



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LOJA**



Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“Desarrollo de un sistema web utilizando Redes Bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo”

*Tesis previa a la Obtención del
título de Ingeniero en Sistemas*

Autor:

- Katherine Ivanova – Ramón Campoverde

Director:

- Ing. Luis Roberto Jácome Galarza, Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR

2016

Certificación del Director

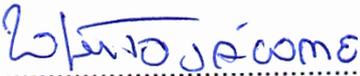
Ing. Luis Roberto Jácome Galarza, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que la egresada **Katherine Ivanova Ramón Campoverde**, realizó el trabajo de investigación titulado “**Desarrollo de un sistema web utilizando Redes Bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo**” bajo mi dirección y asesoramiento, mismo que fue revisado, enmendado y corregido minuciosamente. En virtud que la Tesis reúne, a satisfacción, las cualidades de fondo y forma exigidas para un trabajo de este nivel, autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal respectivo.

Loja, 27 de enero del 2016



.....

Ing. Luis Roberto Jácome Galarza, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Autoría

KATHERINE IVANOVA RAMÓN CAMPOVERDE declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de la tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula: 1105206088

Fecha: 25 de febrero del 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo **KATHERINE IVANOVA RAMÓN CAMPOVERDE**, declaro ser autora de la tesis titulada: “**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB UTILIZANDO REDES BAYESIANAS PARA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS EN LA ESCUELA ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO**”, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN SISTEMAS**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de las tesis que realice el tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de febrero del dos mil dieciséis.

Firma:

Autor: Katherine Ivanova Ramón Campoverde

Cédula: 1105206088

Dirección: Loja (Crisantemos y Anturios)

Correo Electrónico: kiramonc@unl.edu.ec

Teléfono: 2103599 **Celular:** 0981263051

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Luis Roberto Jácome Galarza, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Alex Vinicio Padilla Encalada, Mgs.

Ing. Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg. Sc.

Ing. Franco Hernán Salcedo López, Mg. Adm.

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables y a la Carrera de Ingeniería en Sistemas, quienes me abrieron sus puertas para mi formación académica y a los docentes que brindaron su conocimiento y apoyo durante estos cinco años de vida universitaria.

De manera especial agradezco al Ing. Jácome Galarza Luis Roberto, director del presente trabajo, la ayuda con su conocimiento profesional fue el pilar fundamental para cumplir con la meta propuesta, mi profundo agradecimiento por el tiempo dedicado.

Finalmente expreso mi agradecimiento a todo el personal de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo de la ciudad de Loja, por recibirme en su institución y darme todas las facilidades para la realización de este trabajo.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, por darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa, su mano me ha sostenido en los momentos más difíciles y me ha ayudado a salir adelante.

A mis maravillosos padres: Romel y Sonia quienes me han instruido y apoyado siempre, cada logro obtenido se lo debo a su infinito amor y sus consejos en cada etapa de mi vida. A mis hermanos: Elizabeth, Jaime y Rosmery quienes han estado pendientes durante esta jornada mostrándome su completo apoyo, su presencia en los momentos de felicidad y de tristeza me ha incentivado a continuar.

A los compañeros que conocí en los salones de clases, gracias a ustedes el trayecto durante nuestra formación universitaria ha sido una experiencia maravillosa, me honra poder llamarlos amigos.

A todas esas maravillosas personas que me brindaron su ayuda cuando lo necesité, la lista es demasiado extensa, sin ustedes no hubiera podido cumplir a cabalidad con este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación del Director	II
Autoría.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO	IV
Agradecimiento.....	V
Dedicatoria	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas.....	XV
1. Título.....	1
2. Resumen	2
Summary	3
3. Introducción.....	4
4. Revisión Literaria.....	6
4.1. EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN INFANTIL.....	6
4.1.1. Tipos de evaluación.....	6
4.1.2. Evaluación formativa	6
4.1.3. Los contenidos del área de inglés para primaria.....	7
4.1.4. Destrezas receptivas y productivas	9
4.2. SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES Y EL PROBLEMA DEL MODELADO DEL ALUMNO	10
4.2.1. Introducción.....	10
4.2.2. Arquitectura de los Sistemas Tutores Inteligentes	10
4.2.3. El problema del modelado del alumno.....	10

4.3.	REDES BAYESIANAS.....	11
4.3.1.	Introducción.....	11
4.3.2.	Conceptos básicos de Redes Bayesianas	12
4.3.3.	Ejemplo Red Bayesiana en cálculo de conocimiento	14
4.4.	TEST ADAPTATIVOS INFORMATIZADOS.....	16
4.4.1.	Algoritmo del Test adaptativo informatizado	16
4.4.2.	Elementos de un Test adaptativo informatizado	17
4.4.2.1.	Teoría de respuesta al ítem.....	18
4.4.2.2.	Banco de preguntas	20
4.4.2.3.	Nivel inicial	21
4.4.2.4.	Criterios de selección de preguntas.....	21
4.4.2.5.	Criterios de terminación.....	21
4.5.	CONSTRUCCIÓN DE UNA RED BAYESIANA.....	22
4.6.	DIAGNÓSTICO MEDIANTE REDES BAYESIANAS.....	22
4.6.1.	Variables	23
4.6.1.1.	Variables para medir el conocimiento del alumno.....	23
4.6.1.2.	Variables para recolectar evidencia	24
4.6.2.	Enlaces	25
4.6.3.	Parámetros.....	27
4.6.3.1.	Parámetros para las relaciones entre conceptos y ejercicios.....	28
4.6.3.2.	Parámetros para las relaciones entre conceptos y preguntas tipo test	28
5.	Materiales y Métodos.	30
6.	Resultados	32
6.1.	Análisis de herramientas para construcción de Redes Bayesianas.	32
6.2.	Análisis de API'S de reconocimiento de voz.	33
6.3.	Análisis de metodologías para el desarrollo de software	35
6.4.	Test Adaptativo Informatizado	36

6.4.1.	ESTRUCTURA DE PREGUNTAS PARA LOS TEST.....	36
6.4.1.1.	Destreza oral receptiva (Listening)	36
6.4.1.2.	Destreza oral productiva (Speaking).....	38
6.4.2.	ESTRUCTURA DE LA RED BAYESIANA	40
6.4.2.1.	Red bayesiana estática	40
6.4.2.2.	Red bayesiana dinámica	41
6.4.3.	Elementos del Test Adaptativo Informatizado.....	41
6.4.3.1.	Modelo de respuesta.	42
6.4.3.2.	Banco de preguntas.	44
6.4.3.3.	Nivel inicial.	46
6.4.3.4.	Método de selección de preguntas.	46
6.4.3.5.	Criterios de parada	46
6.5.	DESARROLLO DEL SISTEMA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN DEL IDIOMA INGLÉS.....	47
6.5.1.	FASE 1: Análisis.....	47
6.5.1.1.	Identificación de Requisitos.	47
6.5.1.2.	Identificación de Actores.....	48
6.5.1.3.	Determinación de Casos de Uso	49
6.5.1.4.	Diagrama de Caso de Uso	50
6.5.1.5.	Descripción de casos de uso.....	50
6.5.2.	Fase 2: Diseño	75
6.5.2.1.	Modelo conceptual	75
6.5.2.2.	Modelo de navegación	76
6.5.2.3.	Modelo de presentación	78
6.5.2.4.	Modelo de procesos	85
6.5.3.	Fase 3: Implementación	108
6.5.3.1.	Herramientas de implementación	108
6.5.3.2.	Diagrama de componentes.....	110
6.5.3.3.	Diagrama de despliegue.....	111
6.5.3.4.	Codificación.....	111
6.5.4.	Fase 4: Pruebas	114

6.5.4.1.	Prueba de usabilidad	115
6.5.4.2.	Pruebas de carga y rendimiento	119
6.5.4.3.	Pruebas de funcionalidad en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo 123	
7.	Discusión	130
7.1.	Evaluación del objeto de investigación	130
7.2.	Valoración Técnico – Económica – Ambiental	132
8.	Conclusiones	135
9.	Recomendaciones	136
10.	BIBLIOGRAFÍA	137
11.	ANEXOS.....	142
	Anexo I: Entrevistas realizadas en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo	142
	Anexo II: Documento de Especificación de Requerimientos	146
	Anexo III: Diagramas de secuencias.....	165
	Anexo IV: Formato de la prueba escrita para los niños de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo	190
	Anexo V: Fotografías de las pruebas en la Escuela Zoila Alvarado de Jaramillo	192
	Anexo VI: Capturas de pantalla de la aplicación web SEEII.....	195
	Anexo VII: Respaldo de pruebas en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo	199
	Anexo IX: Licencia Creative Commons	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo contenidos conceptuales [4].	7
Figura 2: Ejemplo contenidos de procedimiento [4].	8
Figura 3: Ejemplo contenidos de actitud [4].	9
Figura 4: Red bayesiana con dos nodos [10].	14
Figura 5: Red bayesiana con parámetros.	15
Figura 6: Diagrama de flujo de un test adaptativo [10].	17
Figura 7: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes niveles de dificultad [10].	19
Figura 8: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes factores de discriminación [10].	19
Figura 9: CCI con factores de adivinanza y distracción no nulos [10].	20
Figura 10: Red bayesiana para el diagnóstico mediante test [10].	25
Figura 11: Red bayesiana dinámica (nodos conocimiento y nodos evidencia) [10].	27
Figura 12: Probabilidades de contestar correctamente.	29
Figura 13: Formato pregunta Listening (Nivel Fácil).	37
Figura 14: Formato pregunta Listening (Nivel Medio).	37
Figura 15: Formato pregunta Speaking (Nivel Fácil).	38
Figura 16: Formato pregunta Speaking (Nivel Medio).	39
Figura 17: Formato pregunta Speaking (Nivel Difícil).	40
Figura 18: Ejemplo Red bayesiana de evaluación (Unit Basic).	41
Figura 19: Ejemplo Red bayesiana de diagnóstico (Animals).	41
Figura 20: Diagrama de Casos uso sistema SEEl.	50
Figura 21: Modelo conceptual sistema SEEl.	75
Figura 22: Modelo de navegación (Estudiante).	76

Figura 23: Modelo de navegación (Administrador).....	77
Figura 24: Diagrama de presentación "Administrar usuarios".	78
Figura 25: Diagrama de presentación "Administrar unidades de enseñanza".	79
Figura 26: Diagrama de presentación "Administrar temas".	80
Figura 27: Diagrama de presentación "Administrar conceptos".	81
Figura 28: Diagrama de presentación "Administrar preguntas".	82
Figura 29: Diagrama de presentación "Ver ítems".	82
Figura 30: Diagrama de presentación "Administrar ítems".	83
Figura 31: Diagrama de presentación "Ver resultados obtenidos por los estudiantes".	83
Figura 32: Diagrama de presentación "Ver temas disponibles".	84
Figura 33: Diagrama de presentación "Responder test".	84
Figura 34: Diagrama de presentación "Ver resultados de la los test".	85
Figura 35: Diagrama de proceso "Autenticarse".	86
Figura 36: Diagrama de proceso "Administrar usuarios".	86
Figura 37: Diagrama de proceso "Editar usuario".	87
Figura 38: Diagrama de proceso "Cambiar estado de usuario".	87
Figura 39: Diagrama de proceso "Administrar plan de enseñanza".	88
Figura 40: Diagrama de proceso "Editar plan de enseñanza".	88
Figura 41: Diagrama de proceso "Eliminar plan de enseñanza".	89
Figura 42: Diagrama de proceso "Asignar estudiantes a plan de enseñanza".	90
Figura 43: Diagrama de proceso "Administrar temas".	91
Figura 44: Diagrama de proceso "Editar tema".	91
Figura 45: Diagrama de proceso "Eliminar tema".	92
Figura 46: Diagrama de proceso "Administrar conceptos".	92
Figura 47: Diagrama de proceso "Editar un concepto".	93
Figura 48: Diagrama de proceso "Eliminar un concepto".	94

Figura 49: Diagrama de proceso "Administrar test"	94
Figura 50: Diagrama de proceso "Editar pregunta"	95
Figura 51: Diagrama de proceso "Eliminar pregunta"	95
Figura 52: Diagrama de proceso "Administrar ítems de pregunta"	96
Figura 53: Diagrama de proceso "Editar un ítem"	96
Figura 54: Diagrama de proceso "Eliminar un ítem"	97
Figura 55: Diagrama de proceso "Obtener los resultados de los estudiantes"	97
Figura 56: Diagrama de proceso "Responder a test"	98
Figura 57: Diagrama de proceso "Terminar contestación de test"	99
Figura 58: Diagrama de proceso "Obtener resultados de los test"	99
Figura 59: Diagrama de secuencia "Autenticarse"	100
Figura 60: Diagrama de secuencia "Administrar usuarios"	100
Figura 61: Diagrama de secuencia "Administrar plan de enseñanza"	101
Figura 62: Diagrama de secuencia "Asignar estudiantes a plan de enseñanza"	101
Figura 63: Diagrama de secuencia "Administrar temas"	102
Figura 64: Diagrama de secuencia "Administrar conceptos"	102
Figura 65: Diagrama de secuencia "Administrar test"	103
Figura 66: Diagrama de secuencia "Administrar ítems de pregunta"	103
Figura 67: Diagrama de secuencia "Obtener los resultados de los estudiantes"	104
Figura 68: Diagrama de secuencia "Responder a test"	104
Figura 69: Diagrama de secuencia "Terminar contestación de test"	105
Figura 70: Diagrama de secuencia "Obtener los resultados de los test"	105
Figura 71: Diagrama de clases sistema SEEl	106
Figura 72: Modelo conceptual de la base de datos	107
Figura 73: Diagrama de paquetes sistema SEEl	108
Figura 74: Diagrama de componentes sistema SEEl	110

Figura 75: Diagrama de despliegue sistema SEEII	111
Figura 76: Respuestas a pregunta: ¿Te gustó usar el programa?	116
Figura 77: Respuestas a pregunta: ¿Tuviste algún problema al hacer alguna de las tareas?	117
Figura 78: Respuestas a pregunta: ¿Preferirías usar este programa en lugar de responder una prueba en una hoja?	117
Figura 79: Prueba rendimiento para la parte administrativa.	121
Figura 80: Prueba rendimiento para la parte del estudiante.....	122
Figura 81: Red bayesiana del proceso de evaluación (Unidad Básica).....	123
Figura 82: Red bayesiana del proceso de evaluación (Farm Animals).....	126
Figura 83: Gráfica de las medianas de los resultados en cada concepto.....	128
Figura 84: Porcentaje de estudiantes en los perfiles Alto, Medio y Bajo (SEEII).	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Análisis de las herramientas para construcción de Redes Bayesianas.	32
Tabla II: Análisis de las API'S de reconocimiento de voz.	34
Tabla III: Cuadro comparativo de metodologías de desarrollo de software	35
Tabla IV: Parámetros de pregunta P1.....	42
Tabla V: Parámetros de tarea E1.....	44
Tabla VI: Requerimientos funcionales del sistema SEEII.....	47
Tabla VII: Actores del sistema SEEII	48
Tabla VIII: Determinación de casos de uso del sistema SEEII	49
Tabla IX: Caso de uso Autenticarse.....	51
Tabla X: Caso de uso Administrar usuarios.	52
Tabla XI: Caso de uso Administrar Plan de enseñanza.	55
Tabla XII: Caso de uso Asignar estudiantes a plan de enseñanza.....	58
Tabla XIII: Caso de uso Administrar temas.	59
Tabla XIV: Caso de uso Administrar conceptos.	62
Tabla XV: Caso de uso Administrar test.	64
Tabla XVI: Caso de uso administrar ítems de pregunta.	67
Tabla XVII: Caso de uso Obtener resultados de los estudiantes.....	69
Tabla XVIII: Caso de uso Responder a test.	70
Tabla XIX: Caso de uso Terminar contestación de test.....	73
Tabla XX: Caso de uso Obtener resultados de los test.	74
Tabla XXI: Tareas para prueba de usabilidad.	115
Tabla XXII: Preguntas realizadas a estudiantes (Prueba usabilidad)	115
Tabla XXIII: Análisis Jmeter para la administración.	119
Tabla XXIV: Análisis Jmeter para los estudiantes.	121

Tabla XXV: Lista de preguntas para tema Farm Animals.....	123
Tabla XXVI: Resultados de la evaluación según SEEI.....	127
Tabla XXVII: Recursos Humanos	132
Tabla XXVIII: Recursos Materiales	133
Tabla XXIX: Recursos Técnicos/Tecnológicos.....	133
Tabla XXX: Imprevistos	134
Tabla XXXI: Resumen de presupuesto utilizado	134

1. TÍTULO

“Desarrollo de un sistema web utilizando Redes Bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo”

2. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de un sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en niños de cinco a seis años. La finalidad del proyecto es enseñar inglés utilizando un Test Adaptativo Informatizado (TAI), para ello la aplicación, denominada Sistema de Enseñanza y Evaluación del Idioma Inglés (SEEI), debe adaptar el nivel de dificultad de las preguntas según el conocimiento demostrado por el estudiante.

La aplicación web SEEI está construida en base a los Test Adaptativos Informatizados y permite administrar usuarios, gestionar unidades, temas, conceptos y preguntas. Por otro lado, permite a los estudiantes la resolución de test creados, donde se evalúa las habilidades del niño al escuchar y hablar el idioma inglés para lo cual se utilizó reconocimiento de voz. El diagnóstico del nivel de conocimiento del estudiante se hace mediante la utilización de Redes Bayesianas.

El desarrollo del software se realizó siguiendo la metodología UWE (UML-Based Web Engineering) que se ajusta al desarrollo web, para la construcción del test adaptativo informatizado se siguió el procedimiento indicado por Olea, J. & Ponsoda, V., mientras que para la construcción de la red bayesiana se siguió el procedimiento indicado por Millán en su trabajo: Sistema bayesiano para modelado del alumno.

La aplicación se desarrolló utilizando el lenguaje JAVA, en el framework JSF y se utilizaron las herramientas de OpenMarkov para la construcción de redes bayesianas y Annyang para el reconocimiento de voz.

Al evaluar el funcionamiento de la aplicación con un grupo de niños de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo, se demostró que enseñar inglés con una aplicación basada en técnicas de inteligencia artificial permite que los niños mejoren las habilidades para escuchar y pronunciar el inglés.

SUMMARY

The present work has the objective the development of a web system using Bayesian networks for teaching of English language for children from 5 to 6 years old. The project purpose is teach English from Computerized Adaptive Test, for this, the application named: Teaching and English language evaluation system (SEEII), it should adapt difficulty level of the questions according to the knowledge demonstrated by the student.

The SEEII web application is built based on the Computerized Adaptive Test and it permits to manage units, themes, concepts, questions. By other side, it allows students solving tests created, where the system evaluates the child's skills when he or she listens and speaks English for which it was used speech recognition. The diagnosis of the student's knowledge is done by utilizing Bayesian Networks.

Software development was made following the UWE methodology (UML-Based Web Engineering) that conforms to web development; it followed the procedure specified by Olea, J. & Ponsoda, V, and while for the Bayesian network, it followed the procedure specified by Millán in her work: Bayesian system for student modeling.

The system was developed using Java language, at JSF framework and were used OpenMarkov tools for building Bayesian networks and Annyang for speech recognition.

To the evaluate the functioning of the application with a group of students of "Zoila Alvarado de Jaramillo" school, showed that teach English with an application based on artificial intelligence techniques allows children to improve skills to listen and speak English.

3. INTRODUCCIÓN

Las nuevas herramientas tecnológicas han tenido un gran impacto en la educación y la formación continua. El proceso de enseñanza-aprendizaje es complejo, lo cual ha dado origen a la creación de plataformas para la gestión del aprendizaje, mediante la construcción de Sistemas para la educación. Actualmente los sistemas asistidos por computadora para la enseñanza de inglés para niños, no son capaces de diagnosticar la situación en la que se encuentra el estudiante y de acuerdo a ello ofrecer una acción o solución que le permita progresar en el aprendizaje. En los sistemas tradicionales aplicados en la educación de asistencia por computadora no inteligente, el orden y plan de interacción son predefinidos lo cual puede acarrear consecuencias no deseables como el aburrimiento de alumnos con niveles altos de conocimiento y la frustración en los alumnos menos aventajados.

La informática ha demostrado que es posible suministrar al estudiante una instrucción individualizada y con privacidad, en este ámbito, la aplicación web para enseñanza y evaluación del idioma inglés a través de redes bayesianas busca proporcionar una herramienta para enseñar inglés a niños de cinco a seis años que se adapte al nivel de conocimiento demostrado por el estudiante. La aplicación desarrollada permite al docente optimizar el tiempo que toma la evaluación, además que ayuda a que el estudiante desarrolle sus habilidades para escuchar y pronunciar las palabras evaluadas.

El objetivo del presente trabajo ha sido desarrollar un sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en niños de cinco a seis años. Para ello se empleó la técnica de los Test Adaptativos Informatizados, seleccionando las Redes Bayesianas como estructura para representar el modelo del alumno. Este objetivo general puede descomponerse en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las herramientas utilizadas en la construcción de Redes Bayesianas y los API's de reconocimiento de voz disponibles.
- Desarrollar el sistema web empleando redes bayesianas para calcular la probabilidad de aprendizaje de los niños a través de Test adaptativos informatizados.

- Aplicar pruebas de funcionalidad y factibilidad del sistema web para enseñanza del inglés en un grupo de niños de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo.

El presente trabajo de titulación se encuentra estructurado a lo largo de 9 secciones:

Las tres primeras secciones corresponden al: TEMA, RESUMEN e INTRODUCCIÓN. En la cuarta se encuentra la REVISIÓN LITERARIA, en la que se describe la información relacionada con el proyecto desarrollado: Evaluación en la etapa infantil, la destreza oral productiva (Speaking) y receptiva (Listening) con las que se trabajó, una introducción a los sistemas tutores inteligentes, cómo se entiende el modelo del alumno, el uso de las Redes Bayesianas, los Test Adaptativos Informatizados (TAI) y cada uno de sus elementos, también se explica la estructura de una Red Bayesiana aplicada al diagnóstico del conocimiento de un alumno y las fórmulas utilizadas para el cálculo de las probabilidades.

La quinta sección corresponde a los MATERIALES Y MÉTODOS donde se detalla la metodología de desarrollo de software y los métodos y técnicas de investigación utilizadas a lo largo de todo el proyecto.

En la sexta sección se indican los RESULTADOS obtenidos, donde se explica las herramientas escogidas para la creación de la Red Bayesiana y para el reconocimiento de voz, el formato establecido para las preguntas, la estructura de la Red Bayesiana y el detalle de los elementos del TAI. También se expone los pasos realizados para el desarrollo de la aplicación usando la metodología UWE y las pruebas llevadas a cabo para la validación de la aplicación con un grupo de estudiantes de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo.

La séptima sección engloba la DISCUSIÓN donde se evalúa los resultados obtenidos según los objetivos planteados. Se resume los inconvenientes presentados en cada etapa, y la forma en que se los resolvió. Se concluye con la octava y novena sección en que se detalla las CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES del trabajo realizado.

4. REVISIÓN LITERARIA

4.1. EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN INFANTIL

La evaluación en la Educación Infantil tiene un carácter esencialmente formativo. Según [1], la forma en la que el maestro o la maestra lleven a cabo el proceso de evaluación va a influir notablemente en los resultados de aprendizaje de los alumnos, por ello, se considera necesario recoger información de la forma de evaluación, y de los procedimientos e instrumentos que el maestro o la maestra utiliza.

4.1.1. Tipos de evaluación

Según [2] el proyecto evaluador en la Educación Infantil está estructurado en tres fases:

Evaluación inicial o diagnóstica: proporciona información sobre el nivel de desarrollo de las capacidades del alumno. La información se obtiene de: Informe de los padres, informes médicos, psicopedagógicos, observación directa en el periodo de adaptación. Como vemos, esta evaluación inicial tiene por objeto proporcionar información sobre la situación de la que parte el niño al llegar a la escuela.

Evaluación procesual: proporciona la información necesaria para orientar y corregir el proceso educativo. Proporcionará información permanente sobre el alumno y también sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Evaluación final: a través de ella obtenemos la información precisa sobre los logros conseguidos y las propuestas de mejora para el futuro. Deberá realizarse a partir de los datos obtenidos en la evaluación procesual.

El presente trabajo se enfocará en la evaluación procesual y final.

4.1.2. Evaluación formativa

Es importante destacar que la evaluación en la etapa infantil ha cambiado radicalmente, como se menciona en [1] y [3]. Con la evaluación no se trata de valorar el grado de competencia de los niños, sino de descubrir el tipo de ayuda que necesitan para lograr el máximo nivel de competencia posible. Esta herramienta no es el final de proceso educativo sino que es una parte fundamental de dicho proceso. Los datos obtenidos de

la evaluación aportan la información necesaria para reconducir el proceso educativo y obtener un mayor éxito. Por eso actualmente se habla de la evaluación formativa no como una nueva forma de hacer exámenes, sino desde la idea de que la evaluación ha de tener siempre una finalidad educativa, que ayude al niño a aprender con más eficacia.

4.1.3. Los contenidos del área de inglés para primaria

Según [4], los contenidos dentro de las Unidades Didácticas se agrupan en torno a tres tipos de contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes:

Los contenidos conceptuales, en la etapa infantil el mundo experiencial de los niños se refiere a lo concreto (lo que les rodea), por lo tanto, la selección de los contenidos temáticos se hará en función de los intereses y necesidades de los alumnos, por ejemplo temas como: *my family, food and drinks, my village, clothes, etc.*, tienen que ser prioritarios, en la Figura 1 se puede ver un ejemplo de los contenidos conceptuales que corresponden al tema *La Ropa* del cuarto curso de primaria.

Funciones	Receptivos	Productivos	Léxico
Identificar prendas de vestir y colores	<ul style="list-style-type: none"> - Do you know what this is? - What's this? - What are these/they? - It's a./ They're (a pair of).. - Is it a./Are they..? - Yes it is/ No it isn't - Yes they are/ No they aren't - What colour is /are..? - It's../ They're ..navy blue, (light/dark) + adj + noun 	<ul style="list-style-type: none"> - It's a./ They're a pair of.. - Is it a./Are they..? - Yes it is/ No it isn't - Yes they are/ No they aren't - What colour is /are..? - It's../ They're ..navy blue, (light/dark) + adj + noun 	Prendas de vestir que llevan los niños y colores
Describir la ropa que llevan ellos u otras personas	<ul style="list-style-type: none"> - What are you wearing? - What is he/she wearing? - I'm/He/She's wearing (a).., (a) and (a).. 	<ul style="list-style-type: none"> - What are you wearing? - What is he/she wearing? - I'm/He/She's wearing (a).., (a) and (a).. 	
Pedir y dar información física sobre otra persona:	<ul style="list-style-type: none"> - What colour hair/ eyes has he/she got? - What colour is/are his/ her hair/eyes? - It's../They're.. - Has he/she got + (light/dark) + adj + eyes/hair? - Yes he/she has 	<ul style="list-style-type: none"> - What colour is/are his/ her hair/eyes? - It's../They're.. - Has he/she got + (light/dark) + adj + eyes/hair? - Yes he/she has - No he/she hasn't - He/ She's + adj 	Colores y adjetivos relaciona-

Figura 1: Ejemplo contenidos conceptuales [4].

Los contenidos de procedimiento, un procedimiento es el conjunto de estrategias y técnicas que el alumno activa para alcanzar unas metas, que representan a los procesos de comprensión y expresión, tanto oral como escrita. De acuerdo con la actividad, esta podrá activar una o varias de las siguientes acciones: reconocer, identificar, emparejar, ordenar, distribuir, secuenciar, describir, comparar, recordar, resolver un problema, etc. Se puede ver en la Figura 2 algunos ejemplos de contenidos de procedimiento.

Receptivos	Productivos
Captar e interpretar expresiones gestuales, mímica y corporales, tendentes a compensar carencias lingüísticas en la comunicación.	Expresar significados y demostrar comprensión por medio de respuestas verbales.
Comprender textos sencillos orales (narraciones, órdenes, instrucciones, etc) utilizando estrategias de comprensión global.	Producir sencillas descripciones orales de personas.
Asociar expresiones o patrones lingüísticos con las funciones de lenguaje correspondientes a los contenidos conceptuales.	Producir de forma contextualizada patrones lingüísticos con una intencionalidad comunicativa.
Reconocer las distintas entonaciones utilizadas para preguntar, afirmar, negar y enfatizar.	Reproducir las distintas entonaciones utilizadas para preguntar, afirmar, negar y enfatizar.
Asociar descripciones con fotos o dibujos.	Interaccionar con el profesor u otros alumnos con los modelos lingüísticos correspondientes. Participar en intercambios orales sencillos. Mantener conversaciones sencillas sobre el tema correspondiente.
Reconocer el significado de palabras escritas previamente utilizadas a nivel oral.	Escribir correctamente una relación del vocabulario previamente asimilado en la comunicación oral.
Asociar grafías con sonidos.	Utilizar correspondencias gráfico-fónicas para escribir palabras conocidas.
Desarrollar la capacidad de lectura global/ Captar el tema principal en un texto escrito.	Producir textos escritos breves y sencillos, respetando las reglas básicas del código escrito.
Inferir el significado de sencillos mensajes escritos.	Producir textos escritos breves a partir de un esquema.
Transferir lo asimilado y practicado a situaciones nuevas de comunicación.	

Figura 2: Ejemplo contenidos de procedimiento [4].

Los contenidos de actitud, finalmente, los contenidos de actitud están orientados al desarrollo de actitudes positivas y capacidades naturales que aporta el alumno, así como hacia el refuerzo de su autoconfianza. Se pueden ver algunos contenidos de actitud en la Figura 3.

