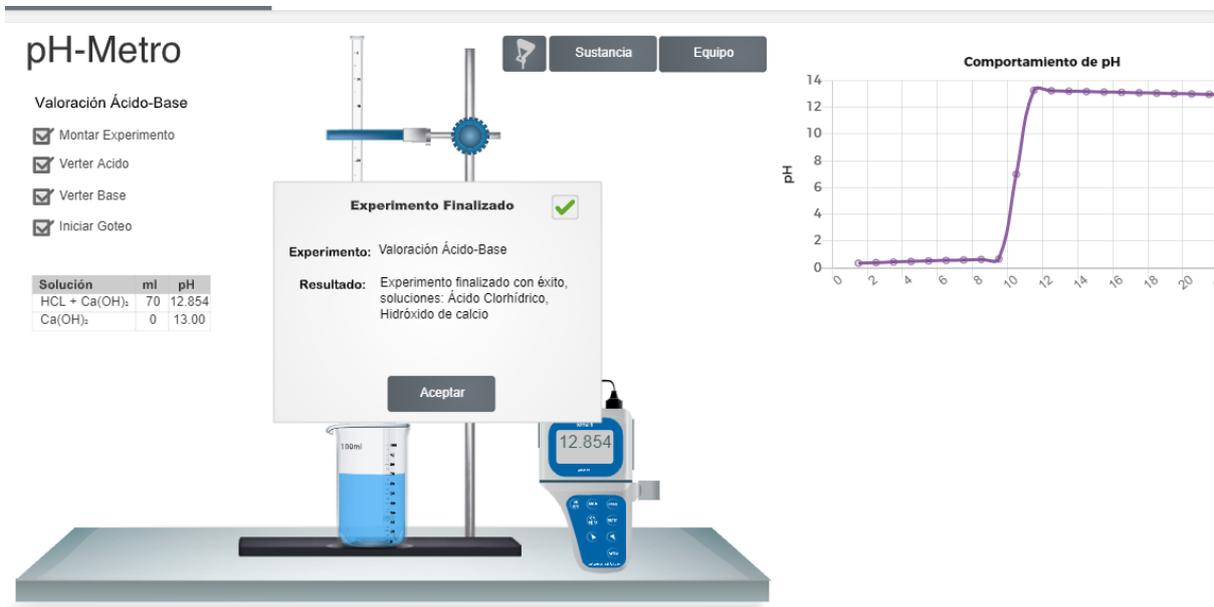
- No permite agregar un ácido en cada recipiente pues se requiere una base en el vaso precipitado y un ácido en la bureta o viceversa.



- Debes colocar el sensor en la ubicación señalada en el vaso.



- Experimento finalizado con resultado esperado

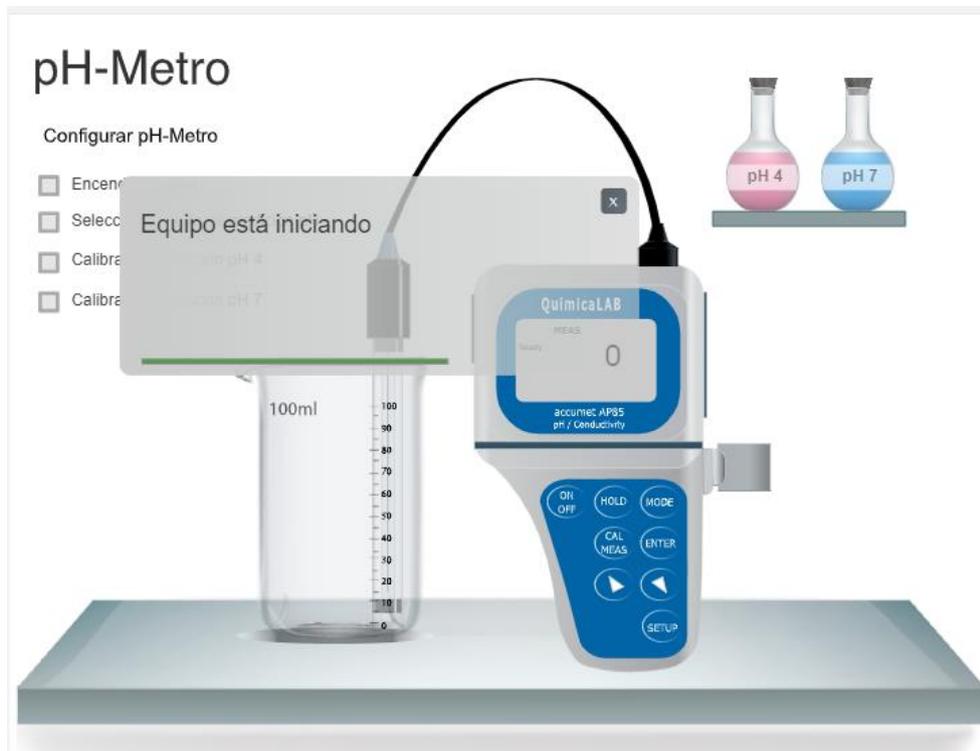


## 25.25 Configurar pH-Metro

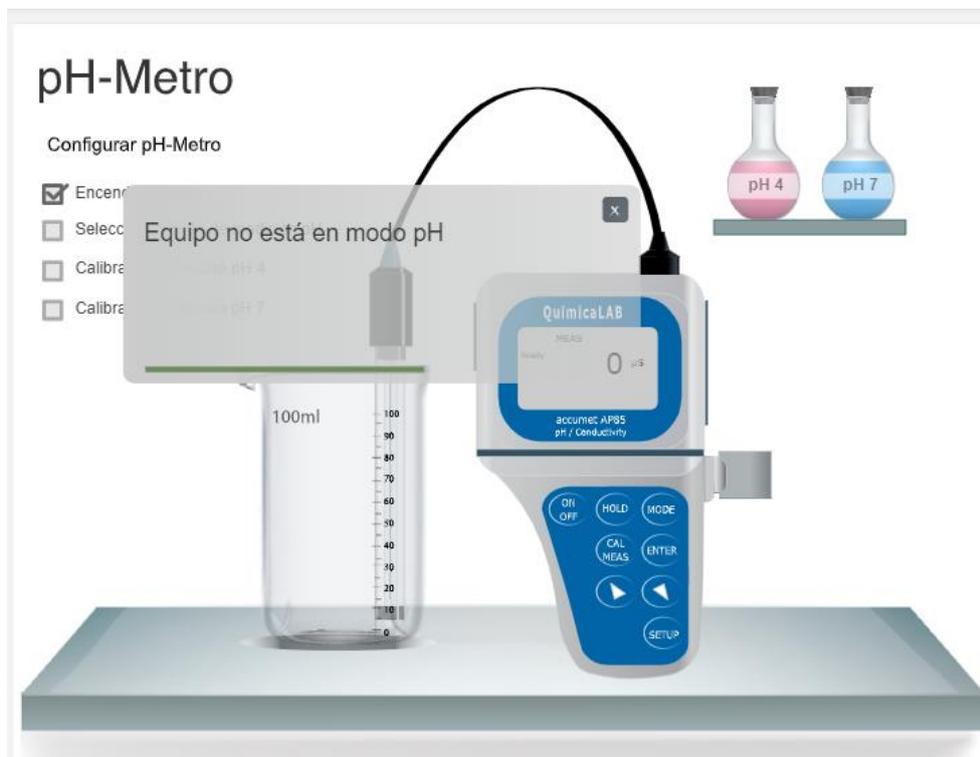
URL: / ph-metro-configurar

Caso de uso relacionado: Configurar pH-Metro

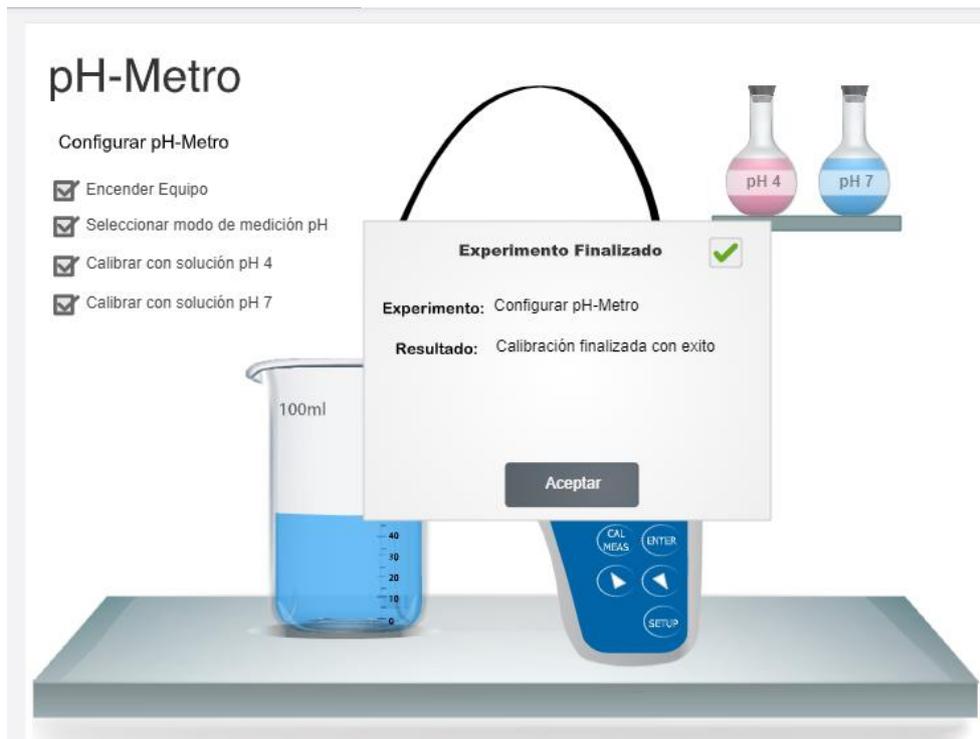
- No permite presionar botones mientras se está iniciando