Tendientes a controlar el propio aprendizaje
Aceptar la utilización de la L2, de manera progresiva, como medio de comunicación en el aula.
Interés por conocer el vocabulario y los modelos lingüísticos que les permiten expresar necesidades de comunicación.
Atención y respeto hacia los mensajes orales emitidos por el profesor y los compañeros.
Desarrollar el sentido de la autocrítica y la auto-evaluación.
Tendientes a regular los factores afectivos
Aumentar la confianza en sí mismo. Reconocimiento de la capacidad personal para progresar y llegar a un buen nivel de uso de L2.
Eliminar el miedo al error. Tomar riesgos.
Tendientes a promover los procesos colaborativos
Desarrollar el espíritu de colaboración, aceptando que también se aprende de los compañeros
Respeto y cumplimiento de los acuerdos colectivos.

Figura 3: Ejemplo contenidos de actitud [4].

4.1.4. Destrezas receptivas y productivas

La metodología para enseñar un segundo idioma debe estar basada en la comunicación oral [5]. Se identifican cuatro destrezas que deben desarrollarse: destrezas orales receptivas (listening), productivas (speaking) y destrezas escritas receptivas (reading) y productivas (writting). De la entrevista sostenida con el centro educativo “Fine Tuned English” y la entrevista realizada a la docente de la escuela “Zoila Alvarado de Jaramillo”, se concluyó que para la edad de 5 a 6 años se trabajarán las destrezas orales receptivas y productivas. Estas destrezas se pueden trabajar, como se explica a continuación [6]:

- **Destrezas orales receptivas (Listening)**, tienen que aprender a reconocer sonidos, palabras y estructuras de la lengua extranjera, hay muchas maneras para ayudarles en las actividades orales, se les puede ofrecer soporte visual, utilizar gestos y expresiones faciales, historias que tengan rima, entonación que les haga concentrarse mientras escuchan, los principales recursos para apoyar la comprensión oral son el profesor y los auxiliares de conversación.
- **Destrezas orales productivas (Speaking)**, los profesores deberán hablar en inglés todo el tiempo y recompensar el uso del mismo por parte de los alumnos, de manera que tanto ellos como los auxiliares de conversación, usen el inglés automáticamente. Los auxiliares de conversación pueden reforzar y tener conversaciones personales con los alumnos.

4.2. SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES Y EL PROBLEMA DEL MODELADO DEL ALUMNO

La aplicación web emula a un tutor inteligente, puesto que el objetivo que se persigue es que durante la evaluación la dificultad de la misma se adapte al alumno. Esta es una característica de los tutores inteligentes. Por lo que fue importante estudiarlos para lograr una solución satisfactoria.

4.2.1. Introducción

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) son programas que emulan la forma en que un tutor humano guía a un alumno en su proceso de aprendizaje, para conseguir esta característica el programa posee un amplio conocimiento sobre la materia que enseña, y trasmite este conocimiento con un proceso interactivo individualizado [7].

4.2.2. Arquitectura de los Sistemas Tutores Inteligentes

La arquitectura básica de un STI consta de un módulo experto, un módulo del alumno y un módulo instructor [8]:

Módulo Experto. Contiene el conocimiento acerca de la materia que se pretende enseñar.

Módulo del alumno. Guarda la información que se genera durante la interacción del alumno con el sistema. Esta información puede compararse con la contenida en el módulo Experto, y ser usada para tomar decisiones didácticas que guiarán al alumno. El módulo del alumno es una representación cualitativa aproximada, probablemente parcial, del conocimiento del alumno sobre cierto dominio.

Módulo instructor. Controla los planes y decisiones pedagógicas. Cada dominio y cada alumno deben ser evaluados de forma independiente.

4.2.3. El problema del modelado del alumno.

La característica distintiva de un Sistema Tutor Inteligente es su capacidad de adaptación al alumno. En estudios como el de [9] se indica que la forma más efectiva

de aprendizaje es la instrucción individualizada, indicando los buenos resultados que esta tiene por sobre los métodos tradicionales.

El modelo del alumno representa el estado actual del conocimiento que tiene un alumno, y al proceso encargado de manipular esta estructura se lo llama *diagnóstico*. En [10] se manifiesta que los aspectos principales en el problema de modelado del alumno son:

- Selección de la estructura, que se usa para representar el modelo del alumno, suele almacenarse en un vector, en una red semántica, en una Red Bayesiana, en forma de afirmaciones, etc.
- Inicialización del modelo del alumno, que es dar el punto de partida cuando comienza la interacción del alumno con el sistema.
- Diagnóstico, se lleva a cabo durante la interacción con el sistema. Este procedimiento actualizará el modelo del alumno tras sus interacciones con el sistema, utilizando el modelo del alumno actual y su comportamiento en el proceso de enseñanza.

El modelado del alumno se utiliza para generar problemas adecuados a su nivel de conocimiento, y seleccionar las estrategias tutoriales más apropiadas, así como consejos, ayudas y explicaciones.

4.3. REDES BAYESIANAS

4.3.1. Introducción

Las Redes Bayesianas se usan para modelar fenómenos mediante variables y relaciones de dependencia entre ellas, con este modelo se toma las probabilidades iniciales (a priori) de un conjunto de variables conocidas para estimar la probabilidad posterior para las variables desconocidas, estas características hacen que las Redes Bayesianas sean muy utilizadas para clasificación, predicción, diagnóstico, entre otros [11].

Por tal motivo, una Red Bayesiana es una representación gráfica de dependencias para llevar a cabo un razonamiento probabilístico. En la Red Bayesiana los nodos representan variables aleatorias, que a su vez representa una entidad del mundo real y los arcos representan relaciones de dependencia directa entre las variables.

4.3.2. Conceptos básicos de Redes Bayesianas

Red Causal. En [12], [13] se indica que una red causal es un grafo dirigido acíclico, es decir, un conjunto de variables y arcos dirigidos entre dichas variables, donde los arcos representan una relación de dependencia directa.

A partir de esta red causal, se puede establecer las siguientes relaciones [14]:

- A es padre de B si hay un arco dirigido de A hasta B ($A \rightarrow B$), también se dice que B es hijo de A.
- A es antecesor de B si existe un camino de tal forma que al partir de A se llegue a B, análogamente se dirá que B es un descendiente de A.

Evidencia. A la información sobre el estado de una variable se le llama evidencia sobre dicha variable [12], en otras palabras es la observación de un evento.

Probabilidad a priori. $P(A)$ es la probabilidad a priori de A, y es el grado de creencia sin contar con otra información [12].

Probabilidad conjunta. Especifica la probabilidad de cada combinación posible de estados para cada variable de un conjunto $\{X, Y, Z\}$ [12], es decir $P(x_i, y_j, \dots, z_k) \forall i, j, \dots, k$, de manera que se cumple:

$$\sum_{i,j,\dots,k} P(x_i, y_j, \dots, z_k) = 1$$

Probabilidad a posteriori o condicional. $P(A|B)$ es la probabilidad a posteriori de A dada la evidencia B, esto quiere decir que es el grado de creencia de A tras la observación de B [12].

Teorema de Bayes. Es una fórmula que permite solucionar problemas en caso de ausencia de información a priori que imposibiliten realizar los cálculos directamente [15]. Permite relacionar las probabilidades de unas evidencias con otras con la siguiente fórmula.

$$P(Y|X) = \frac{P(X|Y)P(Y)}{P(X)}$$

Las Redes Bayesianas reciben su nombre por utilizar este teorema en la actualización de sus probabilidades. Sin embargo, en redes donde existen muchas variables se utiliza métodos de propagación eficientes que parten del Teorema de Bayes [16].

Regla de la cadena. Suponiendo que tuviésemos una red con N nodos y con variables binarias, haría falta conocer 2^N-1 valores para obtener la distribución de probabilidad conjunta. Sin embargo, las condiciones de independencia condicional permiten que no sea necesario conocer todos estos valores aplicando el teorema de la Regla de la cadena [12]. En [17] se explica que dada una Red Bayesiana que tiene un conjunto de variables, $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, la distribución de probabilidad conjunta de X se puede expresar de la siguiente forma:

$$P(X) = \prod_{i=1}^n P(X_i | X_{n(i)})$$

Esta es la regla de la cadena, donde $X_{n(i)}$ son las variables predecesoras inmediatas de la variable X_i .

La importancia de este teorema es que nos permite describir una Red Bayesiana a partir de la probabilidad condicionada de cada nodo (o la probabilidad a priori en el caso de nodos sin padres) en lugar de dar la probabilidad conjunta, que, requiere un número de parámetros exponencial en el número de nodos, logrando de esta manera que el número de parámetros requerido para dar las probabilidades condicionadas sea mucho menor.

Inferencia. También llamado propagación de probabilidades, es el proceso para calcular la distribución de probabilidad conjunta de una Red Bayesiana dada una evidencia. Existen muchos algoritmos para realizar la inferencia en una Red Bayesiana, que dependen del tipo del grafo y de si obtienen la probabilidad de una variable a la vez o de todas. Los principales tipos de algoritmos de inferencia son [14]:

- Algoritmo de eliminación (*variable elimination*), aplicable a cualquier estructura, una variable a la vez.
- Algoritmo de propagación de Pearl, para una estructura sencillamente conectada, cualquier variable.
- Algoritmos de agrupamiento, simulación estocástica y condicionamiento, estos tres algoritmos se utilizan para cualquier estructura y cualquier variable.

A continuación se presenta una definición más formal de una Red Bayesiana.

Red bayesiana. En [17] se explica la Red Bayesiana como una tripleta (V, D, P) , donde V es un conjunto de variables, D es un grafo acíclico dirigido cuyos nodos están etiquetados con los elementos de V y los arcos dirigidos indican una relación de influencia, P es una distribución conjunta sobre V .

4.3.3. Ejemplo Red Bayesiana en cálculo de conocimiento

Para entender mejor se propone el siguiente ejemplo extraído de [10]:

Supongamos que tenemos una Red Bayesiana como se ilustra en la Figura 4, donde C representa el conocimiento del alumno sobre cierto concepto C y P_1 su capacidad de resolver correctamente a la pregunta P_1 relativa al concepto. Entonces, que el alumno sepa el concepto C tiene influencia causal en que pueda responder bien a la pregunta P_1 , lo cual se expresa mediante el arco dirigido.

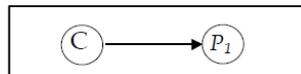


Figura 4: Red bayesiana con dos nodos [10].

La notación usada será la siguiente: si X es una variable binaria, denotaremos por $+x$ la presencia de aquello a lo que representa y por $\neg x$ a su ausencia. Así, por ejemplo en este caso $+c$ significará “el alumno conoce el concepto C ” y $\neg c$ “el alumno no conoce el concepto C ”; $+p_1$ significará “el alumno es capaz de resolver correctamente la pregunta P_1 ” y $\neg p_1$ “el alumno no es capaz de resolver correctamente la pregunta P_1 ”.

La información cuantitativa de una Red Bayesiana viene dada por:

- La probabilidad a priori de los nodos que no tienen padres.
- La probabilidad condicionada de los nodos con padres.

Por tanto, en el ejemplo los datos que debemos conocer son $P(c)$ y $P(p_1/c)$. Así, la Red Bayesiana completa sería la que se muestra en la Figura 5.

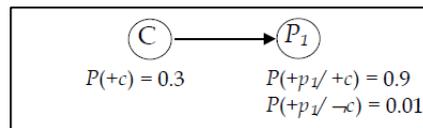


Figura 5: Red bayesiana con parámetros.

Veamos qué significado tienen en este caso estos valores:

$P(+c) = 0.3$ indica que el 30% de los alumnos del grupo en estudio conocen el concepto.

$P(+p1/+c) = 0.9$ indica que el 90% de los alumnos que conocen el concepto C responden correctamente a la pregunta P1. Esto quiere decir que incluso los alumnos que conocen el concepto pueden tener un despiste y contestar mal a la pregunta (en una proporción del 10%).

$P(+p1/-c) = 0.01$ significa que sólo el 1% de los alumnos que no conocen el concepto C son capaces de contestar correctamente a la pregunta P1. Este parámetro indica por tanto qué alumnos que no conocen el concepto pueden adivinar la respuesta correcta a la pregunta P1.

Conociendo estos datos, podemos calcular:

a) La probabilidad a priori de que un alumno cualquiera conteste correctamente a la pregunta P1,

$$P(+p1) = P(+p1/+c) \cdot P(+c) + P(+p1/-c) \cdot P(-c) = 0.277$$

$$P(-p1) = P(-p1/+c) \cdot P(+c) + P(-p1/-c) \cdot P(-c) = 0.723$$

b) Las probabilidades a posteriori dada una evidencia observada e, $P^*(c) = P(c/e)$.

Supongamos que la evidencia observada es que cierto alumno ha contestado correctamente a la pregunta P1. ¿Qué probabilidad hay ahora de que conozca el concepto C? Si no existiese posibilidad ninguna de que un alumno que no conozca el concepto C responda bien a la pregunta P1, esa probabilidad sería 1, pero como no es así tenemos que calcular $P^*(+c) = P(+c/+p1)$. Para ello aplicamos el teorema de Bayes y obtenemos que:

$$P^*(+c) = P(+c/+p1) = \frac{P(+c) \cdot P(+p1/+c)}{P(+p1)} = \frac{0.3 \cdot 0.9}{0.277} = 0.97473$$

La expresión general del teorema de Bayes que hemos utilizado está explicada en la Ecuación 3.2.1.

$$P^*(c) = P(c/p_1) = \frac{P(c) \cdot P(p_1/c)}{P(p_1)}.$$

Ecuación 4.3.3.1

4.4. TEST ADAPTATIVOS INFORMATIZADOS

El uso de los tests para la evaluación es una técnica ampliamente usada en el campo de la educación como se indica en [18] y [19], en los métodos tradicionales de diseño y administración de tests orientados a grupos se tiene la ventaja de ser menos costosos en tiempo y recursos que los individuales y además todos los examinandos están en igualdad de condiciones. Pero este hecho puede acarrear consecuencias no deseables como el aburrimiento de alumnos con niveles altos de conocimiento o el desconcierto y la frustración en los alumnos menos aventajados. A principios de los 70 surgieron trabajos que apuntaban que el uso de test más flexibles aliviaría en parte estos problemas como se indica en [20]. “La idea básica de un test adaptativo es imitar lo que un examinador sensato haría” [21], es decir, si se hace una pregunta que resulta ser demasiado difícil, la siguiente debería ser más fácil.

Si bien las aplicaciones iniciales de Tests Adaptativos se pueden remontar a los trabajos realizado por Binet [22] [23], la idea de ajustar el test a un individuo de una forma automatizada según las respuestas del examinado viene de una sugerencia de Bill Turnbull (segundo presidente de ETS) a Frederick Lord en los años 60. Es así como en los años 80 Frederick M. Lord empezó un amplio programa de investigación sobre los *Test adaptativos informatizados* (TAI) [24] [25] [26], que básicamente son test administrados por ordenador donde la presentación de cada ítem y la decisión de finalizar el test se toman de forma dinámica basándose en la respuesta del alumno y en la estimación de su nivel de conocimiento [19].

4.4.1. Algoritmo del Test adaptativo informatizado

Un TAI es un algoritmo iterativo (Figura 6) que comienza con una estimación inicial del nivel de conocimiento del alumno y que tiene los siguientes pasos [10]:

- a. Todas las preguntas que no se han administrado todavía son examinadas para determinar cuál será la mejor para ser propuesta a continuación, según el nivel de conocimiento estimado del alumno.
- b. La pregunta es planteada y el alumno responde.
- c. De acuerdo con la respuesta del alumno, se realiza una nueva estimación de su nivel de conocimiento. Los pasos del 1 al 3 se repiten hasta que se cumpla alguno de los criterios de terminación definidos.

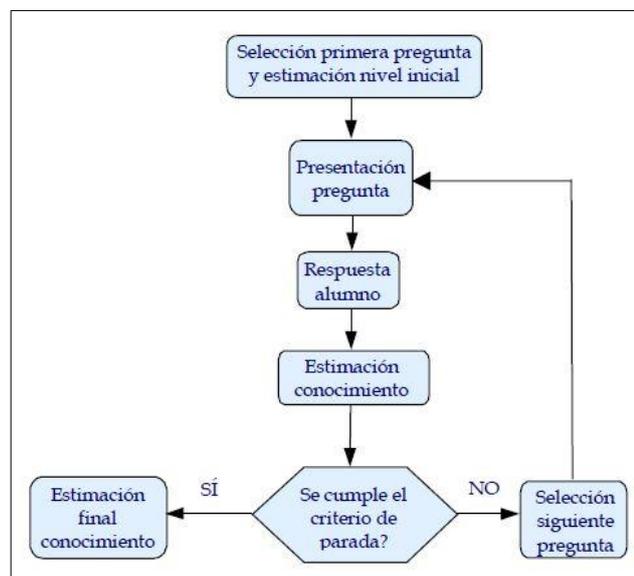


Figura 6: Diagrama de flujo de un test adaptativo [10].

4.4.2. Elementos de un Test adaptativo informatizado

Los elementos básicos de un TAI son [27]:

- Modelo de respuesta del ítem, este modelo describe como el sujeto responde al ítem según su nivel de conocimiento. La medida ha de ser invariante con respecto al sujeto al que se le aplica el test.
- Banco de preguntas, constituye uno de los elementos fundamentales para la creación de un TAI. Para definir un banco de preguntas eficiente se deben especificar las distintas áreas de conocimiento del dominio. El banco de preguntas debe contener ítems en suficiente número variedad y niveles de dificultad [28].

- Nivel de conocimiento de entrada, elegir de forma adecuada el nivel de dificultad de la primera pregunta que se realice en el test puede reducir sensiblemente la longitud del mismo [29].
- Método de selección de preguntas, un test adaptativo selecciona el siguiente ítem que va a ser presentado en cada momento en función del nivel estimado del conocimiento del alumno y de las respuestas a los ítems previamente administrados.
- Criterio de terminación, para decidir cuándo debe finalizar un test se pueden usar diferentes criterios tales como parar cuando se haya alcanzado una precisión determinada en la medida del nivel de conocimiento, cuando se hayan planteado un número determinado de ítems, etc.

4.4.2.1. Teoría de respuesta al ítem

La *Teoría de la respuesta al ítem* (TRI) es la teoría psicométrica que se utiliza en la mayoría de los TAIs, Su nombre se deriva de la consideración del ítem como la unidad fundamental del test, en lugar de las puntuaciones totales, como era habitual en la Teoría Clásica de Tests. Algunas de las características de la TRI son [10]:

- a) Suponen la existencia de un rasgo o aptitud única que explica el rendimiento/comportamiento del examinado en el test. Por ejemplo, en un test de evaluación es el nivel de conocimiento del alumno.
- b) La relación entre la aptitud y la respuesta del sujeto a cada ítem puede explicarse por medio de una función que establece las probabilidades de la respuesta correcta, denominada *Curva Característica del Ítem* (CCI).

Para cada nivel de aptitud θ habrá una probabilidad de responder correctamente al ítem (1) o responder incorrectamente (0), la cual se representa por $P(U=1/\theta)$ o abreviadamente $P(\theta)$, que es la Curva Característica del Ítem. Típicamente, la gráfica de esta función tiende a 0 para valores pequeños de θ y a 1 para valores grandes.

Existen muchas funciones que cumplen la propiedad que debe tener una CCI, las cuales se diferencian por la forma y los parámetros. A continuación se describen algunos parámetros que se usan para las preguntas de un test [10]:

- Dificultad, este factor describe la aptitud que requiere el ítem para ser contestado correctamente, en la Figura 7 se muestra los posibles CCIs que se diferencian por su nivel de dificultad.

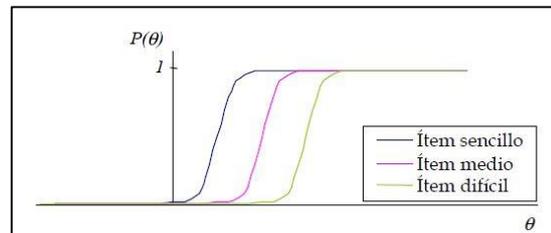


Figura 7: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes niveles de dificultad [10].

- Nivel de discriminación, este factor indica hasta qué punto el ítem permite diferenciar entre los sujetos que tienen una aptitud inferior a la posición del ítem y los que tienen una aptitud superior, en la figura se indican CCIs con diferentes factores de discriminación.

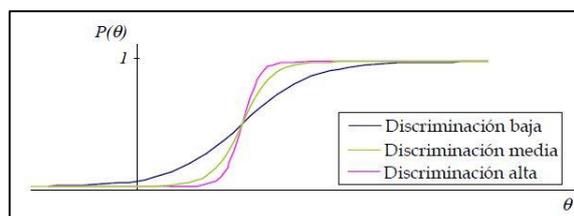


Figura 8: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes factores de discriminación [10].

- Factor de adivinanza, representa la probabilidad de que un alumno de aptitud baja conteste correctamente a la pregunta.
- Factor de distracción, representa la probabilidad de que un alumno con aptitud alta no conteste correctamente a la pregunta.

La Figura 9 muestra los factores de adivinanza, representado por la letra c y el factor distracción, representado por $1-d$.

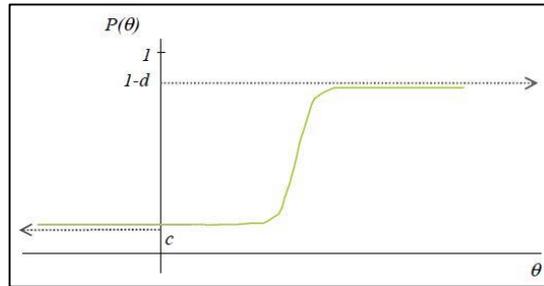


Figura 9: CCI con factores de adivinanza y distracción no nulos [10].

Hay muchas funciones que muestran este comportamiento. Actualmente se usan los llamados *Modelos Logísticos*, basados en la función de distribución logística y el más utilizado es el *Modelo Logístico de tres parámetros*, en el que la CCI de la pregunta i -ésima se describe mediante la Ecuación 4.4.2.1.1.

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-1.7 a_i (\theta - b_i)}}, \quad \theta \in (-\infty, +\infty),$$

Ecuación 4.4.2.1.1.

Donde a_i es el factor de discriminación, b_i el nivel de dificultad y c_i el factor de adivinanza de la pregunta i -ésima.

4.4.2.2. Banco de preguntas

Según lo especificado en [10], el uso de la función logística permite introducir en las preguntas los parámetros usuales en la TRI: factor adivinanza, dificultad y discriminación. Al utilizar el modelo logístico de tres parámetros como modelo de respuesta, se especifica que para que el test produzca estimaciones más precisas utilizando un menor número de preguntas, el banco de preguntas debe tener las siguientes características:

- Los ítems deben tener elevados factores de discriminación (por encima de 1), para realizar estimaciones precisas con pocos ítems.
- La distribución de frecuencias debe ser aproximadamente uniforme, es decir, un número parecido de ítems en cada nivel de dificultad.

4.4.2.3. Nivel inicial

Para ello se puede utilizar la información que haya disponible sobre el alumno en cuestión. En ausencia de información se utilizará la distribución uniforme, es decir, se considera igualmente probable que domine el concepto o que no lo domine [10].

4.4.2.4. Criterios de selección de preguntas

Para seleccionar una pregunta se encuentra la utilidad máxima del conjunto de preguntas, la utilidad se define como la ganancia esperada de información. Es decir, se calcula cuánto cambiará la probabilidad de C según el resultado del nodo evidencia P [10]. Por tanto, el nodo evidencia más informativo para cierto ítem será aquel que tenga utilidad máxima.

En el trabajo de Millán [10], se propone varios criterios de selección de preguntas, evaluados mediante el uso de alumnos simulados, la autora indica que se obtuvo mejores resultados con el *criterio condicionado a la probabilidad de la pregunta* que a continuación se describe:

Este criterio se basa en dirigir el diagnóstico en la misma línea del comportamiento mostrado por el alumno en las preguntas formuladas previamente.

La utilidad de la pregunta se va a definir como la sensibilidad o la especificidad de la misma. Se elige la pregunta más específica en función de si el alumno está demostrando tener conocimiento del concepto o no, lo cual se hace a partir de la probabilidad de la pregunta. Esta utilidad se calcula mediante la siguiente expresión:

$$U(P,C) = \begin{cases} \max_{C \in pa(P)} P(P=1/C=1) & \text{si } P(P=1) > P(P=0) \\ \max_{C \in pa(P)} P(P=0/C=0) & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad \text{Ecuación 4.4.2.4.1}$$

4.4.2.5. Criterios de terminación

Los criterios de terminación pueden ser varios, en [10] se ha utilizado una combinación de dos criterios de parada:

- Al alcanzar un número máximo de preguntas, que garantiza test que no sean demasiado largos.

- Cuando todos los conceptos han sido evaluados, teniendo en cuenta que si la probabilidad de dominar un concepto es mayor o igual a $1-s$ se considera que el concepto se conoce, si es menor a s se considera que el concepto se desconoce y si está en el rango de s y $1-s$ se considera no evaluado.

Al establecer un número máximo de preguntas se indica que un test puede terminar aun cuando no todos los conceptos han sido evaluados.

4.5. CONSTRUCCIÓN DE UNA RED BAYESIANA

Según [30], el desarrollo de un modelo para una Red Bayesiana (red probabilística) puede ser dividido en tres fases:

Definir el modelo, es decir:

- Especificar variables relevantes.
- Especificar la dependencia estructural entre variables.
- Asignar probabilidades de componentes para el modelo.

Construir el motor de inferencia.

Utilice el motor de inferencia para el análisis de cada caso individual, es decir:

- Inicializar potenciales en el árbol de conexiones.
- Realizar propagación local, teniendo en cuenta las pruebas.
- Encuentra distribuciones marginales de nodo.

4.6. DIAGNÓSTICO MEDIANTE REDES BAYESIANAS

Para utilizar Redes Bayesianas en el diagnóstico del alumno se debe definir el modelo estructural que servirá en el proceso evaluador. En el modelo estructural se debe especificar los elementos básicos que son: variables, enlaces y parámetros. A continuación se presenta un modelo estructural desarrollado en [10], que no solo permite realizar el diagnóstico a diferentes niveles de granularidad, sino que propone simplificaciones notables para la especificación de los parámetros:

4.6.1. Variables

Se considera dos tipos básicos de variables: variables para medir el grado de conocimiento alcanzado por el alumno, y variables para recolectar evidencia. A su vez, y para una evaluación más detallada, las variables de conocimiento se definen a diferentes niveles de granularidad. Describimos a continuación cada uno de estos tipos.

4.6.1.1. Variables para medir el conocimiento del alumno.

Se utiliza tres niveles de granularidad:

- En el nivel inferior aparecen los *conceptos*, que representan las unidades mínimas en las que se puede descomponer el conocimiento.

Para representar un concepto se utiliza una variable aleatoria denotada por C que tiene una distribución de Bernouilli, es decir, tomará el valor 1 cuando el alumno conozca ese concepto y el valor 0 cuando no lo conozca.

La ley de probabilidad de la variable C estará dada por:

$$P(C = x) = p^x(1 - p)^{1-x} \quad \text{Ecuación 4.6.1.1.1}$$

Donde p es la probabilidad de que el alumno conozca el concepto C, y x puede tomar los valores cero o uno.

- El nivel inmediatamente anterior contiene los *temas*, que son agrupaciones de conceptos. El tema es un par (C, w), donde:
 - C es un conjunto de conceptos $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ independientes entre sí.
 - $w = (w_1, \dots, w_n)$ son los pesos que miden la importancia relativa de cada concepto en el tema al que pertenece. Supondremos que los pesos serán iguales a uno.

Para representar el conocimiento del alumno acerca de un tema, utilizaremos una variable aleatoria T que definiremos de la siguiente forma:

$$T = \sum_{j=1}^n w_j C_j \quad \text{Ecuación 4.6.1.1.2}$$

- Por último, aparecen las *asignaturas*, que son agrupaciones de temas. En este sentido la asignatura es un par (T, α), donde:
 - T es un conjunto de temas $T = \{T_1, \dots, T_s\}$ independientes entre sí.

- $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_s)$ son los pesos que miden la importancia relativa de cada tema en la asignatura a la que pertenece. Supondremos también que los pesos serán iguales a uno.

Para representar el conocimiento del alumno acerca de una asignatura, utilizaremos una variable aleatoria A que definiremos de la siguiente forma:

$$A = \sum_{i=1}^S \alpha_i T_i \quad \text{Ecuación 4.6.1.1.3}$$

Consideremos que todos los nodos son binarios, pero la interpretación que se da a la probabilidad de los distintos tipos de nodo es diferente: en los nodos concepto, representan la probabilidad de que el concepto se conozca o no se conozca, mientras que en los nodos asignatura y tema la probabilidad se interpreta como una medida del grado de conocimiento alcanzado en el tema y la asignatura. La justificación que permite considerar las probabilidades de esta forma aparece en [31].

4.6.1.2. Variables para recolectar evidencia

Estas variables permiten recoger la información sobre el estado de conocimiento del alumno. En [10] se indica dos tipos de variables: preguntas tipo test multi-respuesta, tipo ejercicio.

Para nuestro proyecto se ha utilizado las preguntas tipo test multi-respuesta. Las respuestas a dichas preguntas pueden ser correctas o incorrectas, para representarlas se utiliza una variable denotada por P y que tiene una distribución de Bernouilli, es decir, tomará el valor 1 al elegir una respuesta correcta, y 0 al elegir una respuesta incorrecta. La ley de probabilidad de P vendrá por tanto dada por:

$$P(P = x) = p^x (1 - p)^{1-x} \quad \text{Ecuación 4.6.1.2.1}$$

Donde p es la probabilidad de que el alumno responda correctamente a la pregunta P , y x puede tomar los valores cero o uno.