- No permite seleccionar una sustancia a calibrar mientras no esté en modo pH



- Experimento finalizado

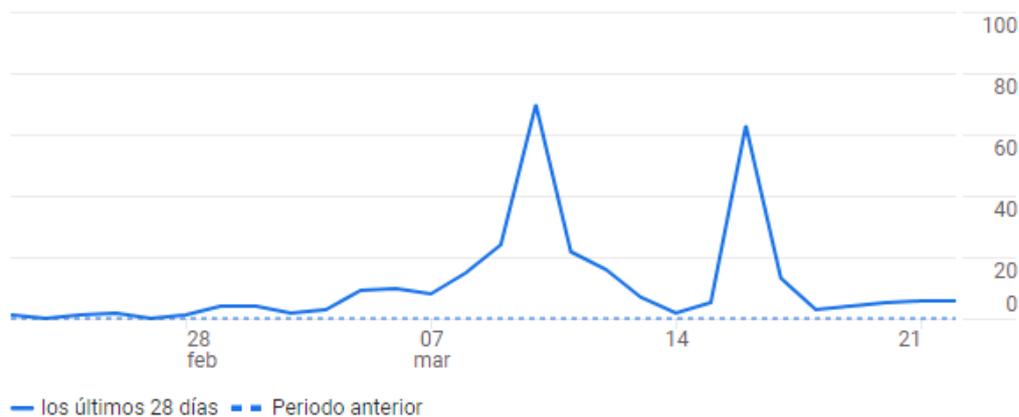


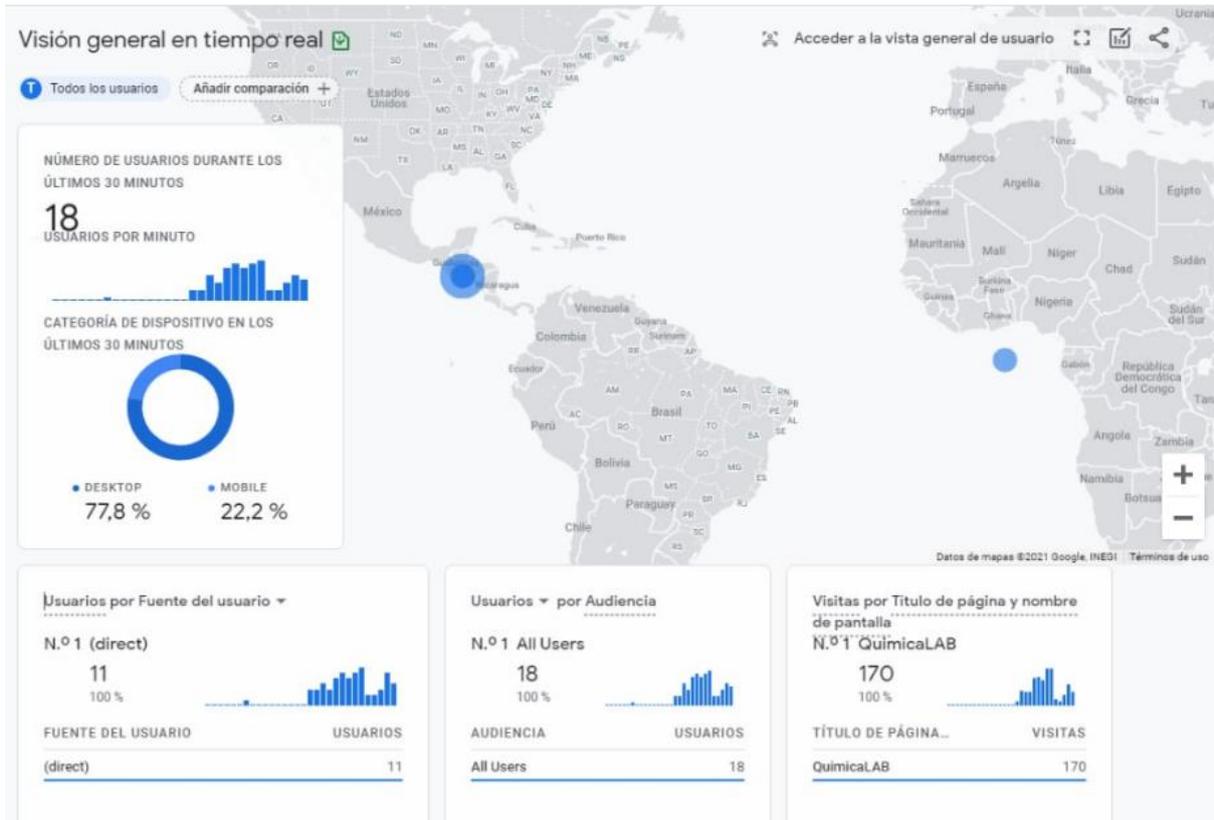
## 26. Pruebas con usuarios.