Además se ha utilizado las preguntas tipo ejercicio. En donde se puede involucrar uno o más conceptos, además de la particularidad de no denotarse por el número de ítems que se involucren en la pregunta, ya que como su nombre lo indica se trata de resolver un ejercicio, problema o tarea. Se utiliza una variable denotada por E que toma el valor

1 al contestar correctamente o 0 al contestar incorrectamente. La ley de probabilidad de E estará dada por:

$$P(E = x) = p^x(1 - p)^{1-x} \quad \text{Ecuación 4.6.1.2.2}$$

Donde p es la probabilidad de que el alumno responda correctamente al ejercicio E, y x puede tomar los valores cero o uno.

4.6.2. Enlaces

Luego del respectivo análisis, se concluyó en [10] las relaciones entre las variables mencionadas, el cual se presenta a continuación:

- Respecto a las relaciones entre variables para medir el conocimiento, se considera que dominar un nodo de conocimiento tiene influencia causal en dominar aquellos nodos de conocimiento del nivel inmediatamente anterior en la jerarquía de granularidad que estén con él relacionados.
- En cuanto a la relación entre variables para recolectar evidencia, se considera que poseer el conocimiento de ciertas partes del currículum tiene influencia causal en que las situaciones donde se hace uso de tal conocimiento se resuelvan correctamente.

La Red Bayesiana resultante se muestra en la Figura 10, donde los nodos se han etiquetado de la siguiente forma: A representa al nodo asignatura, cada T_i representa un nodo tema, cada C_i representa un nodo concepto y cada P_i un nodo pregunta tipo test.

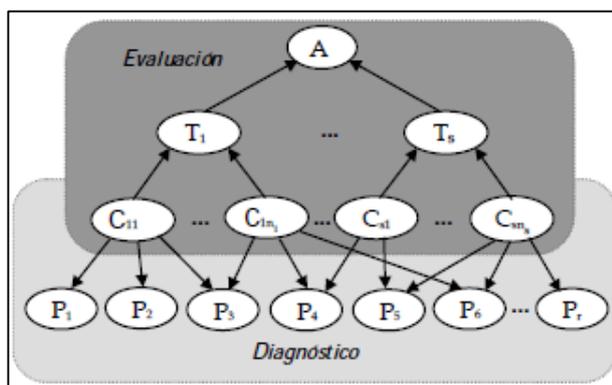


Figura 10: Red bayesiana para el diagnóstico mediante test [10].

Como podemos apreciar, la Red Bayesiana se divide en dos partes [10]:

- La parte que soporta el **proceso de diagnóstico**, en el que se determina el conjunto de conceptos que un alumno conoce o no conoce, a partir de las respuestas que ha dado.
- La parte que soporta el **proceso de evaluación**, en el que a partir de los resultados obtenidos en el proceso anterior se determina una medida del grado de conocimiento alcanzado por el alumno, tanto en la asignatura como en cada uno de los temas de los que consta.

Cada una de estas partes se modela con un tipo de Red Bayesiana diferente: la evaluación se modela con una Red Bayesiana clásica, mientras que para el diagnóstico se utiliza una Red Bayesiana dinámica, puesto que en este caso los nodos tipo evidencia cambian con el tiempo, por ejemplo si un alumno contesta correctamente a una pregunta relacionada con ciertos conceptos no quiere decir que siempre que le planteásemos una pregunta relacionada con tales conceptos la contestase correctamente [32].

La relación entre dos etapas sucesivas de la Red Bayesiana dinámica se representa en la Figura 11, donde los enlaces entre las dos etapas se han representado en trazo discontinuo, el comportamiento de esta Red Bayesiana dinámica puede ser emulado con un nuevo tipo de Red Bayesiana, que tiene la ventaja de que su manejo e implementación es más sencillo y su comportamiento es equivalente y que en [10] se ha llamado *refresco*, el proceso de refrescar el nodo E_i se define de la siguiente forma:

- Paso 1. Se actualizan las probabilidades de todos los nodos de la red dada la evidencia E .
- Paso 2. Se reemplaza la red anterior por una nueva red en la que las probabilidades a priori de los nodos sin padres se igualan a las calculadas en la etapa anterior, y las probabilidades condicionadas del resto de los nodos no cambian, volviendo a quedar el nodo donde se adquirió evidencia disponible.

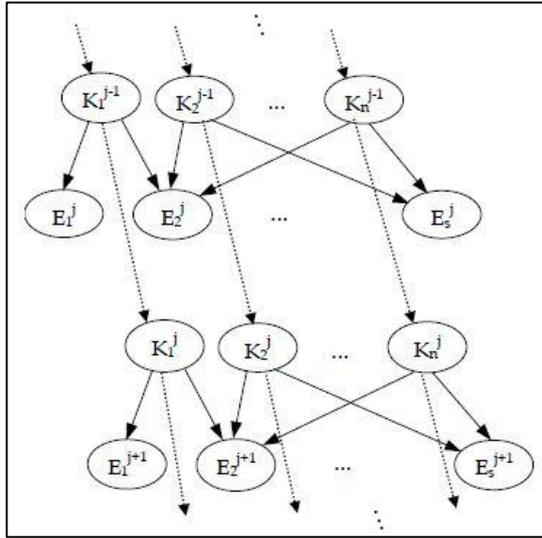


Figura 11: Red bayesiana dinámica (nodos conocimiento y nodos evidencia) [10].

4.6.3. Parámetros

Luego de definir las relaciones se necesita especificar:

Probabilidades a priori de los nodos concepto. Según el nivel inicial especificado para el test adaptativo.

Probabilidades condicionadas de los temas dados los conceptos, y de la asignatura dados los temas. Estas probabilidades se pueden obtener a partir de un conjunto de parámetros reducido: el conjunto de pesos que mide la importancia de cada concepto en el tema, y de cada tema en la asignatura. Para ello supongamos que C_{ij} , $i=1, \dots, n_j$ es el conjunto de conceptos relacionados con el tema T_j , y w_{ij} representa la importancia del concepto C_{ij} en el tema T_j $i=1, \dots, n_j$. Entonces, la distribución de probabilidad conjunta se calcula de la siguiente forma:

$$P(T_j | (\{C_{ij} = 1\}_{i \in S}, \{C_{ij} = 0\}_{i \notin S})) = \frac{\sum_{i \in S} w_{ij}}{\sum_{i=1}^{n_j} w_{ij}} \quad \text{Ecuación 4.6.3.1}$$

De igual modo, para cada asignatura A sea $\{T_j / 1 \leq j \leq s\}$ el conjunto de temas relacionadas, y para cada $j = 1, \dots, s$ sea α_j el peso que mide la importancia relativa del tema T_j en la asignatura A . Entonces, la distribución de probabilidad condicionada de A se calcula mediante:

$$P(A|(\{T_i = 1\}_{i \in S}, \{T_i = 0\}_{i \notin S})) = \frac{\sum_{i \in S} \alpha_i}{\sum_{i=1}^S \alpha_i} \quad \text{Ecuación 4.6.3.2}$$

Probabilidades condicionadas de cada pregunta dados los conceptos que en ella intervienen. Esto se divide en dos partes:

4.6.3.1. Parámetros para las relaciones entre conceptos y ejercicios

Como se indica en [10], el número de parámetros puede reducirse significativamente. Para cada concepto C_i con $i = 1, \dots, n$, se define dos parámetros:

- Parámetro de descuido que denotaremos con s_i (por la palabra inglesa slip), que representa la probabilidad de que pese a que el alumno conozca el concepto i falle al tratar de aplicarlo,
- Parámetro de adivinanza, que denotaremos con g_i (por la palabra inglesa guess), que representa la probabilidad de que el alumno “adivine” el concepto i , es decir, de que pese a no saberlo lo aplique correctamente.

Por lo tanto la probabilidad $P(E=1/C_1, \dots, C_n)$ puede calcularse como:

$$P(E = 1/C_1, \dots, C_n) = \prod_{i \in S} (1 - s_i) \prod_{i \notin S} g_i$$

Ecuación 4.6.3.1.1

4.6.3.2. Parámetros para las relaciones entre conceptos y preguntas tipo test

Para ello, según lo especificado en [10] se utiliza cuatro parámetros: c , que es el factor de adivinanza y representa la probabilidad de adivinar la respuesta correcta (es decir, $1/n$, donde n es el número de posibles respuestas); a , que es el nivel de dificultad de la pregunta; b , que es el índice de discriminación; y s que representa el llamado factor de descuido, es decir, la probabilidad de fallar la pregunta aun conociendo todos los conceptos que en ella intervienen. A partir de a , b y c se define la función $G(x)$, que es la transformación lineal de la función que determina la CCI en el modelo de tres parámetros en la TRI:

$$G(x) = \frac{(1 - c)(1 + e^{-1.7ab})}{1 + e^{1.7a(x-b)}}$$

Ecuación 4.6.3.2.1

Esta función es utilizada para asignar las probabilidades de responder a la pregunta, de forma que cuantos más conceptos se sepan más probable es responder correctamente, como se ilustra en la Figura 12. Como podemos observar, las probabilidades se asignan de forma creciente, de forma que a mayor conocimiento más probable es contestar correctamente la pregunta. La implementación que hemos hecho permite también ordenar los conceptos por orden de importancia, de forma que las probabilidades más pequeñas se asignan a conocer los conceptos menos importantes.

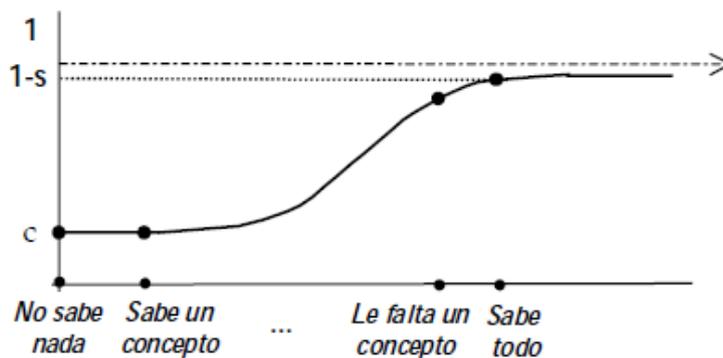


Figura 12: Probabilidades de contestar correctamente.

La forma en que se usa la función G es la siguiente: sea x^* tal que $G(x^*)=1-s$. De esta forma, los valores utilizados para las 2^p probabilidades son:

$$\left\{ G(0), G\left(\frac{x^*}{p-1}\right), G\left(\frac{2x^*}{p-1}\right), \dots, G\left(\frac{(p-2)x^*}{p-1}\right), G(x^*) \right\} \quad \text{Ecuación 4.6.3.2.2}$$

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

La metodología de desarrollo utilizada fue UWE (UML-Based Web Engineering), esta metodología permite aplicar estándares, técnicas y enfoques para mejorar el desarrollo de aplicaciones web. Consta de cuatro fases principales que se llevaron a cabo de la siguiente forma:

Fase 1. Análisis. Se inició el proyecto con la captura de requisitos, para ello se realizó entrevistas a la docente de inglés encargada del primer año de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo, para conocer la forma de evaluación del aprendizaje en los niños entre 5 a 6 años, además se realizó una entrevista a la academia de inglés Fine Tune English para conocer de mejor forma qué se enseña a los niños y la metodología utilizada para enseñar, también se obtuvo información sobre los métodos de evaluación aplicados a los niños, luego de haber analizado los requisitos para el sistema SEEII, se procedió a realizar la especificación de requisitos. La metodología UWE no indica un modelo para la especificación de requisitos, deja este punto abierto a criterio propio, para este proyecto se utilizó el estándar IEEE 830 para la especificación de requisitos, estos pueden ser modificables. Con los requisitos planteados se continuó con la elaboración del modelo de casos de uso, y su especificación.

Fase 2. Diseño. A continuación, tal y como se explica en la metodología UWE se realizó el modelo conceptual, de navegación, presentación y procesos. El modelo conceptual se describió a partir del modelo del dominio, según lo observado en el documento de especificación de requisitos. Luego se elaboró los diagramas de navegación para establecer cuál sería el flujo de navegación de los actores del sistema. A continuación se realizó los diagramas de presentación en base a los diagramas de navegación especificados anteriormente, se trata de un prototipo de las pantallas que se presentarán a los actores del sistema. Finalmente, en el modelo de procesos se tomó la especificación de los casos de uso y elaboró los diagramas de proceso para indicar el orden en que las actividades se llevarían a cabo, se trata de diagrama de flujos en los que se especifica qué tipo de acción se lleva a cabo y quién es el encargado de realizarla. Adicionalmente, se elaboró los diagramas de secuencia en base a los diagramas de proceso y especificando aún más las acciones realizadas por el actor y el sistema.

Se culminó esta fase, con la realización de los diagramas de clase, diseño de la base datos y diagrama de paquetes.

Fase 3. Implementación. En esta fase se llevó a cabo la codificación del proyecto en lenguaje Java y JSF, de acuerdo al análisis y diseño realizado en las fases anteriores. Durante esta fase se llevó a cabo pruebas unitarias conjuntamente con el desarrollo de la aplicación para detectar errores cometidos y corregirlos inmediatamente.

Fase 4. Pruebas. Seguidamente se realizó un plan de pruebas que sirvió para determinar si el funcionamiento de la aplicación web era correcto o incorrecto. Se realizó unas pruebas iniciales para validar si la aplicación era amigable a un usuario tipo estudiante, para ello se solicitó la ayuda de un niño de 5 años, y posteriormente se aplicaron las pruebas piloto en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo.

Los métodos de investigación utilizados fueron el inductivo y analítico sintético:

Con el método inductivo se analizó el problema desde lo particular que es el aprendizaje de conceptos (unidad mínima de descomposición del conocimiento en este proyecto) hasta llegar a lo general, que es la adaptación de un modelo de evaluación a un estudiante. Además se obtuvo información sobre los factores que inciden en la respuesta a una pregunta y a partir de ello analizar el problema general que es el diagnóstico de conocimiento del alumno

Con el método analítico – sintético se descompuso el objeto de estudio (Enseñanza del idioma inglés) en partes (unidad, tema, concepto) para analizarlas individualmente y realizar una correcta evaluación del conocimiento del alumno.

Los instrumentos utilizados fueron las entrevistas a la directora y a la docente de inglés de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo y la investigación bibliográfica.

6. RESULTADOS

En este apartado se muestra las actividades que se llevaron a cabo para desarrollar el tema de trabajo de titulación.

En el primero, segundo y tercer punto se presenta unas tablas comparativas de herramientas para construcción de Redes Bayesianas, API'S de reconocimiento de voz y las metodologías para el desarrollo de la aplicación. En el cuarto punto se explica el formato utilizado para las preguntas de los test, una explicación de la estructura de las Redes Bayesianas y cómo se definió el Test Adaptativo Informatizado. A continuación se detalla el proceso de desarrollo de la aplicación web siguiendo la metodología UWE y por último, se describe las pruebas realizadas para verificar la funcionalidad de la aplicación.

6.1. Análisis de herramientas para construcción de Redes Bayesianas.

En la Tabla I se muestra una comparación de herramientas para la construcción de Redes Bayesianas, en la tabla se puede ver que tanto Netica, Elvira y OpenMarkov soportan los modos de edición e inferencia para la creación de Redes Bayesianas. Pero Netica es un software comercial, por lo que es descartado. Entre las dos herramientas restantes: Elvira y OpenMarkov, se observa que ambas están desarrolladas en Java, OpenMarkov es la continuación del proyecto de Elvira, cuenta con muchas mejoras, y además cuenta con un amplio equipo de usuarios dispuestos a resolver cualquier duda, tanto para usuarios como para desarrolladores, además es OpenSource (cuenta con licencia EUPL). Por estas razones se escogió la herramienta OpenMarkov para la construcción de la Red Bayesiana.

TABLA I: ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES BAYESIANAS.

	Licencia	Documentación	Otros	TOTAL
NETICA [33]	Comercial (\$285) Gratuita - Modo Limitado (tamaño del modelo) (1)	-Manual de usuario (1)	GUI (1)	(4)

HUGIN [34]	Comercial (0)	-Manual de usuario (1)	GUI (1)	(3)
BayesiaLab [35]	Comercial (0)	-Manual de usuario (1)	GUI (1)	(3)
Bayes Net Toolbox-BNT (MATLAB) [36]	Licencia GPL Matlab (Comercial) (0)	-Manual de usuario. -Foros. (2)	Source code available (1)	(4)
OpenMarkov [37]	OpenSource Licencia EUPL (1)	-Manual de usuario. -Foros. -Documentación código fuente. -Artículos. (4)	-GUI -API Desarrollado en Java Modo Edición e Inferencia. (2)	(8)
ELVIRA [38]		-Manual de usuario -Foros desarrolladores (2)	-GUI (1)	(3)

6.2. Análisis de API'S de reconocimiento de voz.

En la Tabla II se puede ver una comparación de herramientas disponibles para reconocimiento de voz, en ella se observa que Sphinx, el Api de Google Web Speech y Annyang son gratuitas y de código abierto, lo cual es importante para el proyecto, cuentan con una amplia comunidad de soporte y ayuda. Sphinx solo funciona para Linux y Windows, pero Annyang y el Api de Google Web Speech están disponibles para cualquier plataforma. El Api de Google es una excelente opción porque se encuentra en desarrollo y cuenta con el soporte adecuado pero actualmente solo funciona en el navegador de Chrome, en cambio Annyang funciona en cualquier navegador que soporte reconocimiento de voz, adicionalmente, se puede ejecutar comandos de acuerdo a las palabras reconocidas, sin la necesidad de demasiada programación, por estas razones se decidió utilizar Annyang.

TABLA II: ANÁLISIS DE LAS API'S DE RECONOCIMIENTO DE VOZ.

Herramienta	Desarrollo sobre	Soporte de idiomas	Disponible para Plataforma	Licencia	Soporte	Total
AT&T Natural Voices TTS Engine [39]	Java, C++. (1)	Inglés británico, norteamericano, español latinoamericano, alemán y francés. (1)		Comercial (\$99 anuales) (0)	No (0)	(2)
Fonix VoiceIn SDK [40]	Java, C++ y Visual Basic. (1)	Inglés británico, norteamericano, español castellano y latinoamericano, alemán, italiano, japonés, coreano, francés y sueco. (1)	Windows, Linux y MAC. (3)	Comercial (0)		(3)
Sphinx [41]	Java y C. (1)	Inglés británico, norteamericano, francés, mandarín, alemán, holandés, ruso y capacidad de construir un modelo para los demás. (1)	Linux y Windows. (2)	Gratuita (1)	Si (1)	(6)
Web Speech Api (Google) [42]	JavaScript con límites en HTML (1)	Inglés británico, norteamericano, español castellano y latinoamericano, alemán, italiano, japonés, coreano, francés y sueco, holandés. (1)	Linux, Windows y Mac. -Limitación navegador Chrome. (2.5)	Gratuita (1)	Si (1)	(6.5)
Annyang [43]	JavaScript (1)	Soporta alrededor de 36 idiomas y una gran gama de acentos diferentes. (1)	Linux, Windows y Mac. (3)	Libre, Gratuita (1)	Si (1)	(7)

6.3. Análisis de metodologías para el desarrollo de software

En la Tabla III se puede ver una comparación de metodologías para el desarrollo de software, se tomó como referencia dos metodologías dirigidas a la Ingeniería de Software y dos metodologías dirigidas a la Ingeniería Web que implementa procesos de Ingeniería de software más otros procesos (modelo de navegación y presentación) dirigidos específicamente al desarrollo de aplicaciones web, se asignó un peso a cada característica de las metodologías según las características del proyecto: Sistema web, pequeño, debe desarrollarse en poco tiempo, con una documentación clara del proceso de desarrollo que sirva para futuras referencias, debe ser Orientado a Objetos y usar UML debido a que se tiene conocimiento en este lenguaje de modelado, por último, el proceso debe ser iterativo e incremental para poder realizar cambios en caso de ser necesario. De la comparación realizada se decidió utilizar UWE ya que se acopla perfectamente a las características del proyecto.

TABLA III: CUADRO COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

	XP [44]	Iconix [44] [45]	WebML [46] [47] [48]	UWE [46] [47] [48]
Dirigido a proyectos	-Pequeños y medianos -Principalmente Móvil o web (2)	-Pequeños y medianos (1)	-Web (1)	-Grandes o pequeños -Web (2)
Tiempo de desarrollo	-Desarrollo muy rápido (1)	-Desarrollo rápido (1)	---	-Desarrollo rápido (1)
Modelo de procesos	Iterativo – incremental (1)	Iterativo – incremental (1)	Iterativo (0.5)	Espiral / Iterativo – incremental (1)
Paradigma de Modelado	OO (1)	OO (1)	DB (0)	OO (1)
Document.	No se centra en la documentación (0)	Clara, Documentación equilibrada (1)	Clara (1)	Clara (1)
Lenguaje de modelado	---	UML (1)	E-R (0)	UML (1)
	Enfoque que cubre desde el levantamiento de	Puede ajustarse a cualquier ciclo de vida.	No contempla Análisis, de los requerimientos	Especifica el levantamiento de requerimientos,

Ciclo de vida de desarrollo de software	requerimientos hasta la entrega final. (5)	(5)	pasa directamente al proceso (4)	Análisis, Diseño y deja la implementación y pruebas a criterio del equipo de trabajo. (5)
Ciclo de vida de aplicaciones web	No contempla los modelos de análisis conceptual, navegación y presentación. (1)	No contempla los modelos de navegación y presentación. (2)	No contempla el nivel donde se capta la lógica del negocio. (3)	Cubre todo el ciclo de vida (4)
TOTAL	11	13	9.5	16

6.4. Test Adaptativo Informatizado

En este apartado se explica el formato de los tipos de preguntas consideradas en la aplicación. Además se explica los elementos del TAI utilizados en el proyecto para la evaluación de inglés partiendo de lo que indicado en el apartado 4.4.2.

6.4.1. ESTRUCTURA DE PREGUNTAS PARA LOS TEST

6.4.1.1. Destreza oral receptiva (Listening)

- Fácil. Este tipo de pregunta tiene la finalidad de dar a conocer los conceptos. Consiste en proporcionar varias imágenes y pedir que se seleccione todos los conceptos que tengan que ver con un determinado tema. El niño tendrá que seleccionar los conceptos que corresponden al tema, al hacerlo la aplicación indicará la pronunciación del concepto seleccionado.

Observaciones:

- Tipo de pregunta: test multi-respuesta.
- La pregunta constará de varios ítems.
- La pregunta evalúa varios conceptos.

En la Figura 13 se puede observar un ejemplo de una pregunta tipo Listening (Nivel Fácil), relacionada con el tema School, en la que los ítems 1, 2, 4 y 6 son correctos.

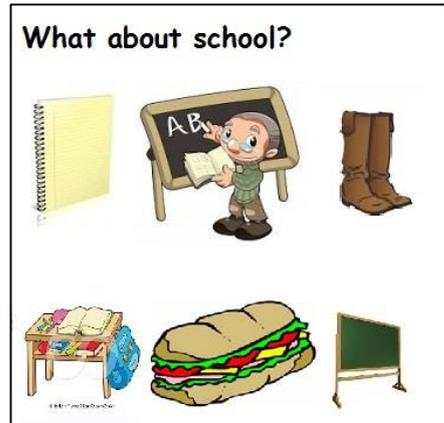


Figura 13: Formato pregunta Listening (Nivel Fácil).

- Medio. Este tipo de pregunta tiene la finalidad de evaluar si se puede relacionar el concepto dada su pronunciación. Consiste en proporcionar varias imágenes relacionadas con el tema y pedir que se seleccione un concepto en particular. El niño tendrá que escuchar la pronunciación del concepto y elegir la imagen correcta.

Observaciones:

- Tipo de pregunta: test multi-respuesta.
- La pregunta constará de varios ítems.
- La pregunta evalúa un solo concepto.

En la Figura 14 se puede observar un ejemplo de una pregunta tipo Listening (Nivel Medio), relacionada con el tema School, en la que el ítem 2 es la respuesta correcta.

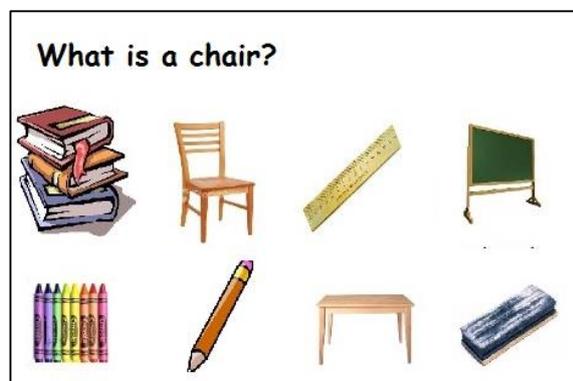


Figura 14: Formato pregunta Listening (Nivel Medio).

6.4.1.2. Destreza oral productiva (Speaking)

- Fácil. Este tipo de pregunta tiene la finalidad de dar a conocer los conceptos. Consiste en proporcionar varias imágenes relacionadas a un tema y pedir que se seleccione cada imagen para escuchar su pronunciación y luego pedir que se repita la pronunciación escuchada. El niño seleccionará cada imagen, escuchará la pronunciación y luego repetirá la pronunciación, a continuación el programa indicará si se pronunció correctamente el concepto.

Observaciones:

- Tipo de pregunta: test multi-respuesta.
- La pregunta constará de varios ítems.
- La pregunta evalúa varios conceptos.

En la Figura 15 se puede observar un ejemplo de una pregunta tipo Speaking (Nivel Fácil), relacionada con el tema School. Todos los ítems hacen referencia a los conceptos del tema.

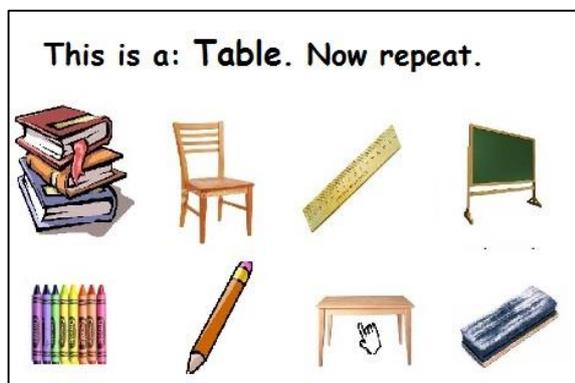


Figura 15: Formato pregunta Speaking (Nivel Fácil).

- Medio. Este tipo de pregunta tiene la finalidad de evaluar si se puede relacionar el concepto dada una imagen que lo represente. Consiste en proporcionar una imagen relacionada con el tema y pedir que se diga la pronunciación. El niño tendrá que seleccionar la imagen y pronunciar el concepto relacionado con la imagen.

Observaciones:

- Tipo de pregunta: tarea.
- La pregunta constará de un solo ítem.

En la Figura 16 se puede observar un ejemplo de una pregunta tipo Speaking (Nivel Medio), relacionada con el tema School, en la que se pide pronunciar el concepto teacher.

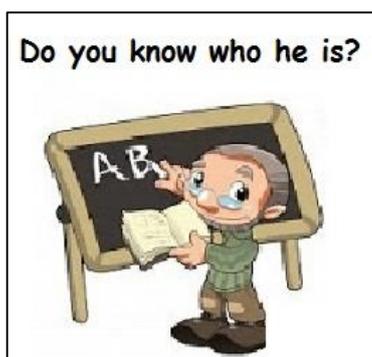


Figura 16: Formato pregunta Speaking (Nivel Medio).

- Difícil. Este tipo de pregunta tiene la misma finalidad que la pregunta de Speaking (nivel Medio) pero la presentación es diferente. Trata de proporcionar una imagen con varios objetos en él y pronunciar una oración referente al concepto, y pedir que se diga su pronunciación. El niño seleccionará la imagen, escuchará la oración y pronunciará el concepto solicitado, a continuación el programa indicará si la respuesta es correcta.

Observaciones:

- Tipo de pregunta: tarea.
- La pregunta constará de un solo ítem.

Nota: La pregunta no tiene la finalidad de evaluar si se comprende o no la oración en general, trata de localizar el concepto mientras se escucha una oración referente al concepto, por lo que las imágenes utilizadas para este tipo de preguntas no deben contener otros conceptos del tema, para que no confunda al niño.

En la Figura 17 se puede observar un ejemplo de una pregunta tipo Speaking (Nivel Difícil), relacionada con el tema School, en que se pide identificar el pizarrón.

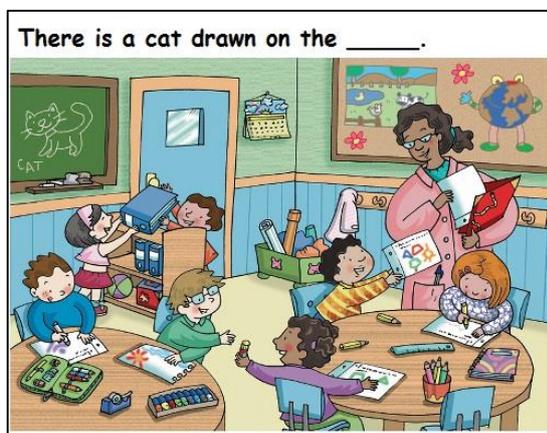


Figura 17: Formato pregunta Speaking (Nivel Difícil).

6.4.2. ESTRUCTURA DE LA RED BAYESIANA

La Red Bayesiana con la que se va a trabajar sigue la especificación explicada en la sección 4.6.1 y 4.6.2 de la revisión literaria. En este sentido tendremos las variables indicadas a continuación, organizadas por el tipo de Red Bayesiana.

6.4.2.1. Red bayesiana estática

La Red Bayesiana estática indica el proceso de evaluación realizado en todos los test que son evaluados para el alumno, nos permite saber el grado de conocimiento alcanzado por el alumno durante el proceso de diagnóstico. Se puede ver un ejemplo de esta Red Bayesiana en la Figura 18. A continuación se explica las variables que participan en este tipo de Red Bayesiana.

- **Conceptos**, que corresponden a las palabras (vocabulario) que serán evaluadas. Están en el nivel inferior. En el ejemplo: cat, dog, chair, board.
- **Temas**, son un conjunto de conceptos que tienen algo en común. Un tema equivale a un test. Están en el nivel intermedio. En el ejemplo: Animals, School.
- **Unidad**, es el conjunto de temas y corresponde al resultado de la evaluación final de un alumno. Está en el nivel superior. En el ejemplo: Unit Basic.

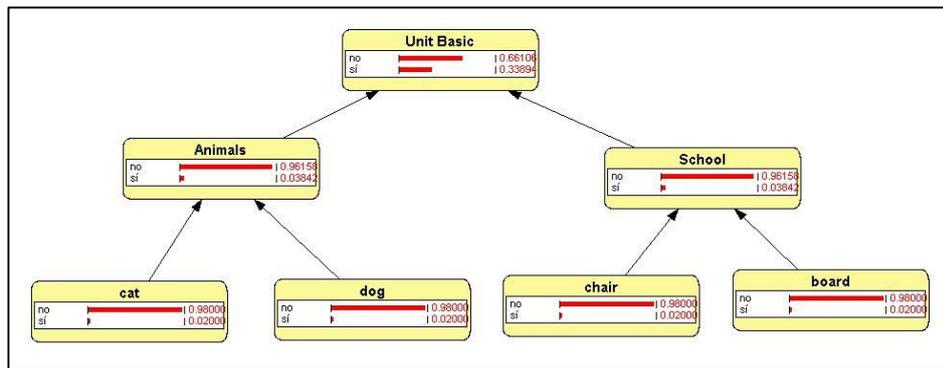


Figura 18: Ejemplo Red bayesiana de evaluación (Unit Basic).

6.4.2.2. Red bayesiana dinámica

La Red Bayesiana dinámica indica el proceso de diagnóstico llevado a cabo durante la ejecución de un test y en el que se recolecta evidencia a partir de las preguntas para estimar el grado de conocimiento en los conceptos del test. Se puede ver un ejemplo sencillo de esta Red Bayesiana en la Figura 19. A continuación se explica las variables que participan en este tipo de Red Bayesiana.

- **Conceptos**, es el conjunto de conceptos de un tema. En el ejemplo: cat, dog.
- **Preguntas**, es el conjunto de preguntas pertenecientes al tema, de estas variables se obtendrá la evidencia necesaria para calcular el grado de conocimiento de los conceptos. En el ejemplo: Preg1, Preg2, Preg3.

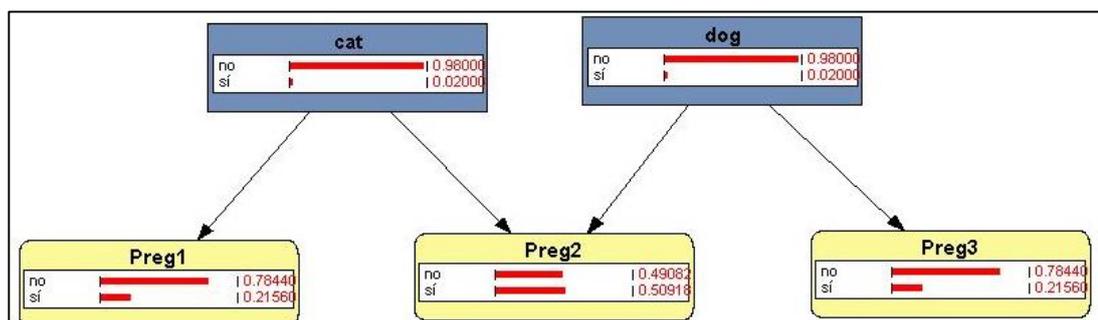


Figura 19: Ejemplo Red bayesiana de diagnóstico (Animals).

6.4.3. Elementos del Test Adaptativo Informatizado

A continuación se explica los elementos del Test adaptativo informatizado y cómo se los definió para el presente proyecto.

6.4.3.1. Modelo de respuesta.

En el presente proyecto el modelo de respuesta está basado en el modelo TRI, utilizando el modelo logístico de tres parámetros, explicado en la sección 4.4.2.

Para las preguntas tipo test multi-respuesta la función está determinada por la transformación lineal de la función CCI, explicada en la sección 4.6.3.2 de la revisión literaria, y que se muestra en la siguiente ecuación:

$$G(x) = \frac{(1 - c)(1 + e^{-1.7ab})}{1 + e^{1.7a(x-b)}}$$

Donde:

C= Factor de adivinanza (1/n)

A= Nivel de dificultad

B= Factor de discriminación

G se calcula de la siguiente manera:

$$\left\{ G(0), G\left(\frac{x^*}{p-1}\right), G\left(\frac{2x^*}{p-1}\right), \dots, G\left(\frac{(p-2)2x^*}{p-1}\right), G(x^*) \right\}$$

$G(x^*)=1-s$; donde **s** es el Factor descuido.

A continuación se explica la utilización de esta función con un ejemplo.

Suponiendo que tenemos una pregunta P1, que para ser resuelta correctamente se necesita conocer los conceptos C1, C2 y C3. La pregunta P1 tiene las características mostradas en la Tabla IV.

TABLA IV: PARÁMETROS DE PREGUNTA P1.

Factor discriminación	1.2
Dificultad	3
Adivinanza	1/ 4 ítems = 0.25
Factor de descuido	0.02

Entonces la probabilidad de que un estudiante E conteste correctamente a la pregunta, dado que conoce solo el concepto C1, entonces $x= 1$ (un solo concepto), se calcula a través de la función $G(x)$.

$$G(1) = \frac{(1 - 0.25)(1 + e^{-1.7(3)(1.2)})}{1 + e^{1.7(3)(1-1.2)}} = 0.26084834$$

Entonces la probabilidad de responder a la pregunta P1, dado que solo se conoce uno de los tres conceptos necesarios (concepto C1) es de 0.26084834, por ende la probabilidad de responder incorrectamente es 0.73915166. Para encontrar la tabla de probabilidades se tendría que repetir el proceso para todas las posibles 16 combinaciones. Recordando que cuando no se conoce ningún concepto la probabilidad será igual al factor adivinanza, y cuando se conocen todos los conceptos la probabilidad será igual a 1 menos el factor descuido.

Para las preguntas tipo tarea la función explicada en la sección 4.6.3.1 está determinada por:

$$P(E = 1/C_1, \dots, C_n) = \prod_{i \in S} (1 - s_i) \prod_{i \notin S} g_i$$

Donde:

S_i = factor descuido

G_i = factor adivinanza

Sin embargo se puede simplificar esta fórmula, debido a que el formato utilizado para las preguntas tipo tarea en el proyecto se relacionan solo con un concepto de esta forma nos queda de la siguiente manera:

$$P(E = 1/C = 1) = 1 - s$$

$$P(E = 1/C = 0) = g$$

A continuación se explica la utilización de estas fórmulas con un ejemplo.

Suponiendo que tenemos una tarea E1 que demanda el conocimiento de un concepto C1 para su correcta contestación. Las características de la tarea E1 están dadas por la Tabla V.

TABLA V: PARÁMETROS DE TAREA E1.

Factor Adivinanza	0.2
Factor de descuido	0.02

La probabilidad de que un estudiante X conteste correctamente a la tarea E1 dado que conoce el concepto está dado por $1 -$ el factor descuido:

$$P(E1/C1 = 1) = 1 - 0.02 = 0.98$$

Mientras que la probabilidad de que un estudiante Y conteste correctamente a la tarea E1 dado que no conoce el concepto está dado por el factor adivinanza:

$$P(E1/C1 = 0) = 0.2$$

6.4.3.2. Banco de preguntas.

Por lo explicado en la revisión literaria, se sabe que al utilizar el modelo logístico de tres parámetros como modelo de respuesta, se trabaja con: factor de discriminación, nivel de dificultad y factor de adivinanza, por lo que para cada pregunta se definió estos parámetros. Adicionalmente se especifica el uso del factor de descuido en el cálculo del CCI por lo que también se estableció este parámetro para cada pregunta del banco de preguntas.

Los test están dirigidos a niños entre 5 a 6 años por tal motivo se trabaja con preguntas que no contienen muchos ítems, se lo concibió de esta forma para que las preguntas no resultaran complicadas. Dado que las preguntas contienen pocos ítems se tomó en cuenta la consideración de un índice de discriminación por encima de 1, para que las estimaciones sean precisas.

A continuación se describe el valor asignado a los parámetros según el tipo de pregunta, y algunas consideraciones que se tuvieron en cuenta.

a. Pregunta tipo Listening (Nivel Fácil)

Para este tipo de pregunta se tomó en cuenta que la pregunta haría referencia al conocimiento de dos conceptos.

- Dificultad: 0.9
- Factor adivinanza: 0.00333
- Índice de discriminación: 1.2
- Factor descuido: 0.22

b. Pregunta tipo Listening (Nivel Medio)

Para este tipo de pregunta se tomó en cuenta que la pregunta haría referencia al conocimiento de un concepto.

- Dificultad: 3
- Factor adivinanza: 0.12
- Índice de discriminación: 1.6
- Factor descuido: 0.25

c. Pregunta tipo Speaking (Nivel Fácil)

Para este tipo de pregunta se tomó en cuenta que la pregunta haría referencia al conocimiento de dos conceptos.

- Dificultad: 0.9
- Factor adivinanza: 0.00333
- Índice de discriminación: 1.2
- Factor descuido: 0.22

d. Pregunta tipo Speaking (Nivel Medio)

Para este tipo de pregunta se tomó en cuenta que la pregunta haría referencia al conocimiento de un concepto.

- Dificultad: 3
- Factor adivinanza: 0.12
- Índice de discriminación: 1.6

- Factor descuido: 0.25
- e. Pregunta tipo Speaking (Nivel Difícil)**

Para este tipo de pregunta se tomó en cuenta que la pregunta haría referencia al conocimiento de un concepto.

- Dificultad: 4
- Factor adivinanza: 0.13
- Índice de discriminación: 1.6
- Factor descuido: 0.24

6.4.3.3. Nivel inicial.

Como nivel inicial se tomó una distribución uniforme para todos los alumnos. Se considera que en un principio no se conoce ningún concepto.

6.4.3.4. Método de selección de preguntas.

De lo explicado en la revisión literaria en la sección 4.4.2.4, se tomó como método de selección de preguntas: criterio condicionado a la probabilidad de la pregunta, en donde la utilidad se calcula mediante la siguiente expresión.

$$U(P, C) = \begin{cases} \max_{C \in pa(P)} P(P = 1/C = 1) & \text{si } P(P = 1) > P(P = 0) \\ \max_{C \in pa(P)} P(P = 0/C = 0) & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

Sea C el concepto obtenido aleatoriamente y sea $\{P_1, \dots, P_n\}$ el conjunto de preguntas relacionadas con C, se hace la evaluación de la pregunta óptima (P_{MAX}), evaluando la utilidad de cada P y escogiendo la utilidad máxima.

6.4.3.5. Criterios de parada

Se decidió utilizar dos criterios para la terminación del test. El primer criterio se cumple cuando todos los conceptos han sido evaluados. El segundo criterios se cumple cuando el niño elija que quiere terminar el test. Se lo hace de esta manera porque la finalidad del test no es la asignación de una calificación, sino aplicar la evaluación como un método de enseñanza, para que a partir de la resolución de los test se mejore el conocimiento de los conceptos evaluados, es decir una evaluación procesual y formativa, como se indica en la revisión literaria en la sección 4.1.

6.5. DESARROLLO DEL SISTEMA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN DEL IDIOMA INGLÉS

En esta sección se indicará los pasos seguidos para desarrollar la aplicación web SEEI, utilizando la metodología UWE: Análisis, Diseño, Implementación y Pruebas.

6.5.1. FASE 1: Análisis

6.5.1.1. Identificación de Requisitos.

A partir de los documentación de requerimientos basado en el estándar IEEE830 (ver Anexo II) se obtuvo los requerimientos enunciados en la Tabla VI.

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

TABLA VI: REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA SEEI.

Código	Descripción	Categoría	Prioridad
RF01	El sistema debe solicitar autenticación de usuarios.	Evidente	Alta/Esencial
RF02	El sistema permitirá al administrador la gestión de usuarios.	Evidente	Alta/Esencial
RF03	El docente puede crear planes de enseñanza.	Evidente	Alta/Esencial
RF04	El docente puede asignar estudiantes a los planes de enseñanza.	Evidente	Alta/Esencial
RF05	El docente puede gestionar los planes de enseñanza.	Evidente	Alta/Esencial
RF06	El docente puede gestionar temas para los planes de enseñanza.	Evidente	Alta/Esencial
RF07	El docente puede gestionar los conceptos que serán evaluados en cada tema.	Evidente	Alta/Esencial
RF08	El docente puede gestionar los test de los temas que se han creado.	Evidente	Alta/Esencial
RF09	El docente puede gestionar los ítems para las preguntas que constan en los test.	Evidente	Alta/Esencial

RF10	El docente puede ver los resultados de los estudiantes.	Evidente	Alta/Esencial
RF11	El estudiante puede acceder al plan de enseñanza que ha sido asignado.	Evidente	Alta/Esencial
RF12	El estudiante puede responder los test que están disponibles en su plan de enseñanza.	Evidente	Alta/Esencial
RF13	El estudiante puede consultar los resultados obtenidos en test contestados.	Evidente	Alta/Esencial
RF14	El sistema permitirá en los test preguntas que sean respondidas a través de voz.	Evidente	Alta/Esencial
RF15	El sistema calculará el aprendizaje del estudiante en base a las preguntas resueltas aplicando Redes Bayesianas.	Oculto	Alta/Esencial
RF16	El sistema proporcionará al estudiante preguntas de acuerdo a su aprendizaje utilizando Redes Bayesianas.	Oculto	Alta/Esencial
RF17	El sistema deberá calcular hasta qué punto debe durar la evaluación, y permitir que el estudiante detenga el test en cualquier momento.	Evidente	Alta/Esencial
RF18	El sistema almacenará el resultado de los test realizados por el estudiante.	Evidente	Alta/Esencial

6.5.1.2. Identificación de Actores

En los requerimientos mencionados se pudo determinar los actores del sistema y las actividades que estos realizan, en la Tabla VII se muestra cada actor del sistema junto con el objetivo que este cumple.

TABLA VII: ACTORES DEL SISTEMA SEEII

Rol	Objetivo
Administrador	<p>Crear, modificar, deshabilitar usuarios.</p> <p>Asignar roles a los usuarios: Estudiante o Docente.</p> <p>Crear, modificar, eliminar planes de enseñanza.</p> <p>Crear, modificar, eliminar temas dentro de los planes de enseñanza.</p>

	<p>Crear, modificar, eliminar conceptos que se evaluarán dentro de cada tema.</p> <p>Crear, modificar, eliminar preguntas para los test.</p> <p>Obtener resultados de los estudiantes asignados a su plan de enseñanza.</p>
Estudiante	<p>Acceder a los test de su plan de enseñanza.</p> <p>Responder preguntas de los test.</p> <p>Visualizar resultados obtenidos en los test.</p>

6.5.1.3. Determinación de Casos de Uso

Luego del análisis de los requerimientos se determinó los casos de uso del sistema, y los actores responsables de iniciar cada caso de uso. Se procuró obtener las actividades principales, actividades como: Crear, Editar, Eliminar, están resumidas en la actividad Administrar, de esta manera los casos de uso que se determinaron se muestran en la Tabla VIII.

TABLA VIII: DETERMINACIÓN DE CASOS DE USO DEL SISTEMA SEEII

Actor	Código	Caso de Uso	Requerimiento cubierto
Administrador, Estudiante.	UC01	Autenticarse.	RF01
Administrador	UC02	Administrar Usuarios.	RF02
	UC03	Administrar Plan de enseñanza.	RF03, RF05
	UC04	Asignar estudiantes a plan de enseñanza.	RF04
	UC05	Administrar temas.	RF06
	UC06	Administrar conceptos.	RF07
	UC07	Administrar test.	RF08, RF14
	UC08	Administrar ítems de pregunta.	RF09
	UC09	Obtener resultados de los estudiantes.	RF10

Estudiante	UC10	Responder a test.	RF11, RF12, RF16, RF15
	UC11	Terminar contestación de test.	RF17
	UC12	Obtener resultados de los test.	RF13, RF18

6.5.1.4. Diagrama de Caso de Uso

El diagrama de casos de uso del sistema se visualiza en la Figura 20.

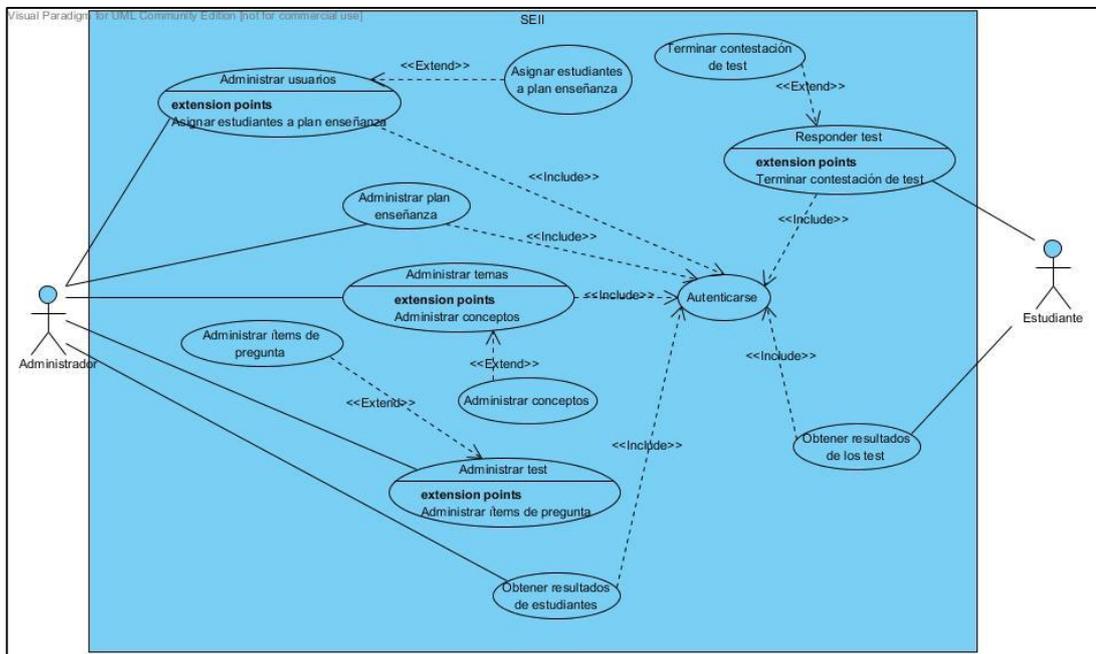


Figura 20: Diagrama de Casos uso sistema SEEII.

6.5.1.5. Descripción de casos de uso

A continuación se describe cada uno de los casos de uso.

Caso de uso: Autenticarse.

TABLA IX: CASO DE USO AUTENTICARSE.

Caso de uso: Autenticarse	Código: UC01
Requerimientos asociados: RF01	
Objetivo(s): Permitir el ingreso al sistema a usuarios.	
Descripción: El usuario interactúa con el sistema para ingresar.	
Actor(es): Administrador, Estudiante	
Pre-condición: El usuario debe estar registrado.	
Post-condición: Según el rol del usuario, ingresa a la página principal para hacer uso de las funciones del sistema	
Flujo normal de eventos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña en los campos de la página [<i>página: Acceso</i>], y presiona el [<i>botón: Ingresar</i>]. 3. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema verifica que exista un usuario con el nombre de usuario y contraseña ingresados y muestra la página principal correspondiente, según el tipo del usuario.
Flujo alterno de eventos	
a. Usuario o contraseña incorrecta	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1.1. El usuario ingresa el nombre de usuario y/o contraseña incorrectos. 3.2. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 3.1. El sistema no encuentra el usuario y muestra el mensaje "Usuario o contraseña incorrecta".

Caso de uso: Administrar usuarios.

TABLA X: CASO DE USO ADMINISTRAR USUARIOS.

Caso de uso: Administrar usuarios	Código: UC02
Requerimientos asociados: RF02	
Objetivo(s): Permitir administrar usuarios en el sistema.	
Descripción: El Administrador interactúa con el sistema para administrar: crear, editar o cambiar estado de un usuario a la vez.	
Actor(es): Administrador	
Pre-condición: El Administrador debe estar logueado.	
Post-condición: Según la acción, el usuario debe estar creado, editado o activado/desactivado.	
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> El administrador selecciona del menú Principal la opción [menú: Usuario] El administrador proporciona la información necesaria correspondiente al nuevo usuario: nombre, apellido, fecha de nacimiento, género, nombre de usuario, contraseña, escoge entre: administrador o estudiante, el tipo de usuario administrador y solicita la creación del nuevo usuario, haciendo clic en el [botón: Crear]. 	<ol style="list-style-type: none"> El sistema presenta la [página: Administración de usuario] con los campos de los datos del usuario vacíos y los botones: [botón: Crear] habilitado y [botón: Actualizar], [botón: Desactivar/Activar] y [botón: Limpiar] deshabilitados, además de una tabla con los usuarios. El sistema verifica que los datos ingresados sean correctos, que el nombre de usuario no se encuentre registrado y procede a guardar el nuevo usuario y presenta el mensaje "El registro fue realizado con éxito".

5. Termina el caso de uso.	
FLUJO ALTERNO DE EVENTOS	
a. Usuario ya existe	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3.1. El administrador ingresa un nombre de usuario que ya existe. 3.3. Termina el caso de uso	3.2. El sistema encuentra un usuario con el mismo nombre que ya está registrado y presenta el mensaje "El nombre de usuario ya se encuentra registrado".
b. Tipo de usuario elegido: Estudiante	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3.1. El administrador indica que el usuario es un estudiante y elige una unidad de enseñanza para asignarlo. 1.1. Termina el caso de uso.	4.1. Incluye el Caso de Uso <Asignar estudiantes a plan de enseñanza>.
SUB FLUJO DE EVENTOS	
A. Editar un usuario	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3. El administrador selecciona un usuario de la tabla de usuarios del sistema. 5. El administrador modifica la información que desee actualizar y solicita la actualización de datos,	4. El sistema recupera el usuario seleccionado, completa la información en los campos: nombre, apellido, fecha de nacimiento, género, nombre de usuario. El campo nombre de usuario lo presenta deshabilitado. Habilita los botones: [<i>botón: Actualizar</i>], [<i>botón: Desactivar/Activar</i>] y [<i>botón: Limpiar</i>] y deshabilita el [<i>botón: Crear</i>]. 6. El sistema verifica que los datos ingresados sean correctos, actualiza la información del usuario y presenta el mensaje:

<p>haciendo clic en el [botón: <i>Actualizar</i>].</p> <p>7. Termina el caso de uso.</p>	<p>“Los cambios se realizaron con éxito.”.</p>
<p>Flujo alterno de Sub flujo: Editar usuario</p>	
<p>i. Cambiar estado de un usuario</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>5.1. El administrador solicita el cambio de estado del usuario haciendo clic en el [botón: <i>Desactivar/Activar</i>].</p> <p>5.3. Termina el caso de uso.</p>	<p>5.2. El sistema verifica el estado actual del usuario, cambia el estado, actualiza los datos y presenta el mensaje: “Estado modificado con éxito.”.</p>

Caso de uso: Administrar Plan de enseñanza.

TABLA XI: CASO DE USO ADMINISTRAR PLAN DE ENSEÑANZA.

<p>Caso de uso: Administrar Plan de enseñanza.</p>	<p>Código: UC03</p>
<p>Requerimientos asociados: RF03, RF05</p>	
<p>Objetivo(s): Permitir administrar un plan de enseñanza.</p>	
<p>Descripción: El administrador interactúa con el sistema para administrar (crear, editar o eliminar) un plan de enseñanza a la vez.</p>	
<p>Actor(es): Administrador.</p>	
<p>Pre-condición: El Administrador debe estar logueado.</p>	
<p>Post-condición: Según la acción, el plan de enseñanza debe estar creado, editado o eliminado.</p>	
<p>FLUJO NORMAL DE EVENTOS</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>1. El administrador selecciona del menú Principal la opción [menú: Unidad].</p> <p>3. El administrador proporciona la información necesaria correspondiente a la nueva unidad: nombre y solicita la creación de la nueva unidad de enseñanza haciendo clic en el [botón: Crear].</p>	<p>2. El sistema presenta la [página: Administración de unidades de enseñanza], con una tabla de las unidades de enseñanza del sistema y con el campo de nombre de unidad y tabla de temas de la unidad vacíos y los botones: [botón: Crear] habilitado y botones: [botón: Actualizar], [botón: Eliminar], [botón: Limpiar] y [botón: Crear Tema] deshabilitados.</p> <p>4. El sistema verifica que el nombre de la unidad de enseñanza no se encuentre registrado, guarda la unidad de enseñanza creada, agrega la Red Bayesiana evaluación y el nodo correspondiente a la unidad de enseñanza creada. Presenta el</p>

5. Termina el caso de uso.	mensaje: "El registro fue realizado con éxito".
FLUJO ALTERNO DE EVENTOS	
a. Unidad de enseñanza ya existe	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3.1. El administrador ingresa un nombre de unidad de enseñanza que ya existe.	3.2. El sistema encuentra una unidad de enseñanza registrada con el mismo nombre y presenta el mensaje "La unidad ya se encuentra registrada".
3.3. Termina el caso de uso.	
SUB FLUJO DE EVENTOS	
A. Editar una unidad de enseñanza	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3. El administrador selecciona una unidad de enseñanza de la tabla de unidades de enseñanza del sistema.	4. El sistema recupera los datos de la unidad de enseñanza seleccionada y habilita los botones: [botón: Actualizar], [botón: Eliminar], [botón: Limpiar], [botón: Crear Tema] y deshabilita el [botón: Crear].
5. El administrador modifica el nombre de la unidad de enseñanza y solicita la actualización de datos, haciendo clic en el [botón: Actualizar].	6. El sistema verifica que no exista una unidad de enseñanza registrada con el mismo nombre, actualiza la información de la unidad de enseñanza, actualiza la información en la Red Bayesiana de evaluación y presenta mensaje: "Los cambios se realizaron con éxito".
7. Termina el caso de uso.	
Flujo alterno de Sub flujo: Editar una unidad de enseñanza	

i. Eliminar una unidad de enseñanza	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<p>5.1. El administrador solicita la eliminación de la unidad de enseñanza haciendo clic en el [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>5.3. Termina el caso de uso</p>	<p>5.2. El sistema elimina la unidad de enseñanza y todos los temas asociados al mismo, elimina la Red Bayesiana asociada con la unidad de enseñanza eliminada y presenta el mensaje: "Unidad de enseñanza eliminada correctamente".</p>

Caso de uso: Administrar temas.

TABLA XIII: CASO DE USO ADMINISTRAR TEMAS.

Caso de uso: Administrar temas.	Código: UC05
Requerimientos asociados: RF06	
Objetivo(s): Permitir administrar un tema	
Descripción: El administrador interactúa con el sistema para administrar (crear, editar o eliminar) un tema a la vez.	
Actor(es): Administrador.	
Pre-condición: El Administrador debe estar logueado, y estar en la [página: Administración de unidades de enseñanza]	
Post-condición: Según la acción, el tema debe estar creado, editado o eliminado.	
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador selecciona una unidad de enseñanza de la tabla de unidades de enseñanza del sistema. 3. El administrador elige la opción de crear un nuevo tema haciendo clic en el [botón: Crear Tema]. 5. El administrador completa los campos con la información del nuevo tema: nombre, vocabulario, objetivo, dominio, imagen y solicita la creación del nuevo tema haciendo clic en el [botón: Guardar]. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema recupera los datos de la unidad de enseñanza seleccionada y habilita los botones: [botón: Actualizar], [botón: Eliminar], [botón: Limpiar], [botón: Crear Tema] y deshabilita el [botón: Crear]. 4. El sistema presenta una ventana [ventana: Crear Tema] con los campos de los datos del tema vacíos. 6. El sistema verifica que no exista un tema registrado con el mismo nombre, guarda el tema creado, agrega el nodo del tema a la Red Bayesiana de evaluación y crea la nueva Red Bayesiana diagnóstico del tema. Presenta el mensaje: "El registro fue realizado con éxito".