Para las pruebas de usabilidad se realizaron diferentes sesiones con estudiantes y docentes de la Facultad de Química y Farmacia, en específico con los estudiantes que están cursando Química General I del Ciclo 01-2021.

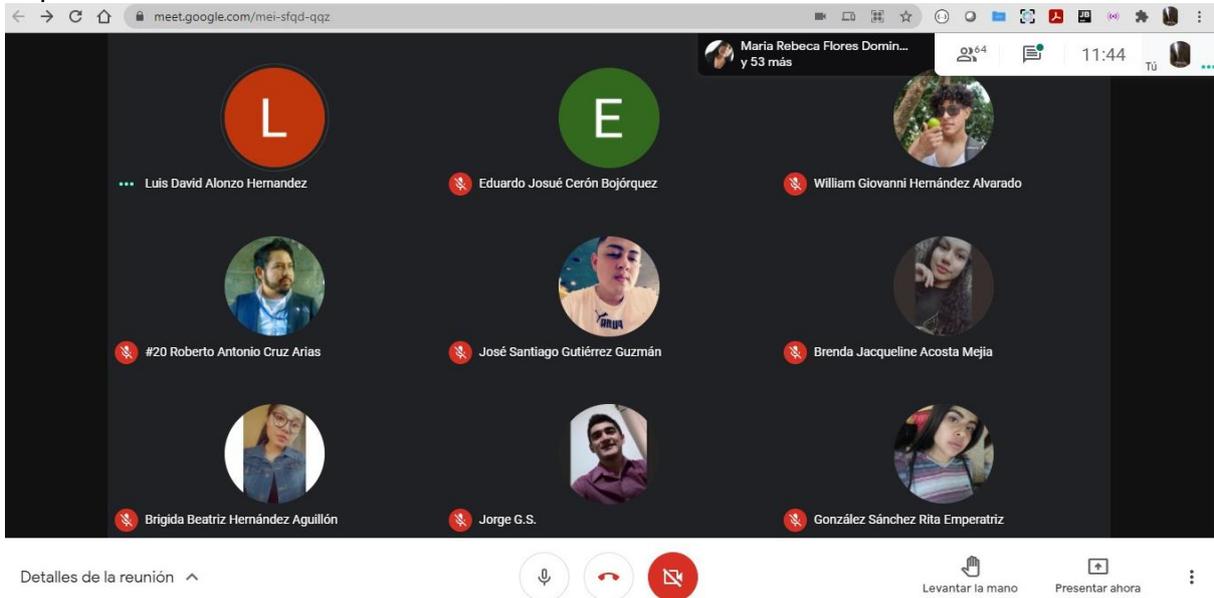
### 26.1 Realización de pruebas

Se realizaron 3 sesiones en las fechas 10, 16 y 23 de marzo 2021 con una participación promedio de 65 estudiantes, para el monitoreo se agregó de forma provisional Google Analytics obteniendo el siguiente gráfico y dashboard:



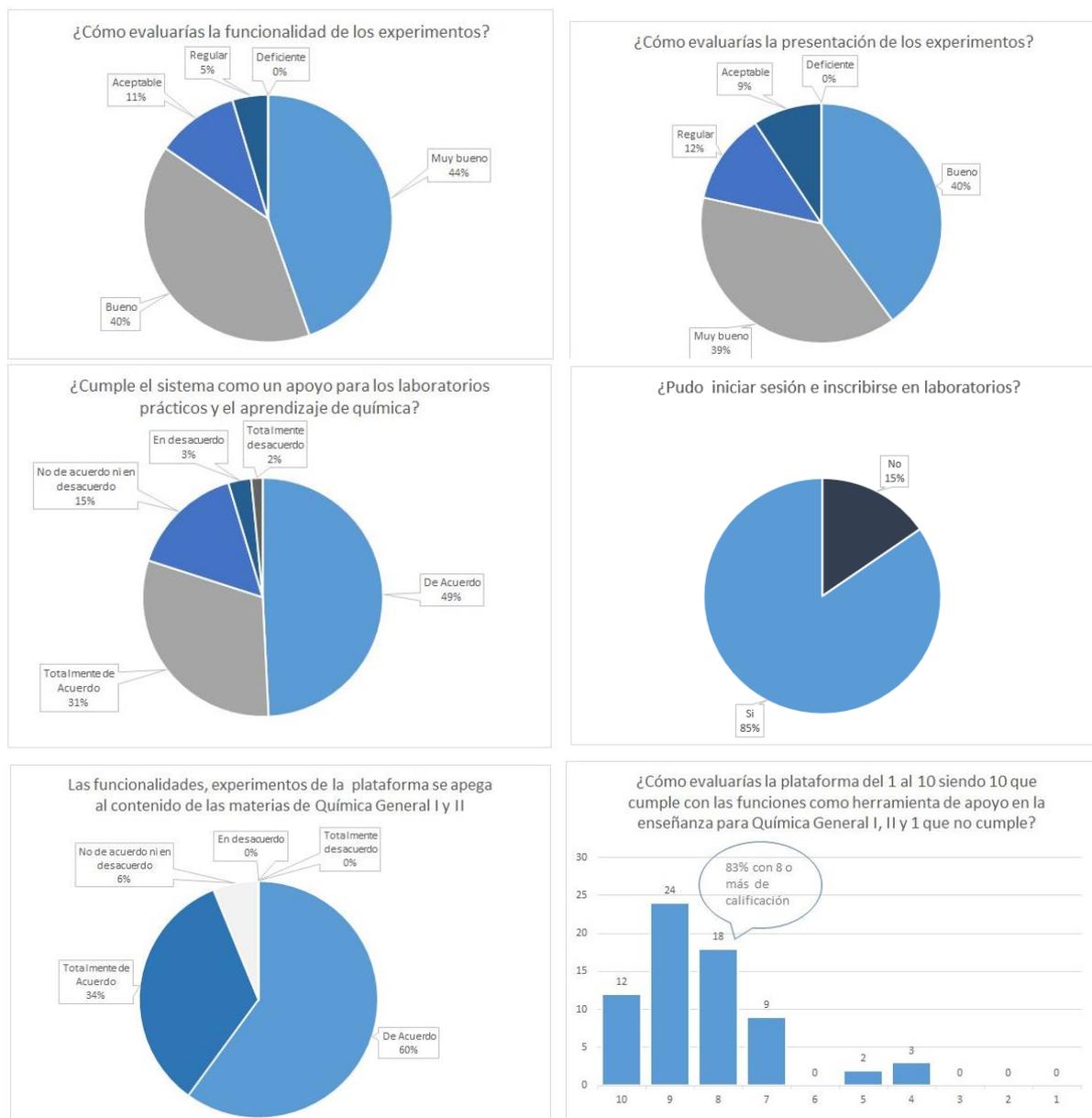


### Captura de la meet con estudiantes.



## 26.2 Encuesta sobre la experiencia con la plataforma

Se les solicitó a los estudiantes que se registraran en la plataforma y utilizaran los experimentos, se realizó una encuesta para detectar la aceptación de los usuarios a la plataforma y posibles áreas de oportunidad.



De los estudiantes que encontraron errores el principal factor fue cuando el navegador lo detectaba como sitio no seguro por no tener un certificado válido y estudiantes que no podían iniciar sesión por olvidar la contraseña en ambos casos se explicó el motivo y como restablecer la contraseña.

En general se toman las pruebas como satisfactorias ya que más del 80% de los estudiantes evalúan de forma positiva la plataforma.

## **27. Manuales de Usuario**

Véase documento de Manual de Usuario.

## **28. Manuales de Instalación**

Véase documento de Manual de Instalación.

## **29. Manual Técnico**

Véase documento de Manual Técnico.

## **30. Plan de Implementación**

Véase documento de Plan de Implementación.