7. Termina el caso de uso.	
FLUJO ALTERNO DE EVENTOS	
a. Tema ya existe	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
5.1.El administrador ingresa un nombre de tema que ya existe. 5.3. Termina el caso de uso.	5.2. El sistema encuentra un tema registrado con el mismo nombre y presenta el mensaje: “El nombre de Tema ya se encuentra registrado”.
SUB FLUJO DE EVENTOS	
A. Editar un tema	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3. El administrador selecciona un tema de la tabla de temas de la unidad de enseñanza, haciendo clic en la fila deseada. 5. El administrador modifica la información que desee actualizar y solicita la actualización de datos, haciendo clic en el [botón: <i>Actualizar</i>]. 7. Termina el caso de uso.	4. El sistema recupera el tema seleccionado y presenta una ventana con la información del tema: nombre, vocabulario, objetivo, dominio, imagen. Además los botones: [botón: <i>Actualizar</i>], [botón: <i>Eliminar</i>]. 6. El sistema verifica que no exista un tema registrado con el mismo nombre, actualiza la información del tema, actualiza la información en las Redes Bayesianas de evaluación y diagnóstico y presenta el mensaje: “Los cambios se realizaron con éxito”.
Flujo alternativo de Sub flujo: Editar un tema.	
i. Administrar conceptos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema

<p>3.1. El administrador hace clic en el [botón: <i>Conceptos</i>] de la fila del tema que se desea editar, en la tabla de temas de la unidad de enseñanza.</p> <p>3.3. Termina el caso de uso.</p>	<p>3.2. Inicia el Caso de Uso <Administrar conceptos>.</p>
<p>B. Eliminar un tema</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>3. El administrador selecciona un tema de la tabla de temas de la unidad de enseñanza.</p> <p>5. El administrador solicita la eliminación del tema haciendo clic en el [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>7. Termina el caso de uso.</p>	<p>4. El sistema recupera el tema seleccionado y presenta una ventana con la información del tema: nombre, vocabulario, objetivo, dominio, imagen. Además los botones: [botón: <i>Actualizar</i>], [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>6. El sistema elimina el tema y todos los conceptos y preguntas asociados al tema, elimina el nodo tema y los nodos conceptos asociados con el tema de la Red Bayesiana evaluación y elimina la Red Bayesiana diagnóstico del tema. Presenta el mensaje: "Tema eliminado correctamente".</p>

Caso de uso: Administrar conceptos.

TABLA XIV: CASO DE USO ADMINISTRAR CONCEPTOS.

Caso de uso: Administrar conceptos.	Código: UC06
Requerimientos asociados: RF07	
Objetivo(s): Permitir administrar un concepto.	
Descripción: El Administrador interactúa con el sistema para administrar (crear, editar o eliminar) un concepto a la vez	
Actor(es): Administrador.	
Pre-condición: El Administrador debe haber iniciado el caso de uso <Administrar temas> y haber elegido la opción Administrar conceptos de un tema.	
Post-condición: Según la acción, el concepto debe estar creado, editado o eliminado.	
Flujo normal de eventos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador hace clic en el [botón: <i>Conceptos</i>] de un tema de la tabla de temas de la unidad de enseñanza. 3. El administrador completa los campos con la información del nuevo concepto: nombre, traducción y descripción y solicita la creación del nuevo concepto haciendo clic en el [botón: <i>Crear</i>]. 5. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta una ventana con la tabla de los conceptos del tema, y los campos de del concepto vacíos. Además los botones: [botón: <i>Crear</i>], [botón: <i>Actualizar</i>], [botón: <i>Eliminar</i>] y [botón: <i>Limpiar</i>]. 4. El sistema verifica que no exista un concepto con el mismo nombre, guarda el concepto, agrega el nodo concepto en la Red Bayesiana evaluación y diagnóstico y presenta el mensaje: "El registro fue realizado con éxito".
FLUJO ALTERNO DE EVENTOS	
a. Concepto ya existe	

Acción de usuario	Respuesta del sistema
3.1. El administrador ingresa un nombre de concepto que ya existe. 3.3. Termina el caso de uso.	3.2. El sistema encuentra un concepto registrado con el mismo nombre y presenta mensaje: "El nombre del concepto ya está registrado".
SUB FLUJO DE EVENTOS	
A. Editar un concepto	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3. El administrador selecciona un concepto de la tabla de conceptos asociados con el tema, haciendo clic en la fila deseada. 5. El administrador modifica la información que desee actualizar y solicita la actualización de datos, haciendo clic en el [botón: <i>Actualizar</i>]. 7. Termina el caso de uso.	4. El sistema completa los campos: nombre, traducción y descripción, con la información del concepto seleccionado. 6. El sistema verifica que no exista un concepto registrado con el mismo nombre, actualiza la información del concepto, actualiza la información del concepto en la Red Bayesiana evaluación y concepto y presenta el mensaje: "Los cambios se realizaron con éxito".
Flujo alternativo de Sub flujo: Editar un concepto	
i. Eliminar un concepto	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
4.1. El administrador solicita la eliminación del concepto haciendo clic en el [botón: <i>Eliminar</i>]. 4.3. Termina el caso de uso.	4.2. El sistema elimina el concepto, los resultados relacionados con ese concepto, el nodo concepto de las Redes Bayesianas evaluación y diagnóstico y presenta el mensaje: "Concepto eliminado correctamente".

Caso de uso: Administrar test.

TABLA XV: CASO DE USO ADMINISTRAR TEST.

Caso de uso: Administrar test.	Código: UC07
Requerimientos asociados: RF08, RF14	
Objetivo(s): Permitir administrar las preguntas en un test.	
Descripción: El administrador interactúa con el sistema para administrar (crear, editar o eliminar) una pregunta a la vez dentro de un test.	
Actor(es): Administrador.	
Pre-condición: El Administrador debe estar logueado, y estar en la [página: Administración de test]	
Post-condición: Según la acción, la pregunta debe estar creada, editada o eliminada.	
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador selecciona del menú principal la opción [menú: Test]. 3. El administrador escoge un tema de la lista de temas disponibles en la tabla de temas, haciendo clic en la fila deseada. 5. El administrador elige la opción de crear una nueva pregunta haciendo clic en el [botón: Crear Pregunta]. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta la [página: Administración de test], con una tabla de los temas registrados en el sistema, los campos: nombre de unidad y nombre de tema vacíos. Y una tabla para las preguntas del tema y un botón [botón: Crear Pregunta]. 4. El sistema completa los campos nombre de unidad y nombre de tema y recupera las preguntas asociadas al tema en la tabla de preguntas. 6. El sistema presenta una ventana [ventana: Crear Pregunta] con los campos de los datos de la pregunta vacíos.

<p>7. El administrador completa los campos con la información de la nueva pregunta: enunciado, tipo de pregunta y escoge los conceptos asociados a la pregunta.</p> <p>9. El administrador solicita la creación de la nueva pregunta haciendo clic en el [botón: <i>Guardar</i>].</p> <p>11. Termina el caso de uso.</p>	<p>8. El sistema rellena los campos dificultad, índice discriminación y factor descuido, de acuerdo al tipo de pregunta.</p> <p>10. El sistema verifica que todos los campos obligatorios estén llenos, guarda la pregunta y presenta el mensaje: “El registro fue realizado con éxito”.</p>
<p>SUB FLUJO DE EVENTOS</p>	
<p>A. Editar una pregunta</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>5. El administrador selecciona una pregunta de la tabla de preguntas del tema, haciendo clic en la fila deseada.</p> <p>7. El administrador modifica la información que desee actualizar y solicita la actualización de datos, haciendo clic en el [botón: <i>Actualizar</i>].</p> <p>9. Termina el caso de uso.</p>	<p>6. El sistema recupera la pregunta seleccionada y presenta una ventana con la información de la pregunta: enunciado, tipo de pregunta, dificultad, índice discriminación, factor descuido y conceptos asociados a la pregunta. Además los botones: [botón: <i>Actualizar</i>], [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>8. El sistema verifica que todos los campos obligatorios estén llenos, actualiza la pregunta y el nodo pregunta en la Red Bayesiana diagnóstico y presenta el mensaje: “Los cambios se realizaron con éxito”.</p>
<p>Flujo alterno de Sub flujo: Editar una pregunta.</p>	
<p>ii. Administrar ítems</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>5.1. El administrador hace clic en el [botón: <i>Ítems</i>] de la fila de la</p>	<p>5.2. Inicia el Caso de Uso <Administrar ítems de pregunta>.</p>

<p>pregunta que se desea editar, en la tabla de preguntas.</p> <p>5.3. Termina el caso de uso.</p>	
<p>B. Eliminar una pregunta</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>5. El administrador selecciona una pregunta de la tabla de preguntas del tema, haciendo clic en la fila deseada.</p> <p>7. El administrador solicita la eliminación de la pregunta haciendo clic en el [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>9. Termina el caso de uso.</p>	<p>6. El sistema recupera la pregunta seleccionada y presenta una ventana con la información de la pregunta: enunciado, tipo de pregunta, dificultad, índice discriminación, factor descuido y conceptos asociados a la pregunta. Además los botones: [botón: <i>Actualizar</i>], [botón: <i>Eliminar</i>].</p> <p>8. El sistema elimina la pregunta y todos los ítems asociados a la pregunta, el nodo pregunta de la Red Bayesiana diagnóstico y presenta el mensaje: "Pregunta eliminada correctamente".</p>

Caso de uso: Administrar ítems de pregunta.

TABLA XVI: CASO DE USO ADMINISTRAR ÍTEMS DE PREGUNTA.

Caso de uso: Administrar ítems de pregunta.	Código: UC08
Requerimientos asociados: RF08	
Objetivo(s): Permitir administrar los ítems de una pregunta.	
Descripción: El Administrador interactúa con el sistema para administrar (crear, editar o eliminar) un ítem a la vez	
Actor(es): Administrador.	
Pre-condición: El Administrador debe haber iniciado el caso de uso <Administrar test> y haber elegido la opción Administrar ítems de una pregunta.	
Post-condición: Según la acción, el ítem debe estar creado, editado o eliminado.	
Flujo normal de eventos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el Administrador hace clic en el [botón: ítems] de una pregunta de la tabla de preguntas. 3. El Administrador elige la opción de crear un ítem haciendo clic en el [botón: Crear Ítem]. 5. El Administrador ingresa la información del nuevo ítem: nombre, traducción, imagen y solicita la creación del nuevo ítem haciendo clic en el [botón: Guardar]. 7. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta una ventana con la información de la pregunta y una tabla de los ítems asociados a la pregunta seleccionada. Además un botón: [botón: Crear Ítem]. 4. El sistema presenta una ventana con los campos para ingresar la información del ítem, y el botón: [botón: Guardar]. 6. El sistema verifica que todos los campos estén llenos, guarda el ítem creado, cuenta el número de ítems de la pregunta y actualiza el nodo pregunta en la Red Bayesiana diagnóstico. Presenta mensaje: "Los cambios se realizaron con éxito".

FLUJO ALTERNO DE EVENTOS	
a. Es el primer ítem de la pregunta	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
5.1. El administrador ingresa el primer ítem de la pregunta.	5.2. El sistema verifica que es el primer ítem ingresado para la pregunta, agrega el nodo pregunta a la Red Bayesiana diagnóstico, y retoma el caso de uso en el flujo normal en el paso 6.
SUB FLUJO DE EVENTOS	
A. Editar un ítem	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
3. El administrador selecciona un ítem de la tabla de ítems asociados con la pregunta, haciendo clic en la fila deseada. 5. El administrador modifica la información que desee y solicita la actualización de datos, haciendo clic en el [<i>botón: Actualizar</i>]. 7. Termina el caso de uso	4. El sistema muestra una ventana con la información del ítem: nombre, traducción e imagen. Además de los botones: [<i>botón: Actualizar</i>], [<i>botón: Eliminar</i>]. 6. El sistema verifica que todos los campos estén llenos, actualiza la información del ítem y presenta el mensaje: “Los cambios se realizaron con éxito”.
Flujo alterno de Sub flujo: Editar un ítem	
i. Eliminar un ítem	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
5.1. El administrador solicita la eliminación del ítem haciendo clic en el [<i>botón: Eliminar</i>]. 5.3. Termina el caso de uso	5.2. El sistema elimina el ítem del sistema, cuenta el número de ítems para la pregunta y actualiza el nodo pregunta en la Red Bayesiana diagnóstico y presenta mensaje: “Ítem eliminado correctamente”.

Caso de uso: Obtener resultados de los estudiantes.

TABLA XVII: CASO DE USO OBTENER RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES.

Caso de uso: Obtener resultados de los estudiantes.	Código: UC09
Requerimientos asociados: RF10	
Objetivo(s): Permitir obtener los resultados de los estudiantes en un plan de enseñanza.	
Descripción: El administrador interactúa con el sistema para consultar los resultados obtenidos por un estudiante a la vez.	
Actor(es): Administrador.	
Pre-condición: El Administrador debe estar logueado.	
Post-condición: Se visualiza los resultados del estudiante.	
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador selecciona del menú Principal la opción [menú: Operaciones>Ver Resultados] 3. El administrador solicita ver los resultados de un estudiante de la tabla de estudiantes haciendo clic en el [botón: Ver Resultados] de la fila deseada. 5. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta la [página: Estadística de evaluación], con una tabla de los estudiantes, y en cada fila un botón: [botón: Ver Resultados] habilitado. Además se visualiza el espacio donde se graficará los resultados. 4. El sistema recupera los resultados obtenidos en los conceptos de la unidad correspondiente, consulta la Red Bayesiana evaluación la calificación en los conceptos temas y en la unidad de enseñanza y grafica los resultados.

Caso de uso: Responder a test.

TABLA XVIII: CASO DE USO RESPONDER A TEST.

Caso de uso: Responder a test.	Código: UC10
Requerimientos asociados: RF11, RF12, RF16, RF15	
Objetivo(s): Permitir a un estudiante contestar un test y calcular el resultado de los conceptos evaluados en el test utilizando Redes Bayesianas.	
Descripción: El Estudiante interactúa con el sistema para contestar las preguntas del test una a la vez.	
Actor(es): Estudiante.	
Pre-condición: El Estudiante debe estar logueado.	
Post-condición: Se actualiza el resultado de los conceptos para el estudiante, en la Red Bayesiana diagnóstico.	
Flujo normal de eventos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Estudiante elige en el Menú Principal la opción [<i>menú: Test</i>]. 3. El Estudiante selecciona un tema de la lista de temas disponibles, haciendo clic sobre el tema deseado. 5. El Estudiante solicita iniciar el test haciendo clic en el [<i>botón: Empezar</i>] 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta la [<i>página: Choose a Theme</i>], con una lista de los temas disponibles en la Unidad de enseñanza y un menú secundario en la parte lateral, con las siguientes opciones: [<i>menú: Temas</i>] y [<i>menú: Resultados</i>]. 4. El sistema presenta la página [<i>página: Iniciar Test</i>] con los botones: [<i>botón: Empezar</i>], [<i>botón: En otro momento</i>]. 6. El sistema consulta los resultados de los conceptos evaluados en el tema seleccionado para el estudiante logueado, crea una copia de la Red Bayesiana diagnóstico del tema seleccionado e inicializa los

<p>8. El Estudiante contesta la pregunta haciendo clic sobre el ítem que considere correcto.</p> <p>10. El Estudiante solicita una nueva pregunta haciendo clic en el [botón: <i>Siguiente</i>]</p>	<p>valores de los conceptos con los valores de los resultados consultados.</p> <p>7. El sistema escoge un concepto aleatorio y verifica que el concepto no ha alcanzado el estado “aprendido” y consulta en la Red Bayesiana cuál es la pregunta óptima para el concepto elegido y presenta la pregunta al estudiante, junto con un botón: [botón: <i>Terminar test</i>].</p> <p>9. El sistema evalúa si la respuesta es correcta o incorrecta y presenta mensaje indicando el resultado obtenido por el estudiante y el [botón: <i>Siguiente</i>].</p> <p>11. El sistema actualiza el valor de los conceptos en la Red Bayesiana diagnóstico y reestablece el caso de uso en el paso 7.</p>
<p>FLUJO ALTERNO DE EVENTOS</p>	
<p>a. El resultado de los conceptos ha alcanzado el estado “aprendido”</p>	
<p>Acción de usuario</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>7.2. El Estudiante hace clic en el botón [botón: <i>Terminar test</i>].</p> <p>7.4. Termina el caso de uso</p>	<p>7.1. El sistema verifica que todos los conceptos han alcanzado el estado “aprendido” y presenta el botón [botón: <i>Terminar test</i>].</p> <p>7.3. Inicia el Caso de Uso <Terminar contestación de test>.</p>
<p>SUB FLUJO DE EVENTOS</p>	
<p>A. El Estudiante escoge la opción Terminar Test</p>	

Acción de usuario	Respuesta del sistema
8. El Estudiante hace clic en el botón [botón: <i>Terminar test</i>]. 10. Termina el caso de uso.	9. Inicia el Caso de Uso <Terminar contestación de test>.

Caso de uso: Terminar contestación de test.

TABLA XIX: CASO DE USO TERMINAR CONTESTACIÓN DE TEST.

Caso de uso: Terminar contestación de test.	Código: UC11
Requerimientos asociados: RF17	
Objetivo(s): Terminar la interacción de un estudiante con un test.	
Descripción: El Estudiante interactúa con el sistema para detener la resolución de un test.	
Actor(es): Estudiante.	
Pre-condición: El Estudiante debe haber iniciado el caso de uso <Responder test>.	
Post-condición: Los resultados obtenidos por el estudiante en los conceptos evaluados deben actualizarse en el sistema.	
Flujo normal de eventos	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Estudiante hace clic en el [botón: Terminar test]. 3. El Estudiante confirma que desea abandonar el test haciendo clic en el [botón: Sí]. 5. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema muestra un mensaje solicitando que se confirme el abandono del test, presenta los botones: [botón: Sí], [botón: No]. 4. El sistema recupera los resultados finales del estudiante de la Red Bayesiana diagnóstico, con la que se trabajó durante la resolución del test, guarda los resultados, elimina la copia de la Red Bayesiana y presenta la página [página: Choose a theme].

Caso de uso: Obtener resultados de los test.

TABLA XX: CASO DE USO OBTENER RESULTADOS DE LOS TEST.

Caso de uso: Obtener resultados de los estudiantes.	Código: UC12
Requerimientos asociados: RF13, RF18	
Objetivo(s): Permitir obtener los resultados del estudiante logueado.	
Descripción: El estudiante interactúa con el sistema para consultar sus resultados obtenidos en la unidad de enseñanza en que está asignado.	
Actor(es): Estudiante.	
Pre-condición: El Estudiante debe estar logueado.	
Post-condición: Se visualiza los resultados del estudiante.	
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	
Acción de usuario	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Estudiante selecciona del menú Principal la opción [menú: Test] 3. El Estudiante selecciona del menú Secundario la opción [menú: Resultados]. 5. Termina el caso de uso. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema presenta la [página: <i>Choose a theme</i>], con una lista de los temas disponibles en la Unidad de enseñanza y un menú secundario en la parte lateral, con las siguientes opciones: [menú: <i>Temas</i>] y [menú: <i>Resultados</i>]. 4. El sistema recupera los resultados obtenidos en los conceptos de la unidad del estudiante, consulta las Redes Bayesianas evaluación y diagnóstico, grafica los resultados en los conceptos, temas, y unidad de enseñanza y presenta un mensaje de acuerdo al puntaje obtenido (Excellent, Very good, You can improve).

6.5.2. Fase 2: Diseño

6.5.2.1. Modelo conceptual

Considerando los requisitos reflejados en los casos de uso, se elaboró el modelo conceptual del proyecto. Se lo refleja en el diagrama del modelo del dominio de la figura a continuación:

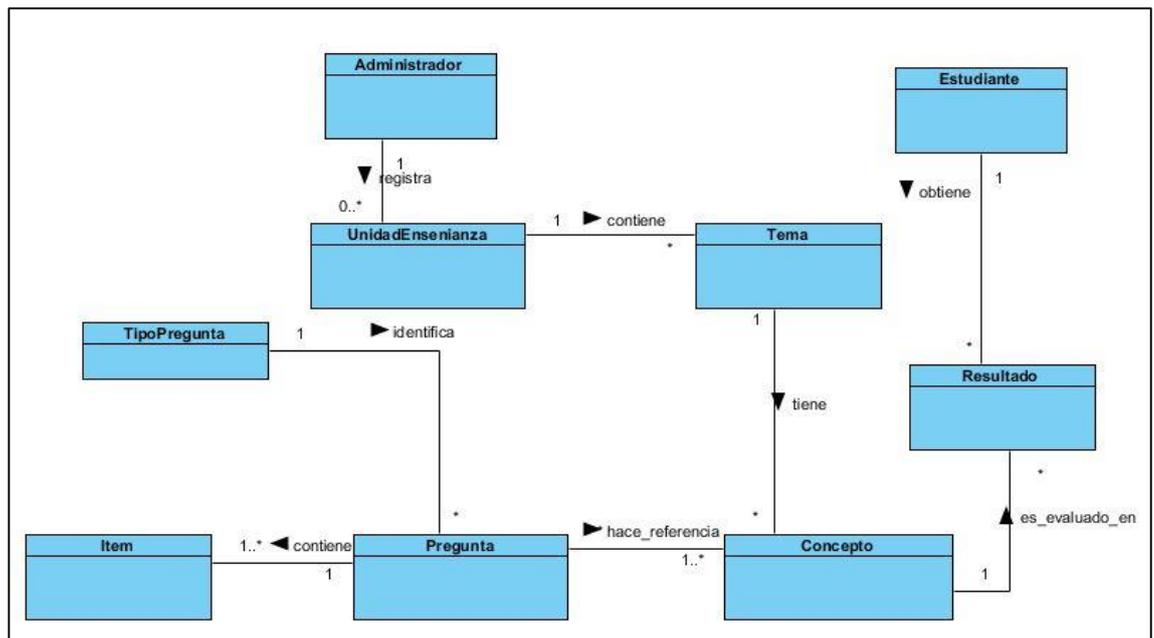


Figura 21: Modelo conceptual sistema SEEII.

6.5.2.2. Modelo de navegación

En esta sub etapa se especifica que objetos serán visitados por el usuario a través de la aplicación. A continuación se muestra el diagrama de navegación para el estudiante y el administrador.

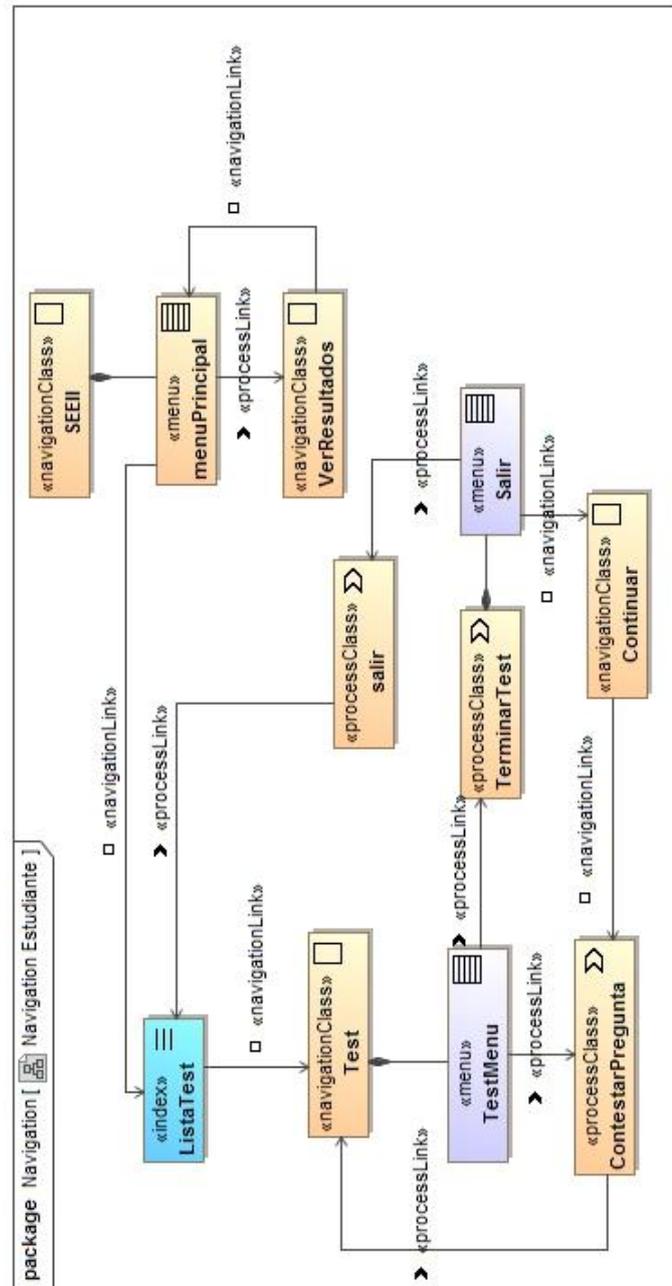


Figura 22: Modelo de navegación (Estudiante)

6.5.2.3. Modelo de presentación

En el siguiente modelo se muestra todos los elementos que se incluyen en las diferentes páginas web en una representación esquemática de los objetos visibles al usuario.

Diagramas de presentación para Administrador

Diagrama de presentación para administrar usuarios:

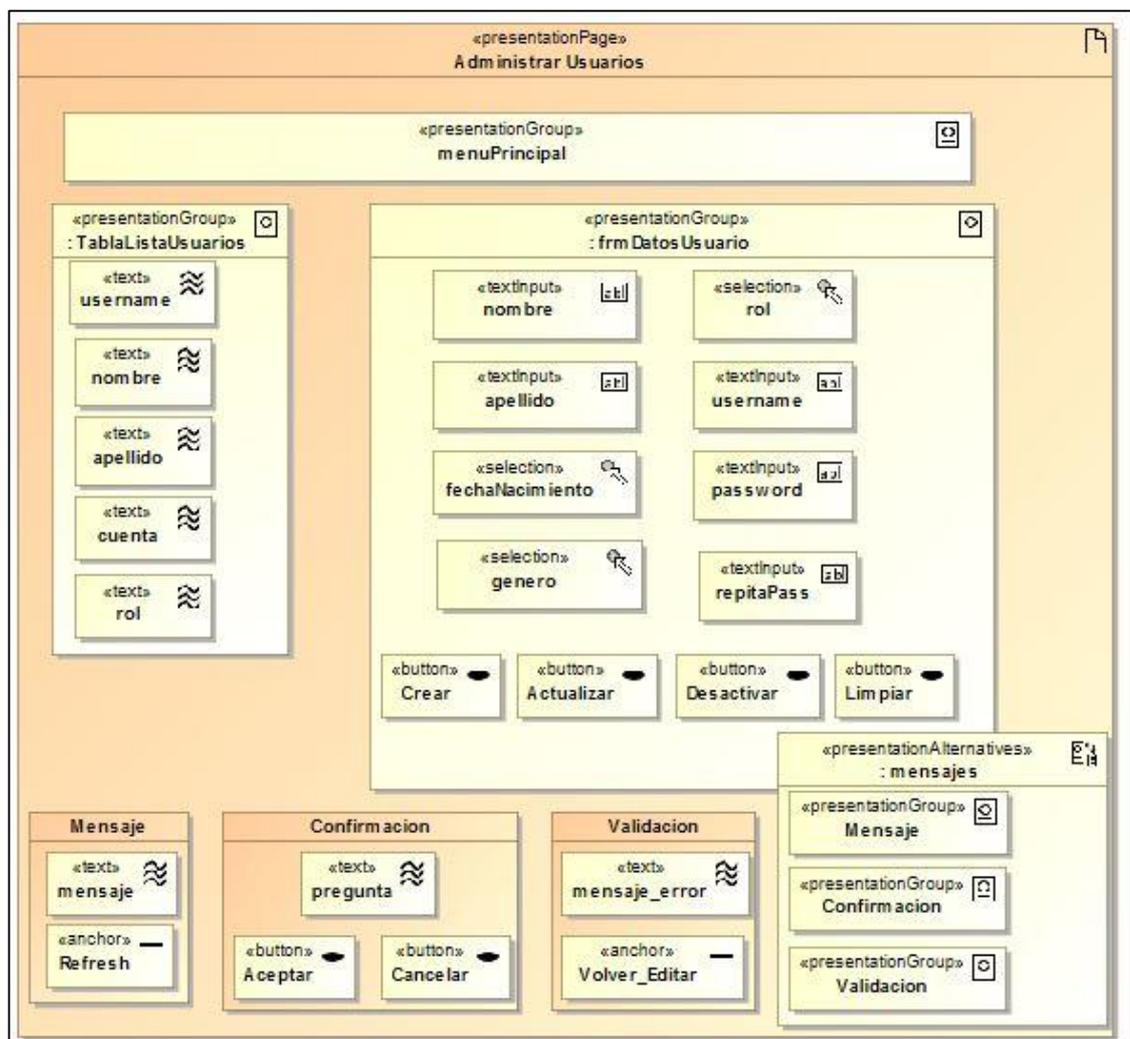


Figura 24: Diagrama de presentación "Administrar usuarios".

Diagrama de presentación para administrar unidades de enseñanza:

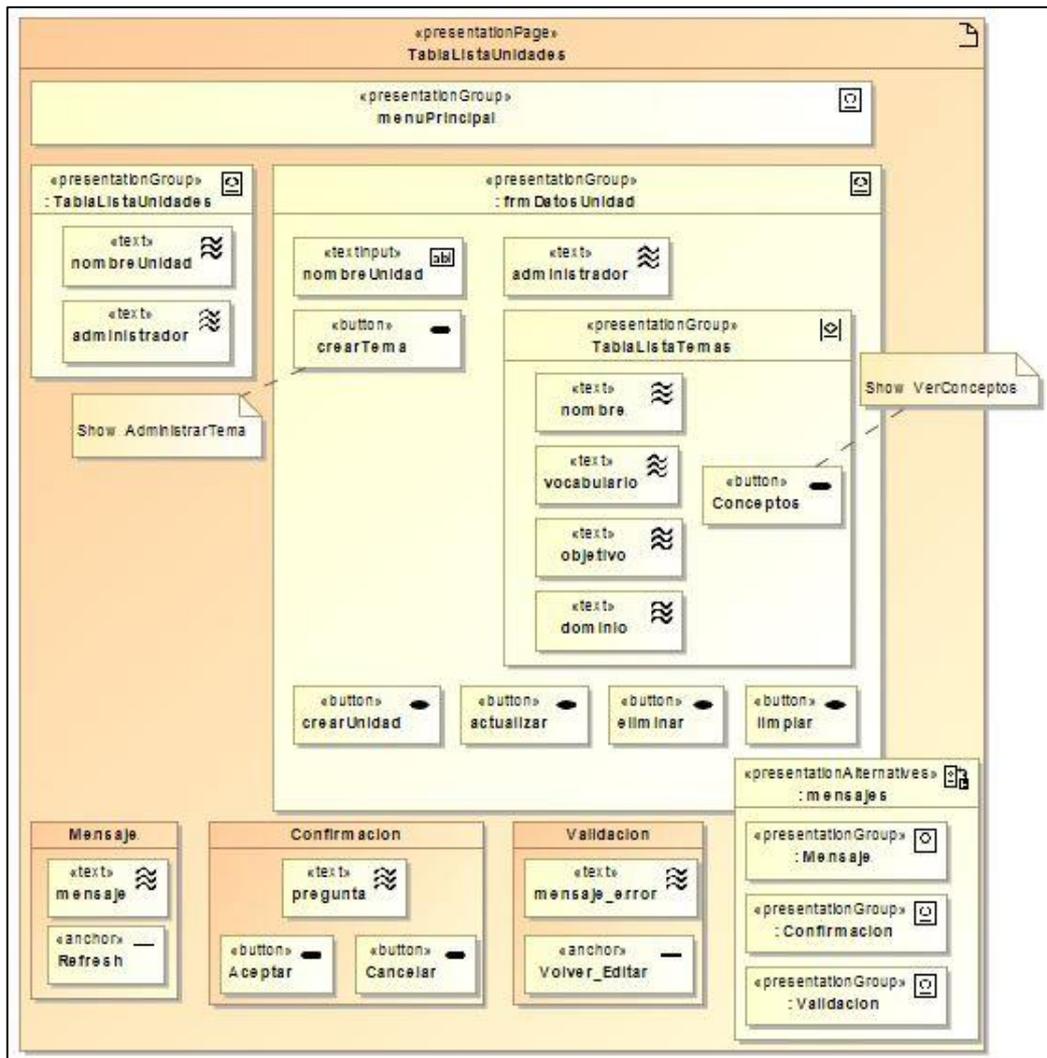


Figura 25: Diagrama de presentación "Administrar unidades de enseñanza".

Diagrama de presentación para administrar temas:

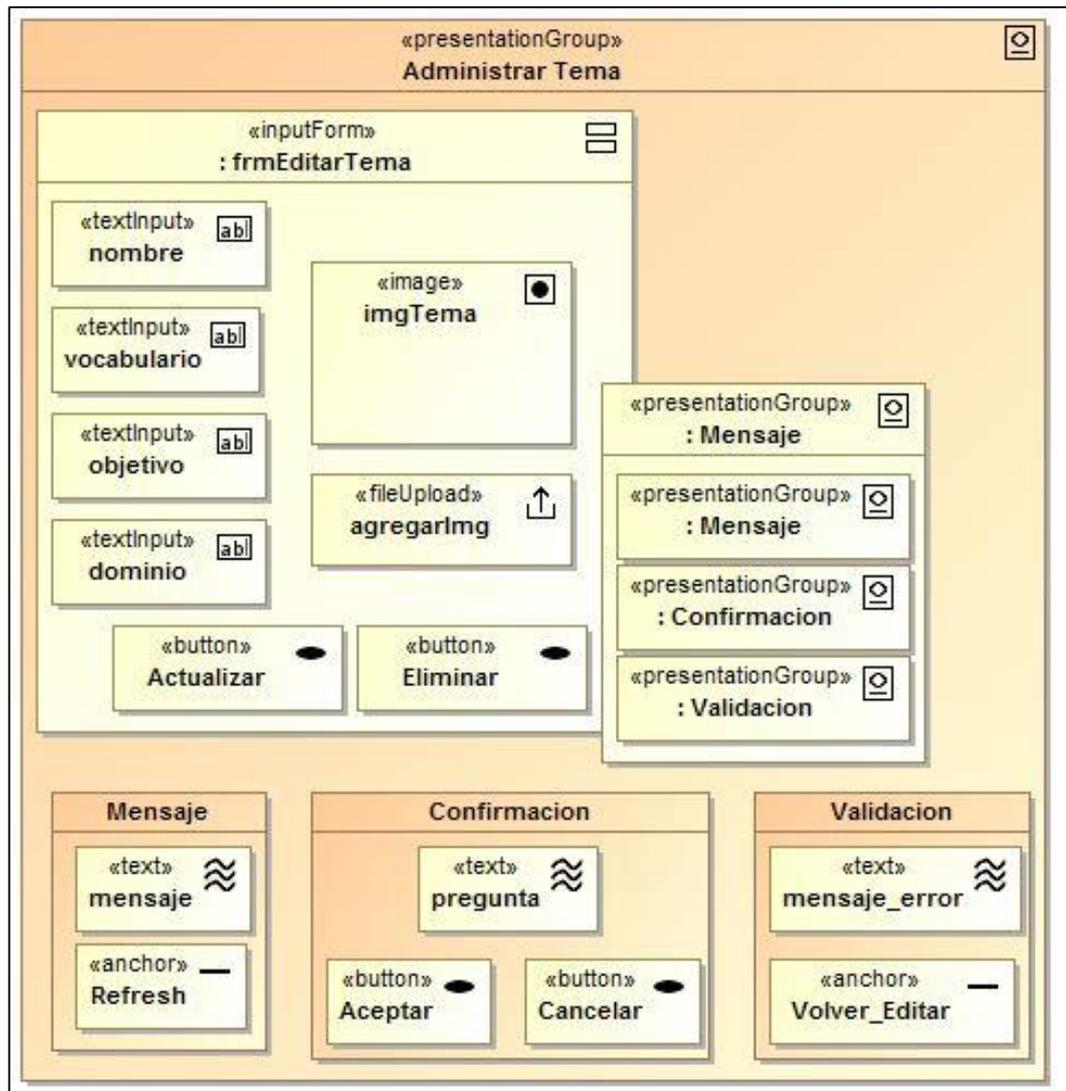


Figura 26: Diagrama de presentación "Administrar temas".

Diagrama de presentación para administrar conceptos:

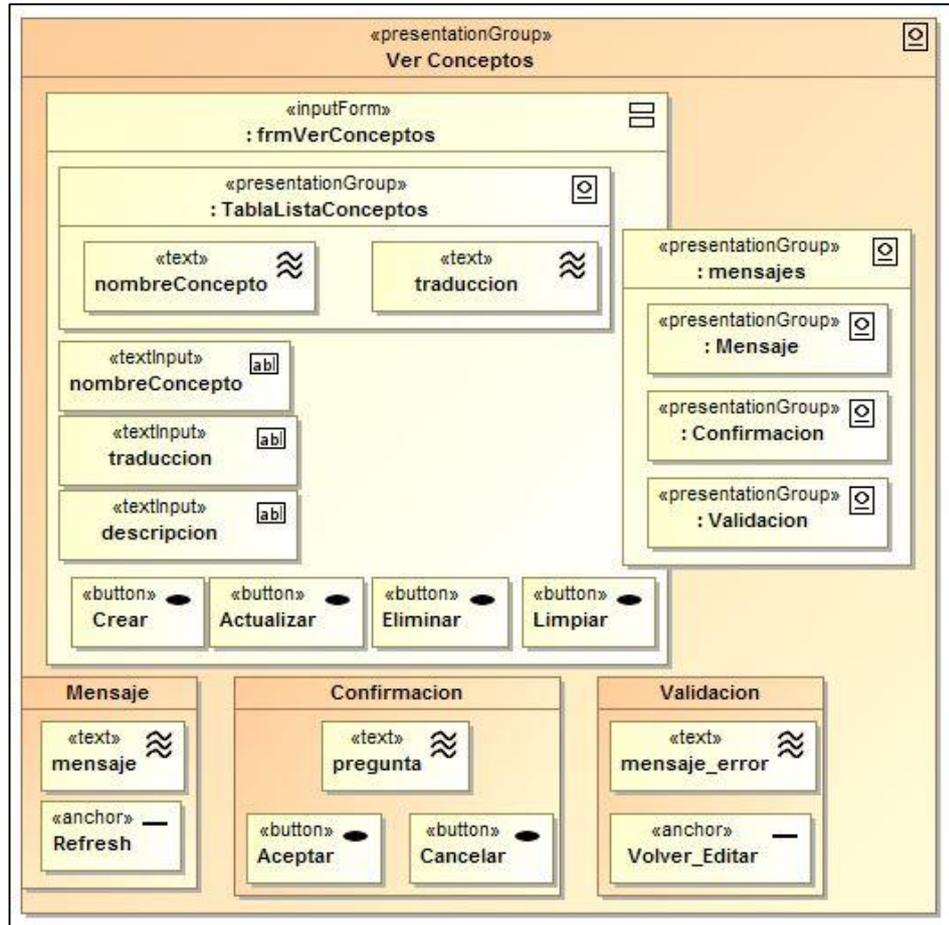


Figura 27: Diagrama de presentación "Administrar conceptos".

Diagrama de presentación para administrar preguntas:

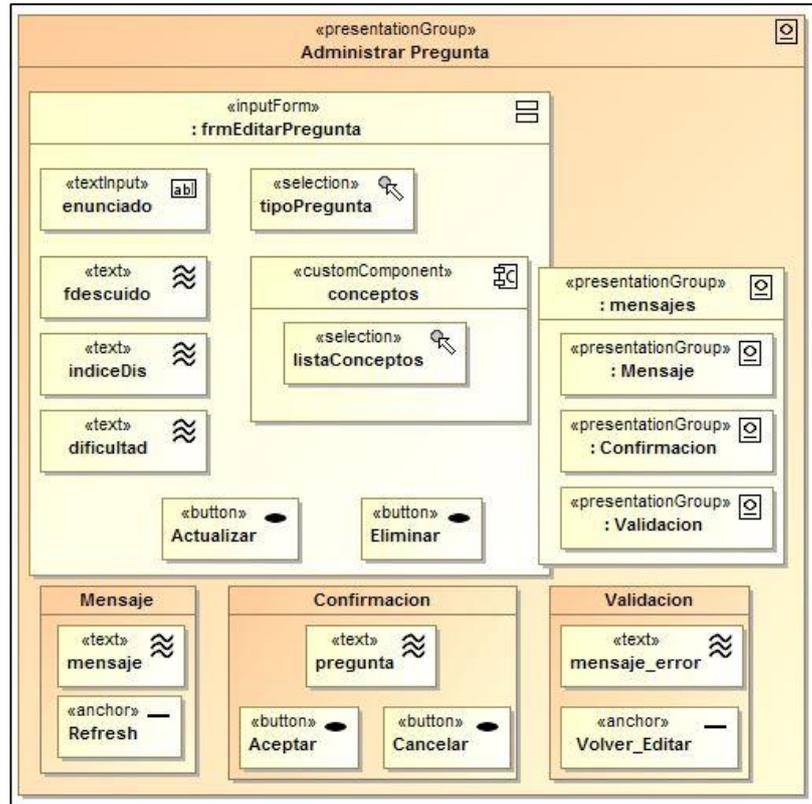


Figura 28: Diagrama de presentación "Administrar preguntas".

Diagrama de presentación para administrar ítems:

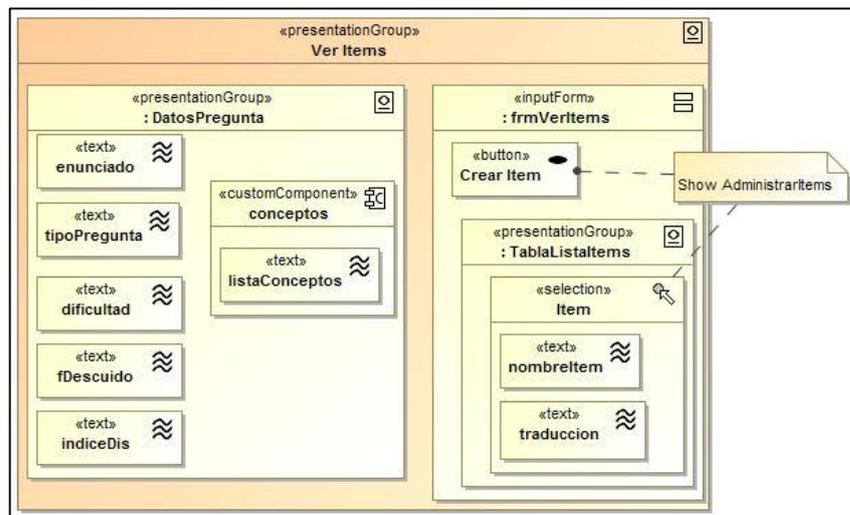


Figura 29: Diagrama de presentación "Ver ítems".

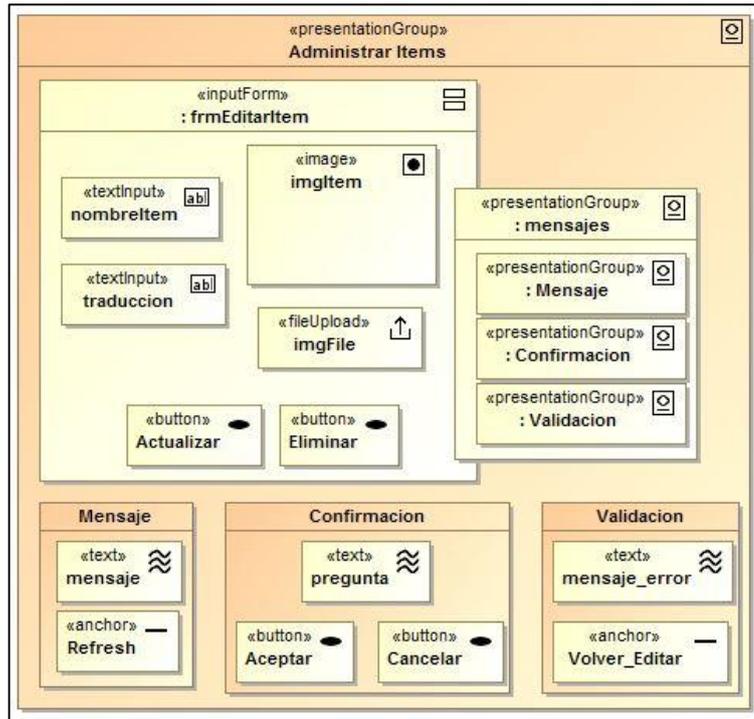


Figura 30: Diagrama de presentación "Administrar ítems".

Diagrama de presentación para ver los resultados obtenidos por estudiante:

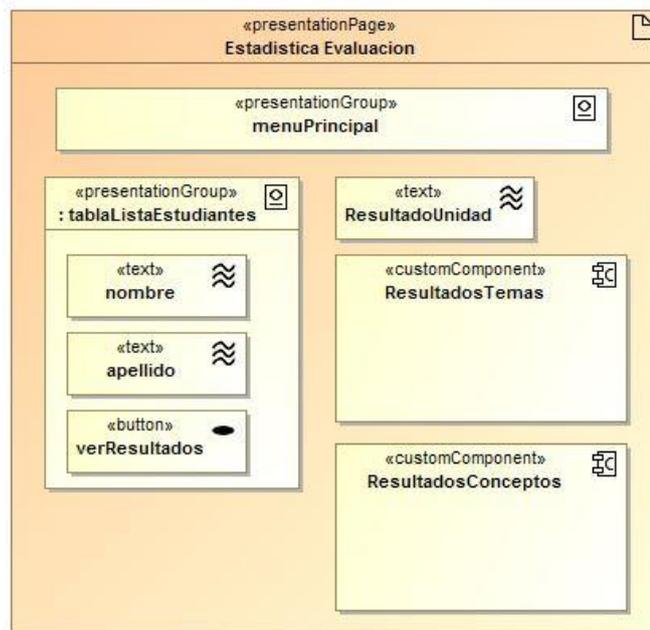


Figura 31: Diagrama de presentación "Ver resultados obtenidos por los estudiantes".

Diagramas de presentación para Estudiante

Diagrama de presentación para listar los temas disponibles:

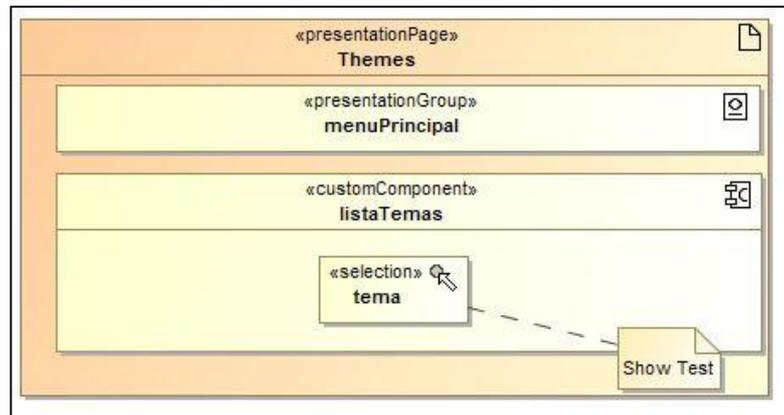


Figura 32: Diagrama de presentación "Ver temas disponibles".

Diagrama de presentación para responder un test:

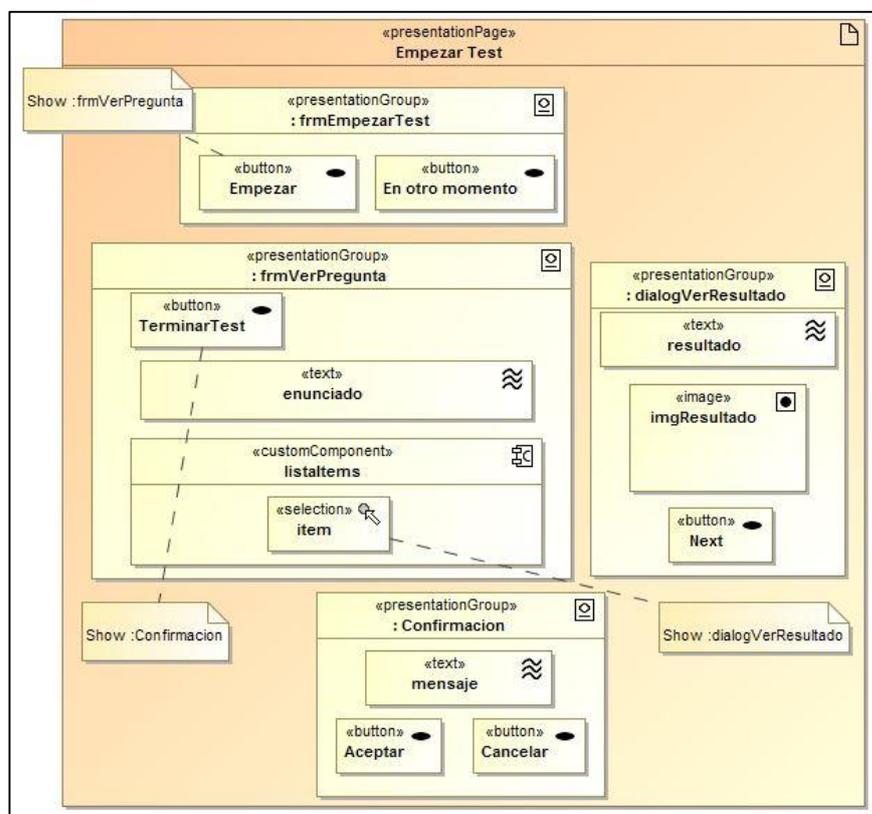


Figura 33: Diagrama de presentación "Responder test".

Diagrama de presentación para consultar los resultados obtenidos en los test (temas) de la unidad de enseñanza:

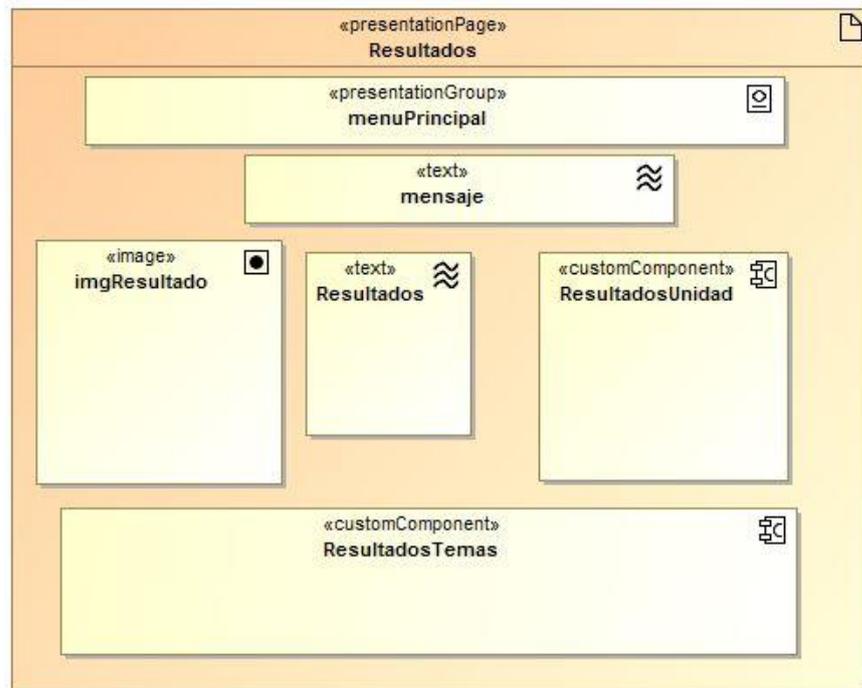


Figura 34: Diagrama de presentación "Ver resultados de la los test".

6.5.2.4. Modelo de procesos

En esa sub etapa se describe las relaciones entre las diferentes clases de proceso, se utilizó diagramas de proceso y de secuencia.

a. Diagramas de proceso

En base a los diagramas de navegación se elaboró los diagramas de proceso. A continuación se presenta los diagramas correspondientes para cada caso de uso (Flujo normal de eventos y Sub flujos de eventos).

UC01: Autenticarse.

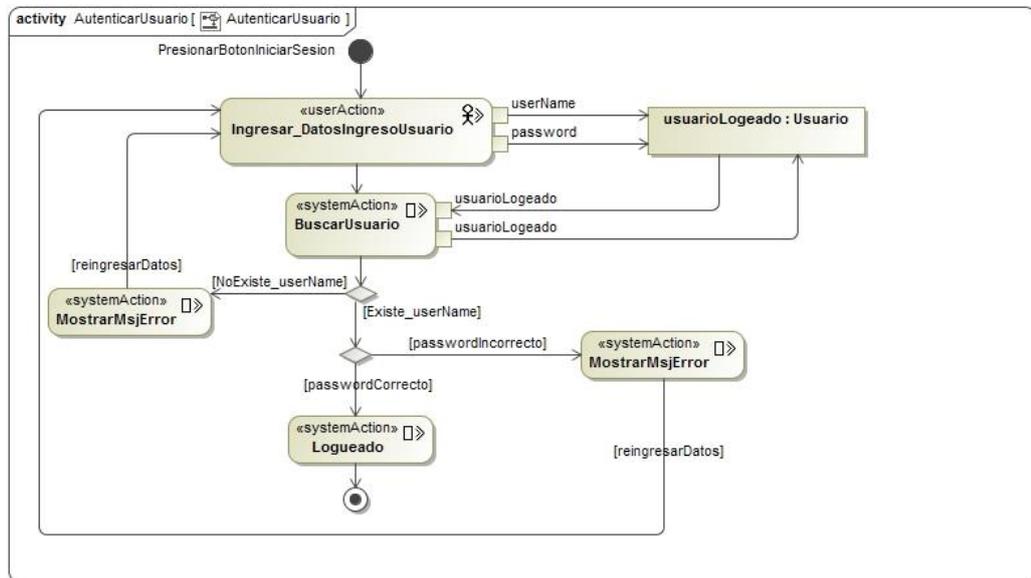


Figura 35: Diagrama de proceso "Autenticarse".

UC02: Administrar usuarios.

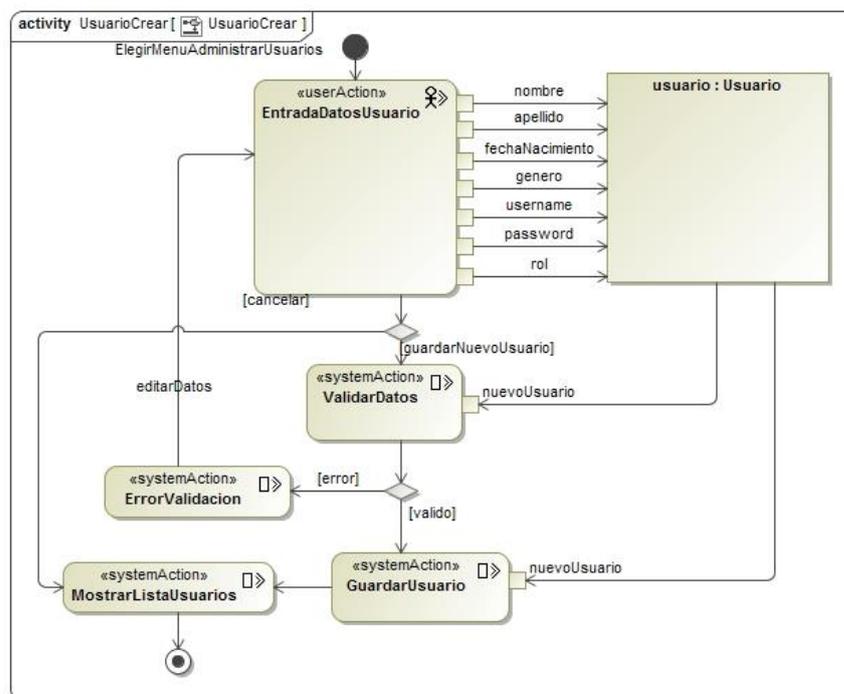


Figura 36: Diagrama de proceso "Administrar usuarios".

Sub flujo: Editar usuarios

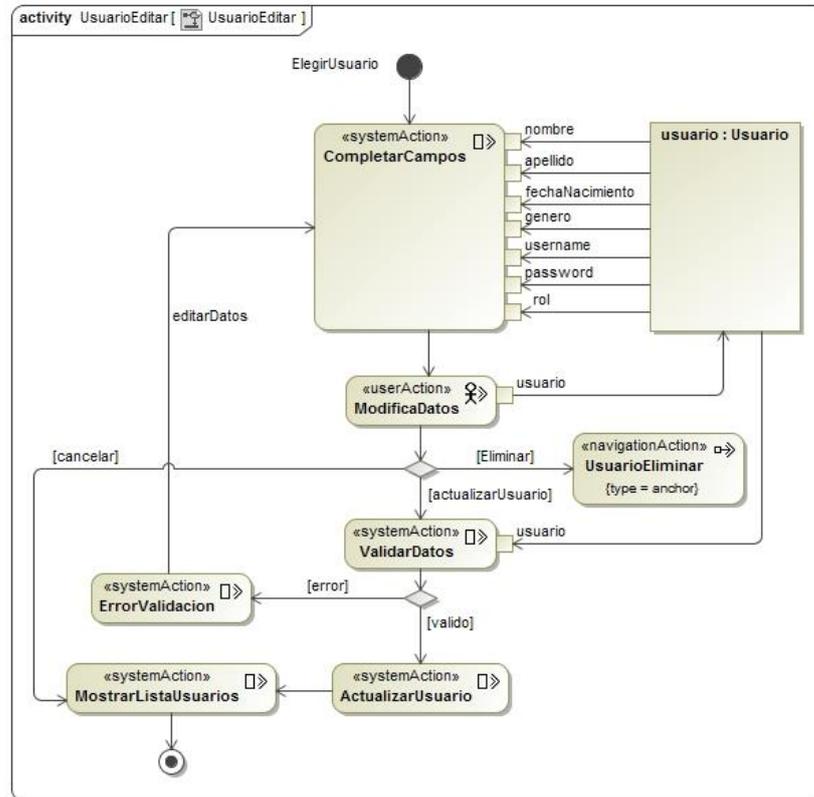


Figura 37: Diagrama de proceso "Editar usuario".

Flujo Alternativo: Cambiar estado de un usuario

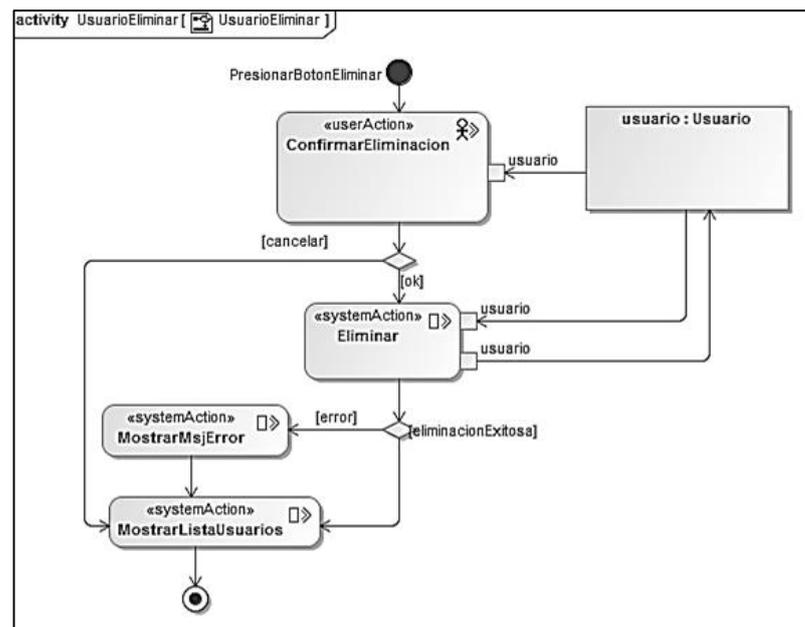


Figura 38: Diagrama de proceso "Cambiar estado de usuario".

UC03: Administrar plan de enseñanza.

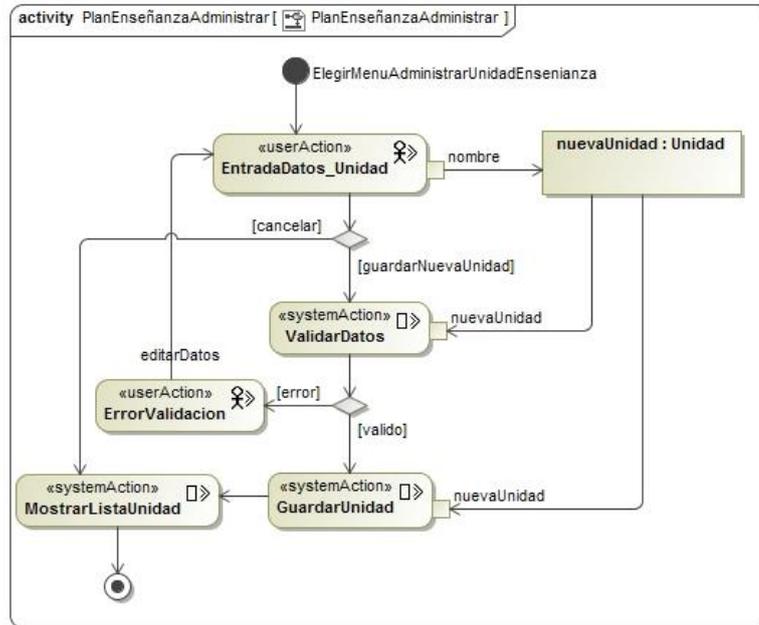


Figura 39: Diagrama de proceso "Administrar plan de enseñanza".

Sub flujo: Editar plan de enseñanza

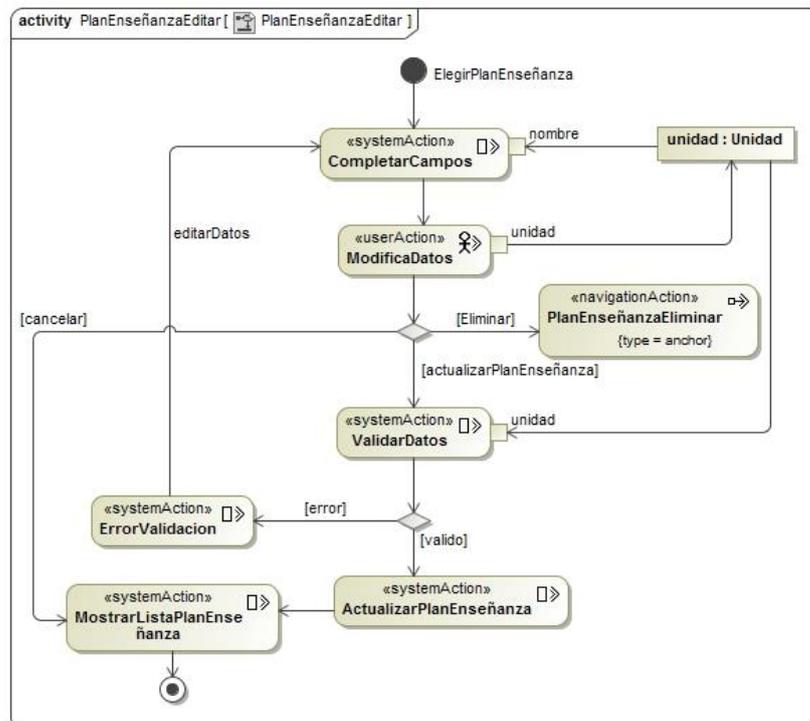


Figura 40: Diagrama de proceso "Editar plan de enseñanza"

Flujo Alternativo: Eliminar unidad de enseñanza

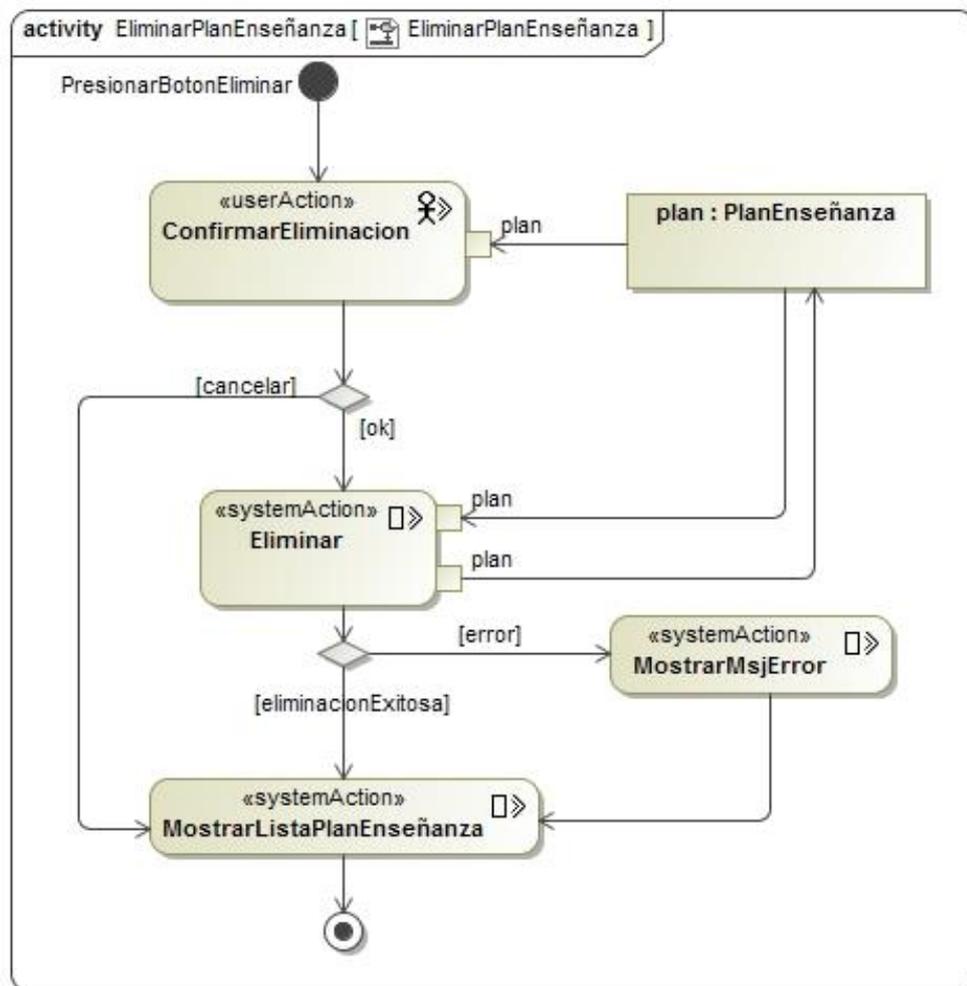


Figura 41: Diagrama de proceso "Eliminar plan de enseñanza".

UC05: Administrar temas.

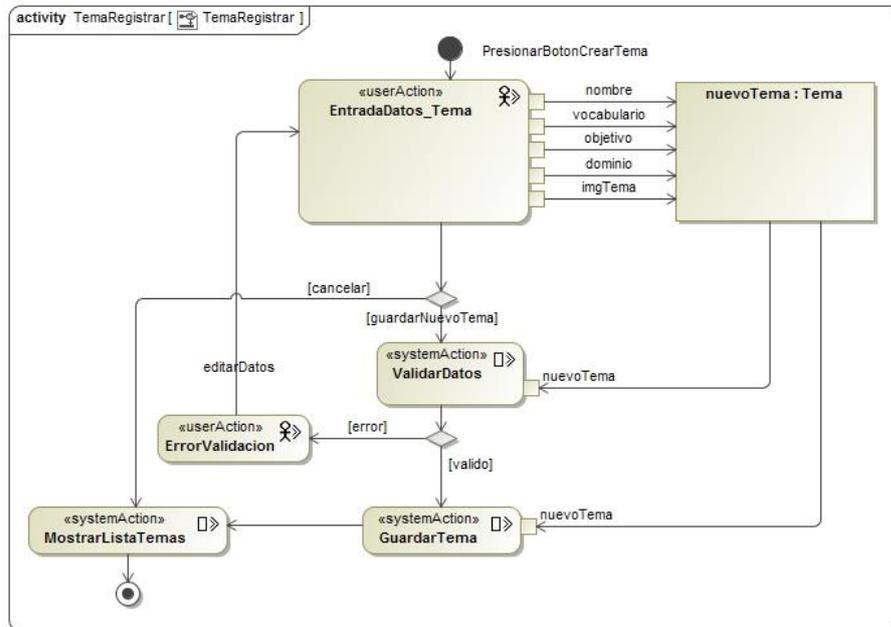


Figura 43: Diagrama de proceso "Administrar temas".

Sub flujo: Editar un tema

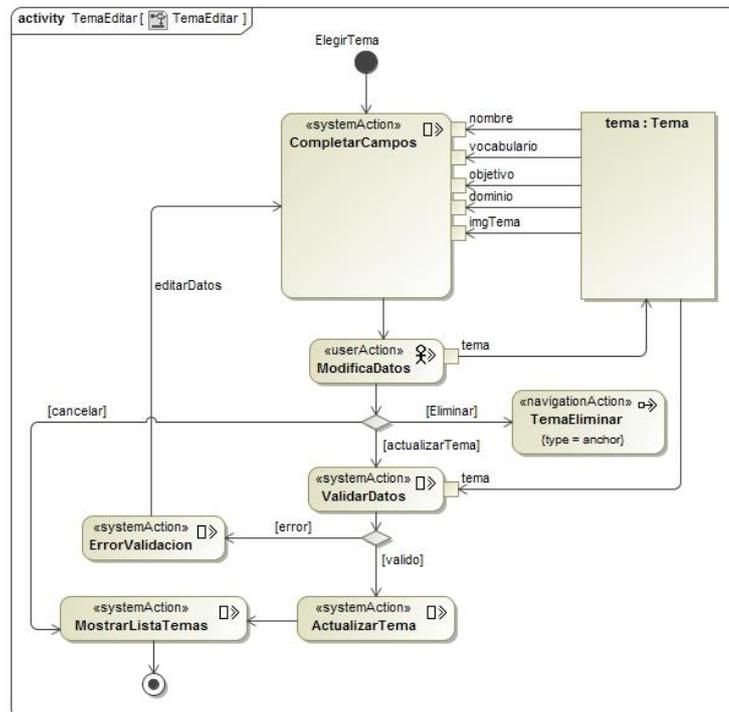


Figura 44: Diagrama de proceso "Editar tema".

Flujo Alternativo: Eliminar un tema

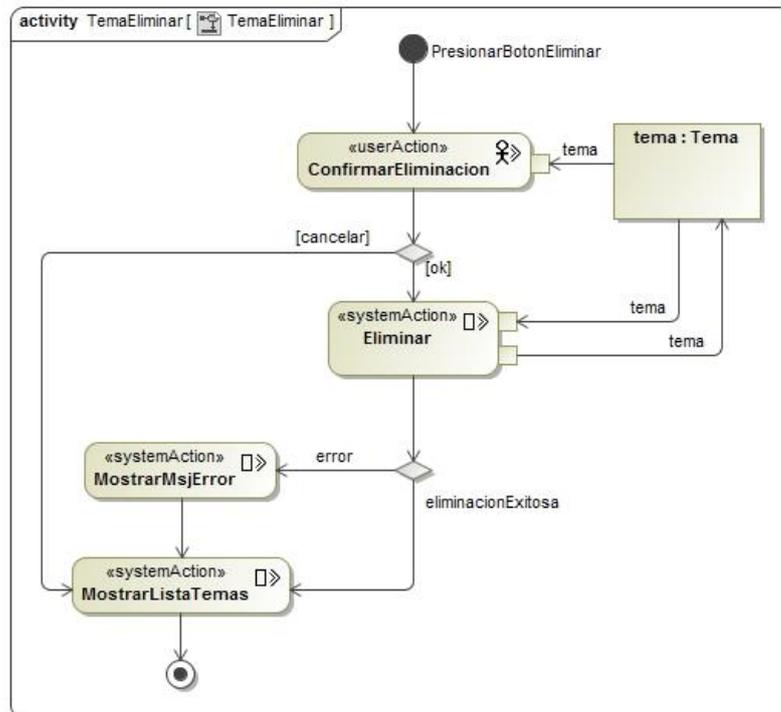


Figura 45: Diagrama de proceso "Eliminar tema".

UC06: Administrar conceptos.

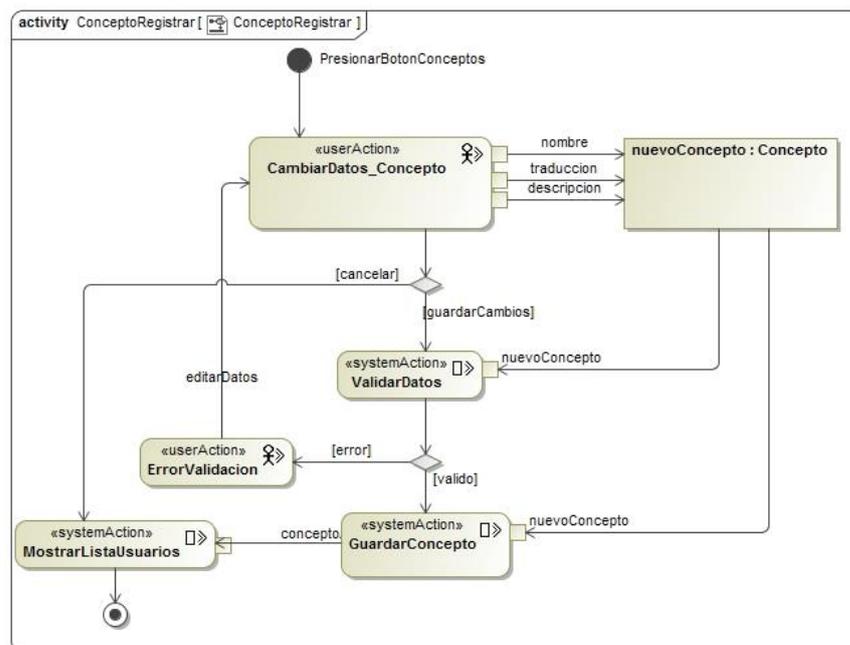


Figura 46: Diagrama de proceso "Administrar conceptos".

Sub flujo: Editar un concepto

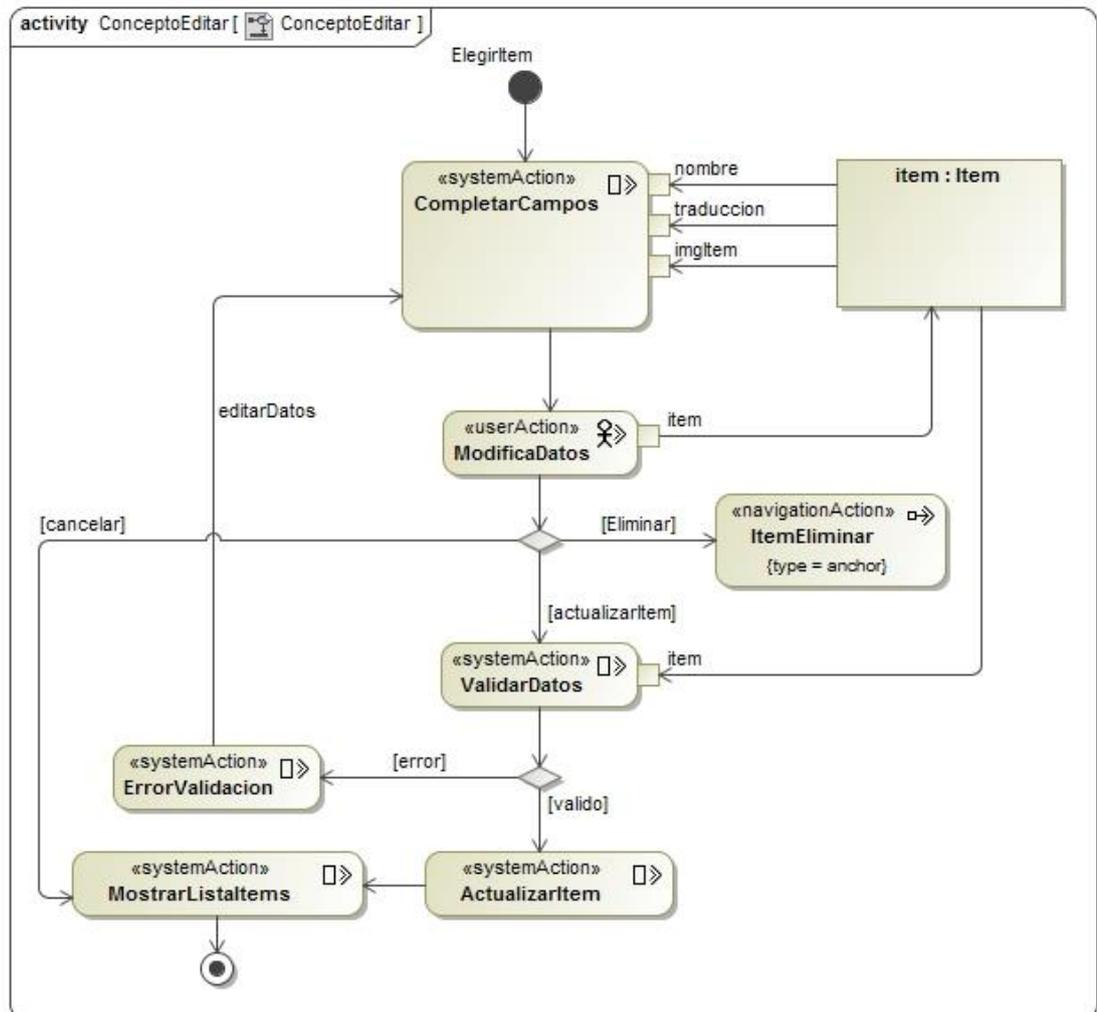


Figura 47: Diagrama de proceso "Editar un concepto".

Flujo Alternativo: Eliminar un concepto

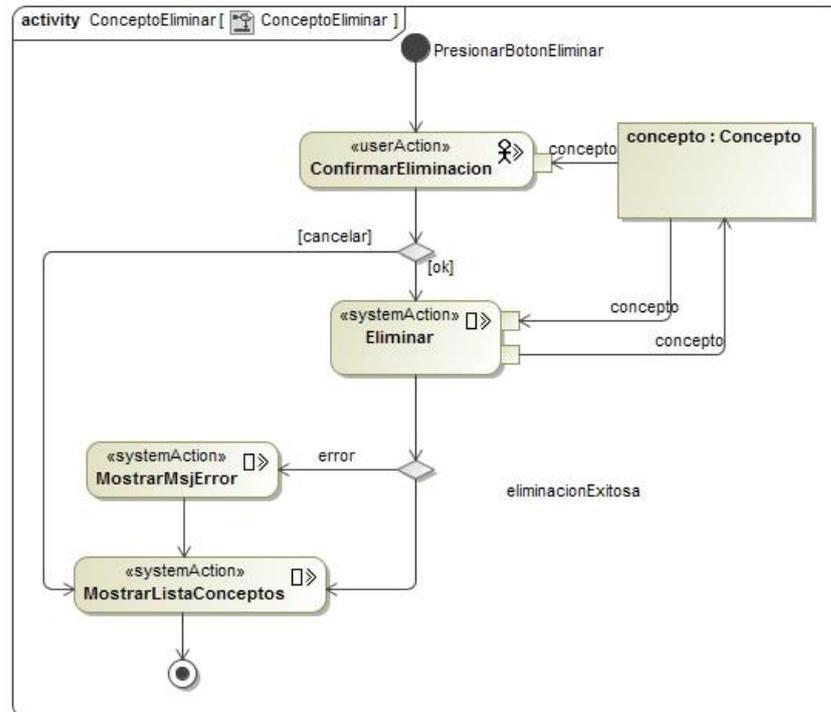


Figura 48: Diagrama de proceso "Eliminar un concepto".

UC07: Administrar test.

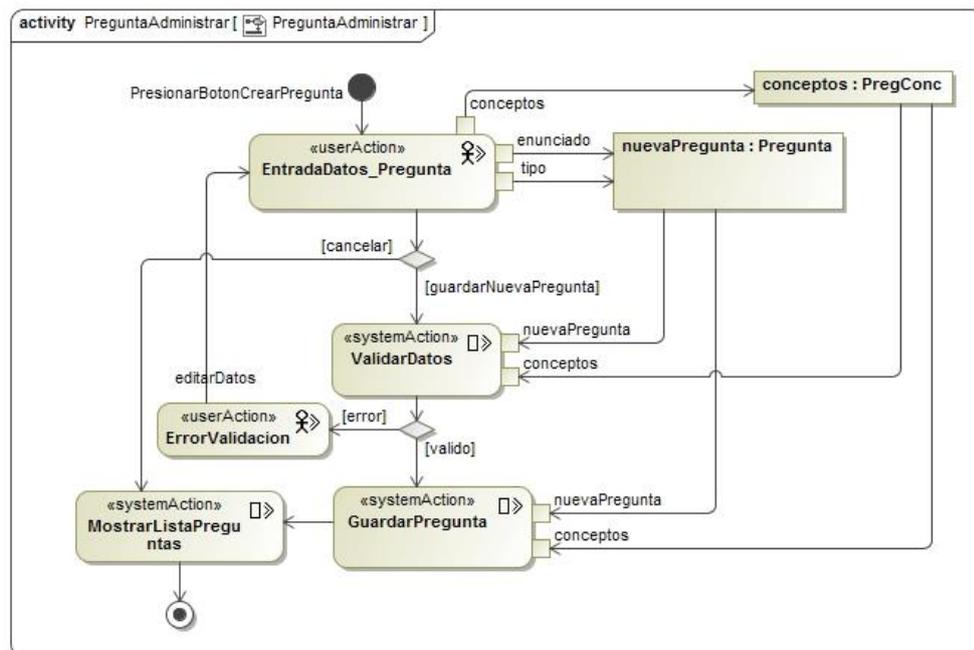


Figura 49: Diagrama de proceso "Administrar test".

Sub flujo: Editar una pregunta

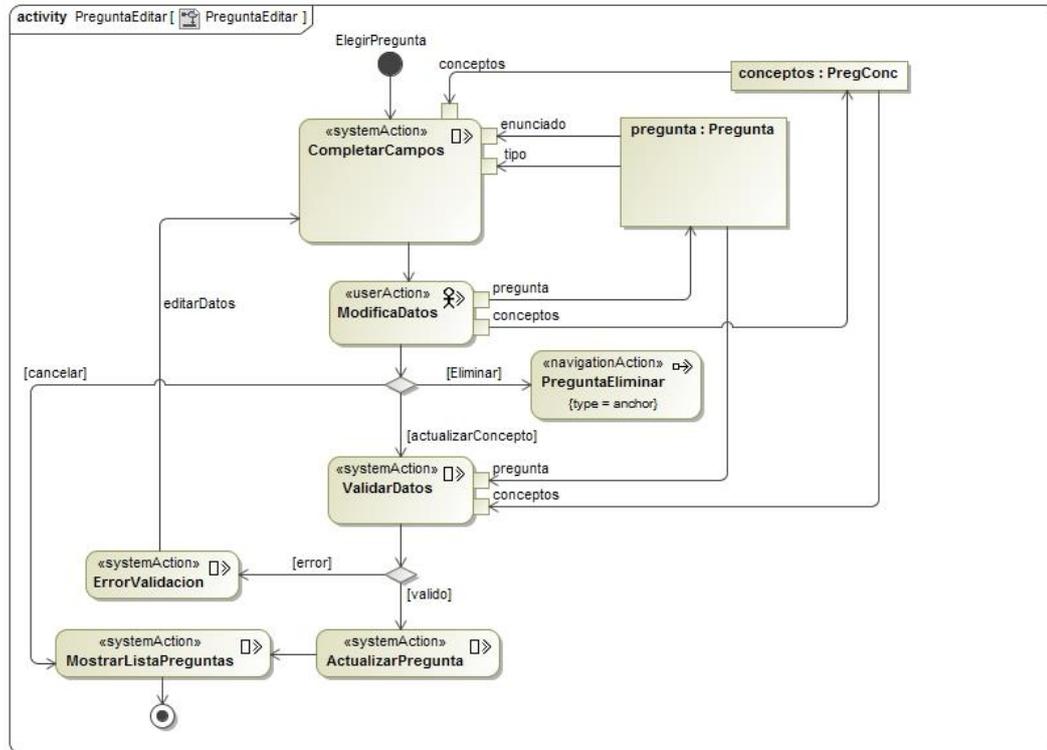


Figura 50: Diagrama de proceso "Editar pregunta".

Flujo Alternativo: Eliminar una pregunta

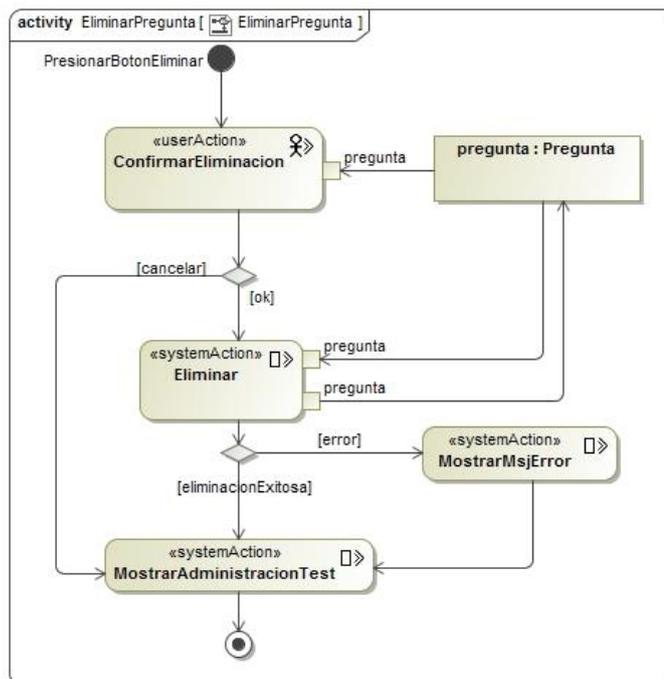


Figura 51: Diagrama de proceso "Eliminar pregunta".

UC08: Administrar ítems de pregunta.

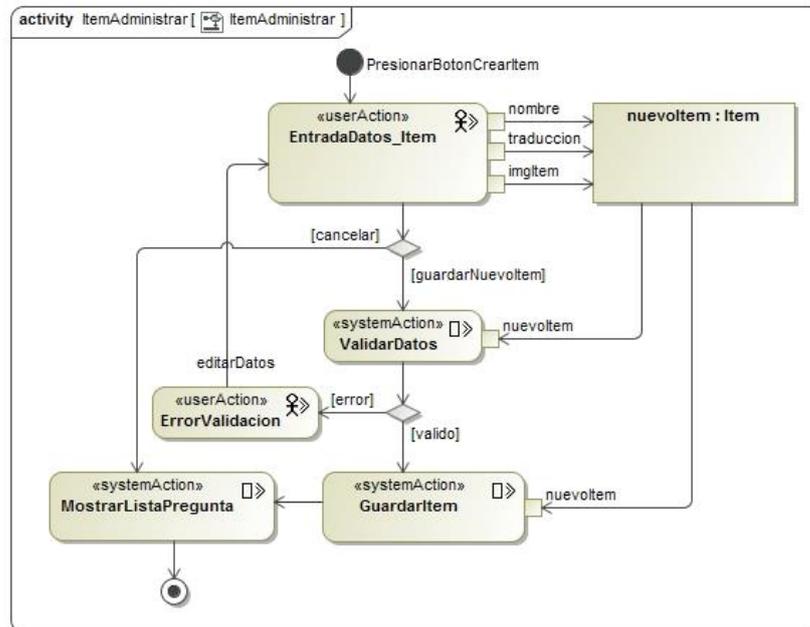


Figura 52: Diagrama de proceso "Administrar ítems de pregunta".

Sub flujo: Editar un ítem

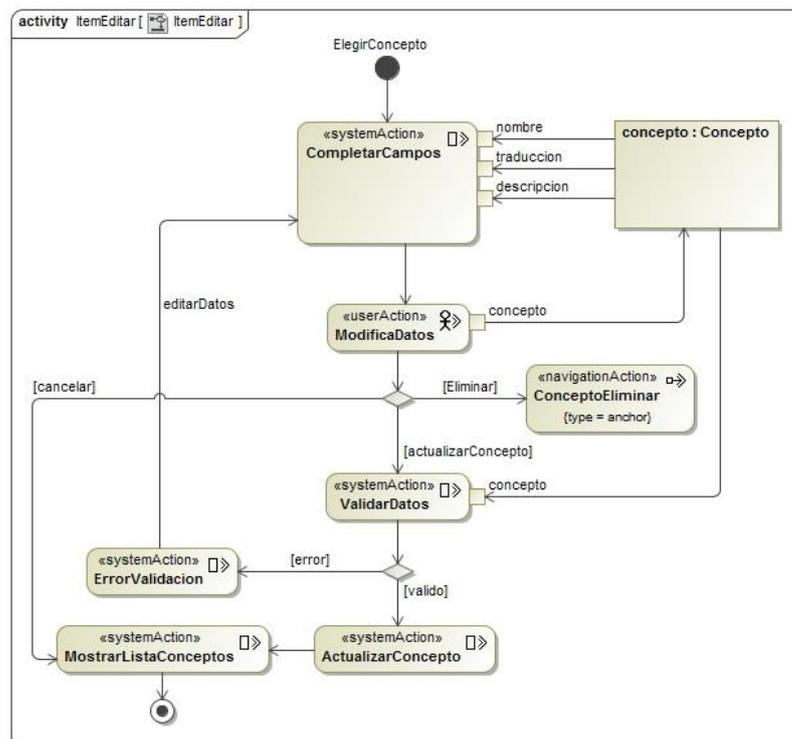


Figura 53: Diagrama de proceso "Editar un ítem".

Flujo Alterno: Eliminar un ítem

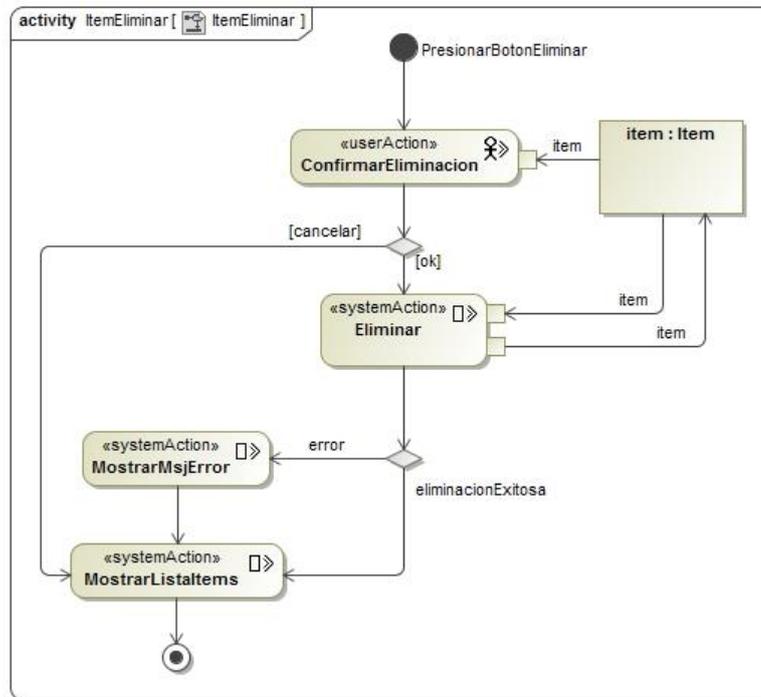


Figura 54: Diagrama de proceso "Eliminar un ítem".

UC09: Obtener los resultados de los estudiantes.

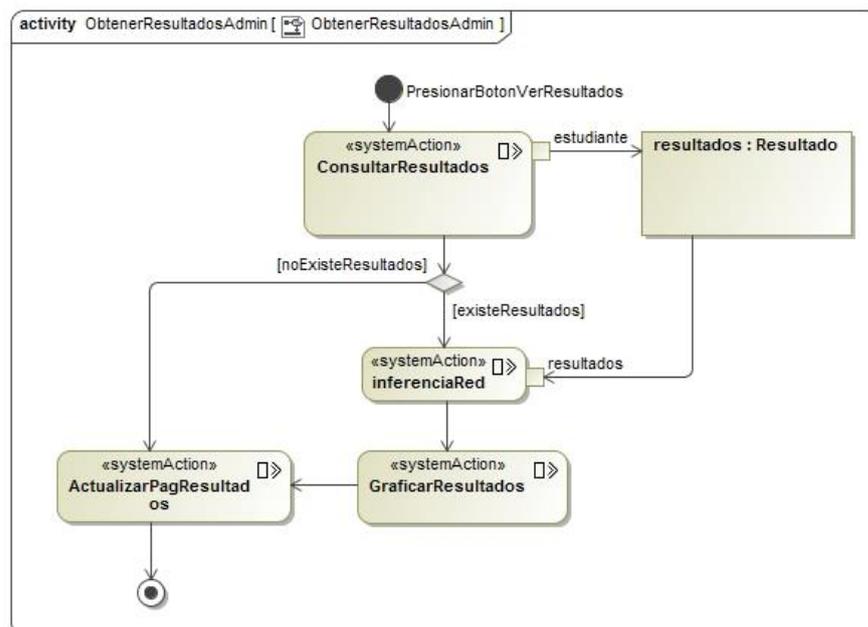


Figura 55: Diagrama de proceso "Obtener los resultados de los estudiantes".

UC10: Responder a test.

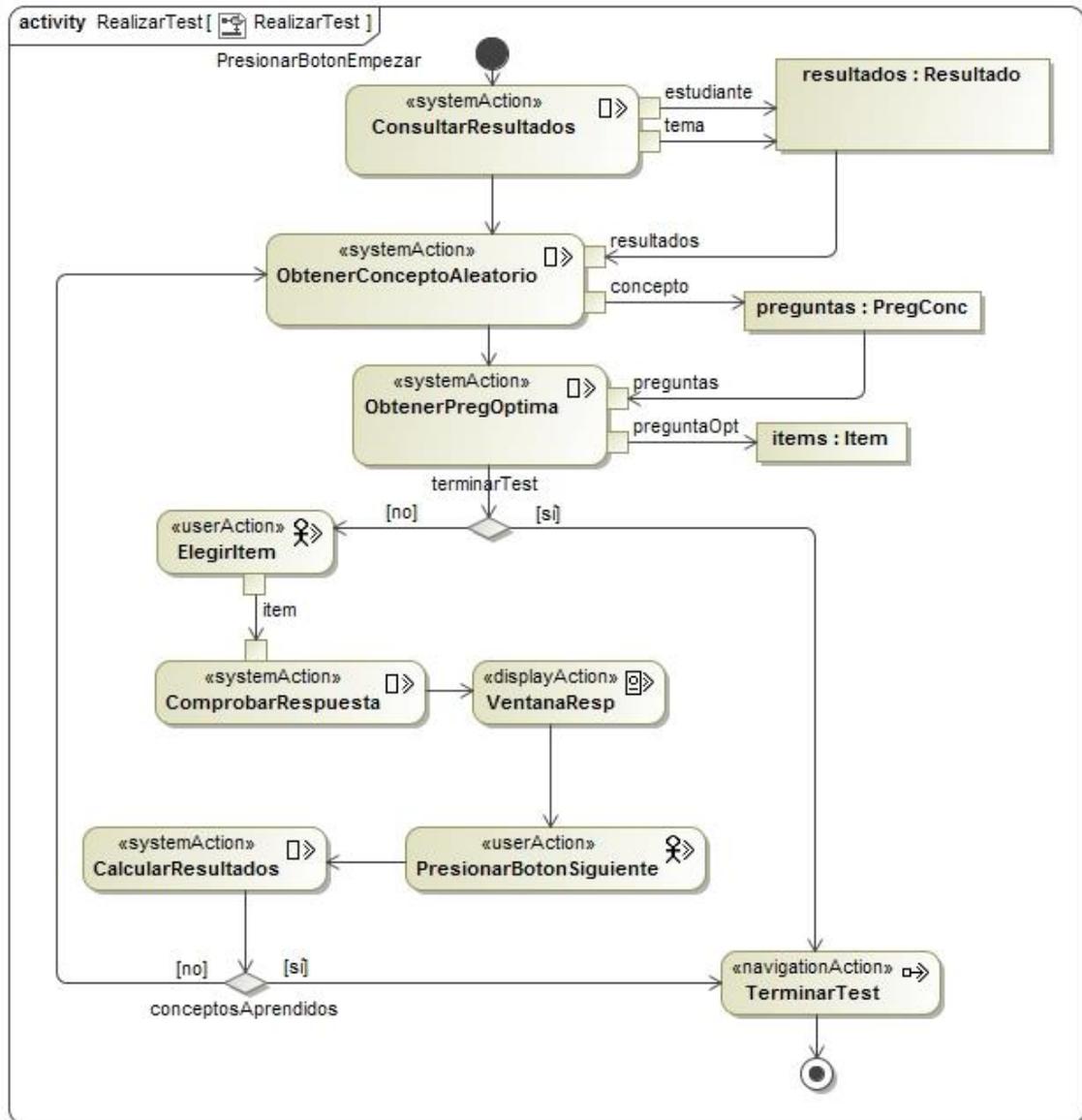


Figura 56: Diagrama de proceso "Responder a test".

UC11: Terminar contestación de test.

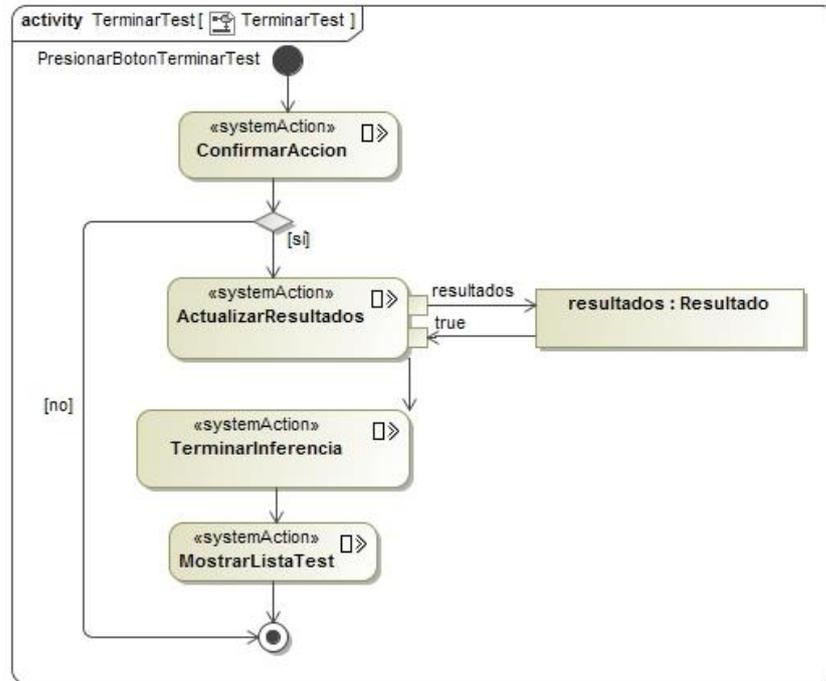


Figura 57: Diagrama de proceso "Terminar contestación de test".

UC12: Obtener resultados de los test.

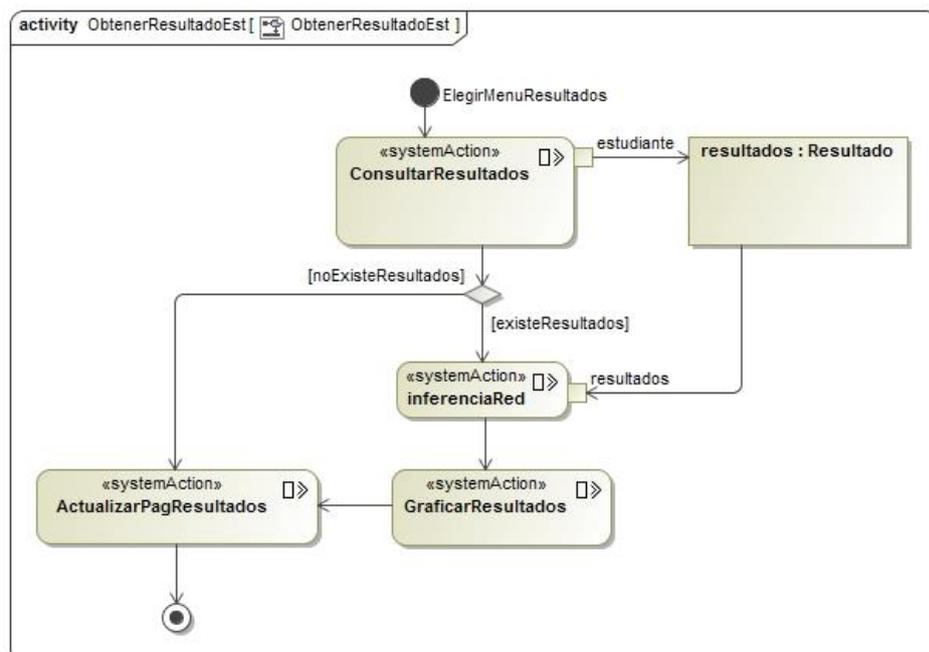


Figura 58: Diagrama de proceso "Obtener resultados de los test".

b. Diagramas de secuencia

En base a los diagramas de proceso y casos de uso se elaboró los diagramas de secuencia. Por cuestión de visualización a continuación se presentan solo los diagramas de secuencia para el flujo normal de eventos de los casos de uso. El resto de diagramas correspondientes para cada caso de uso (Flujo normal de eventos y Sub flujos de eventos) puede verse en el **Anexo III**.

UC01: Autenticarse.

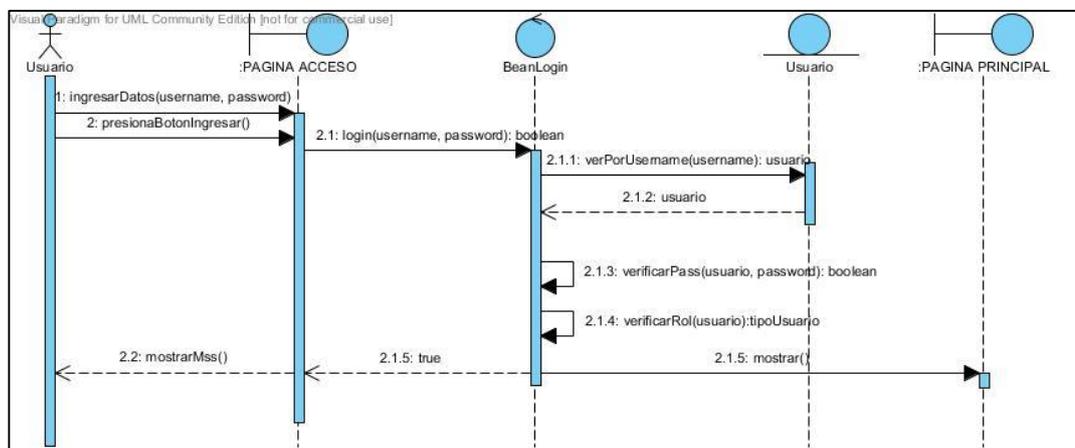


Figura 59: Diagrama de secuencia "Autenticarse".

UC02: Administrar usuarios.

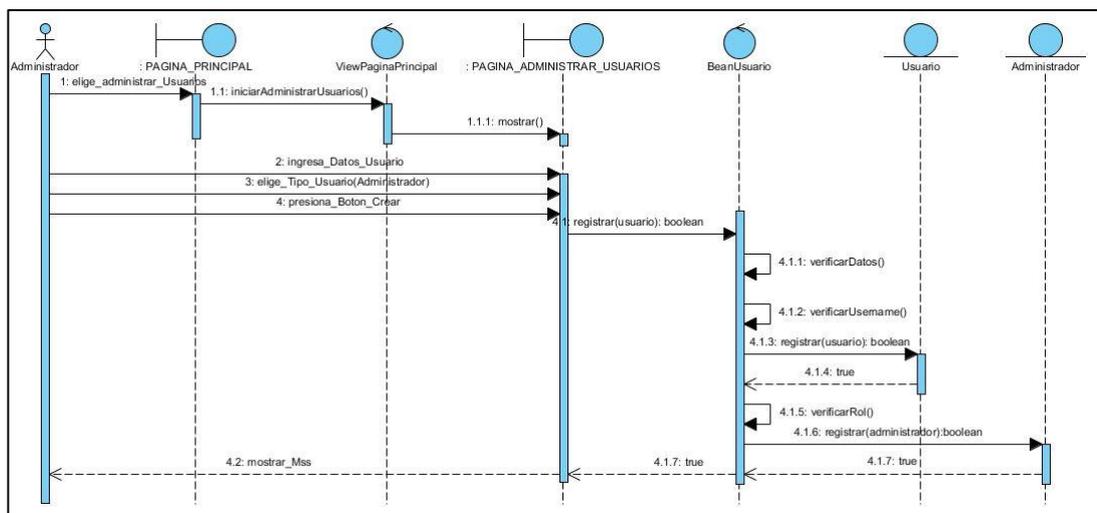


Figura 60: Diagrama de secuencia "Administrar usuarios".

UC03: Administrar plan de enseñanza.

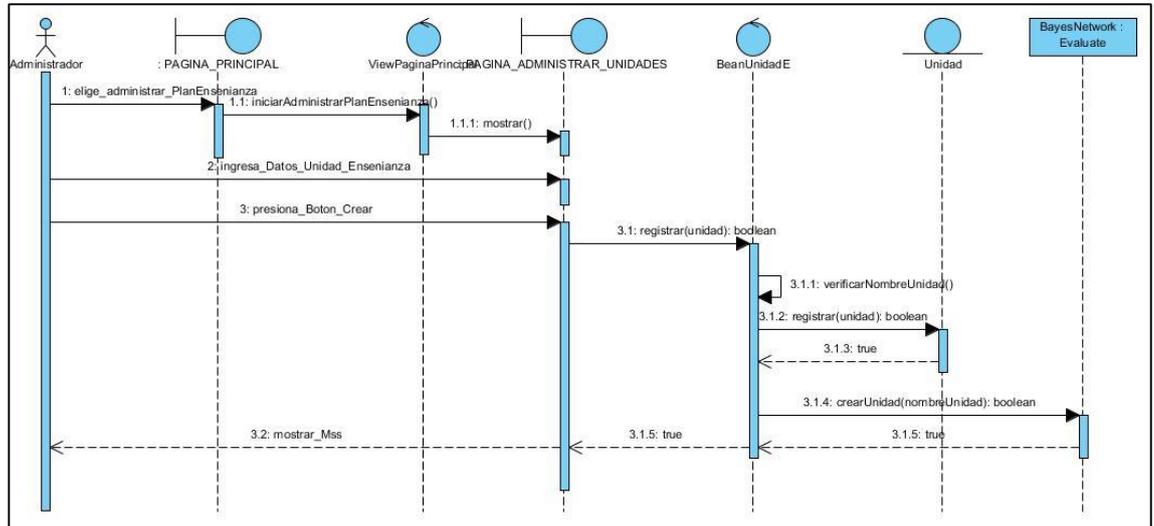


Figura 61: Diagrama de secuencia "Administrar plan de enseñanza".

UC04: Asignar estudiantes a plan de enseñanza.

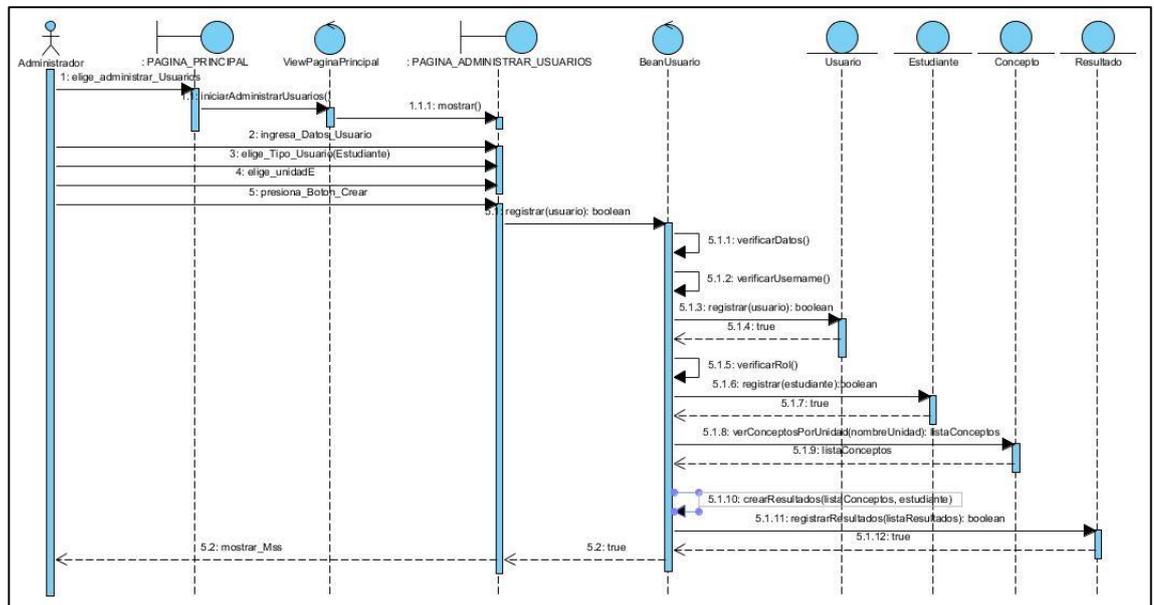


Figura 62: Diagrama de secuencia "Asignar estudiantes a plan de enseñanza".

UC05: Administrar temas.

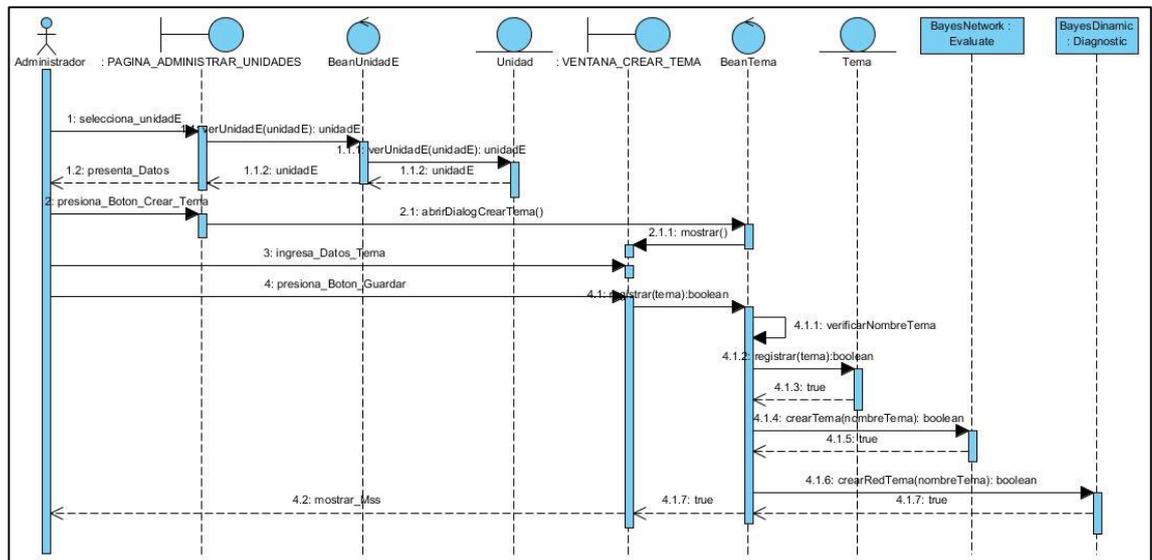


Figura 63: Diagrama de secuencia "Administrar temas".

UC06: Administrar conceptos.

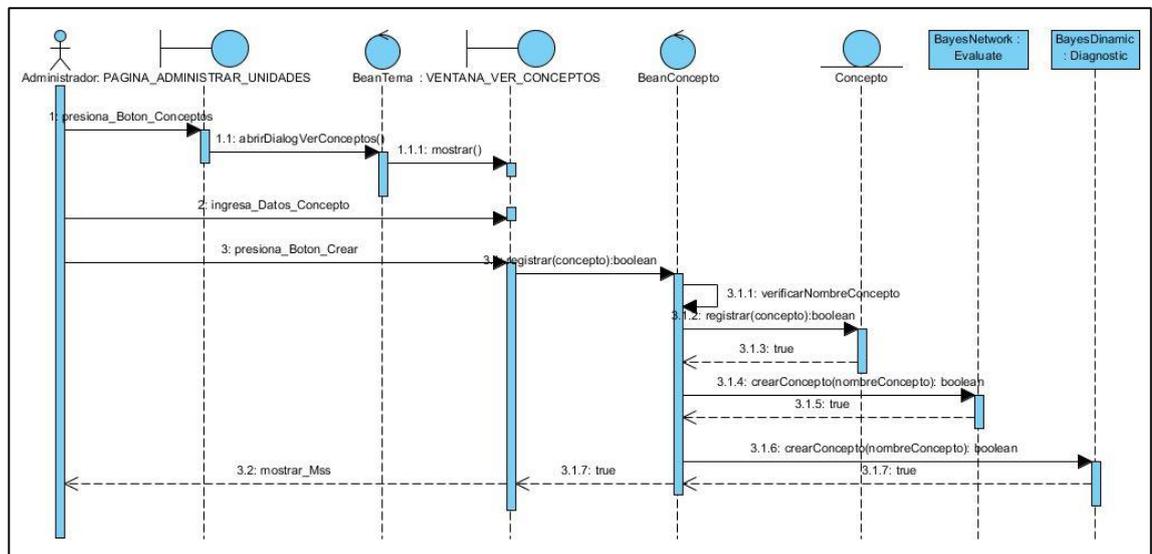


Figura 64: Diagrama de secuencia "Administrar conceptos".

UC07: Administrar test.

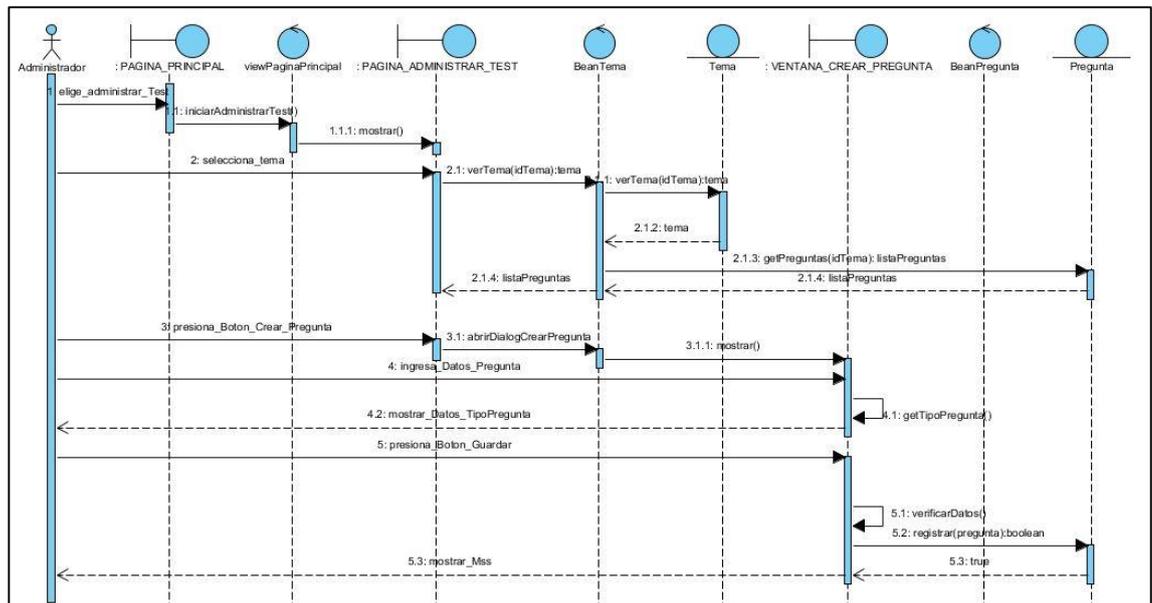


Figura 65: Diagrama de secuencia "Administrar test".

UC08: Administrar ítems de pregunta.

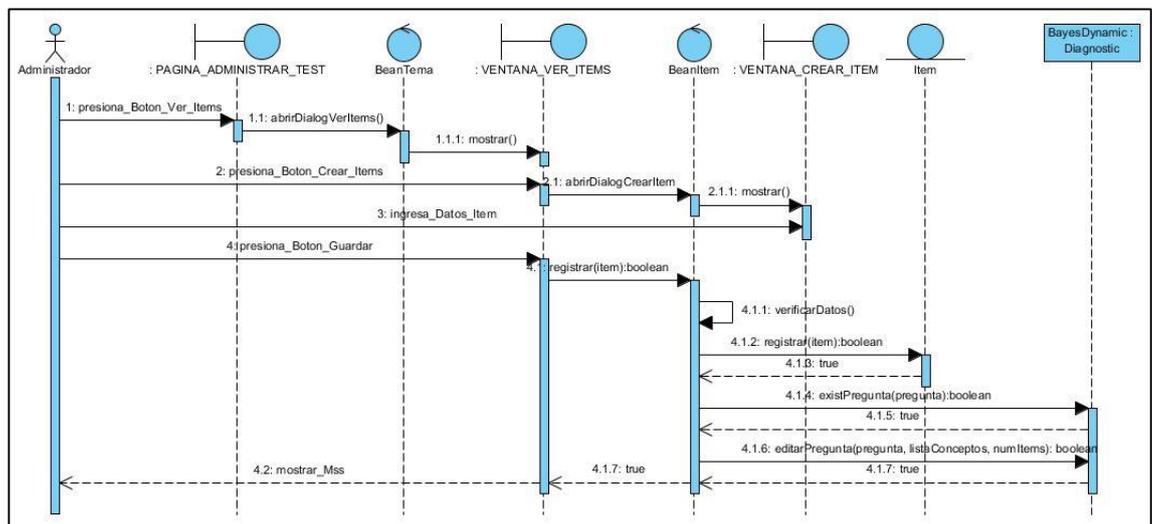


Figura 66: Diagrama de secuencia "Administrar ítems de pregunta".

UC09: Obtener los resultados de los estudiantes.

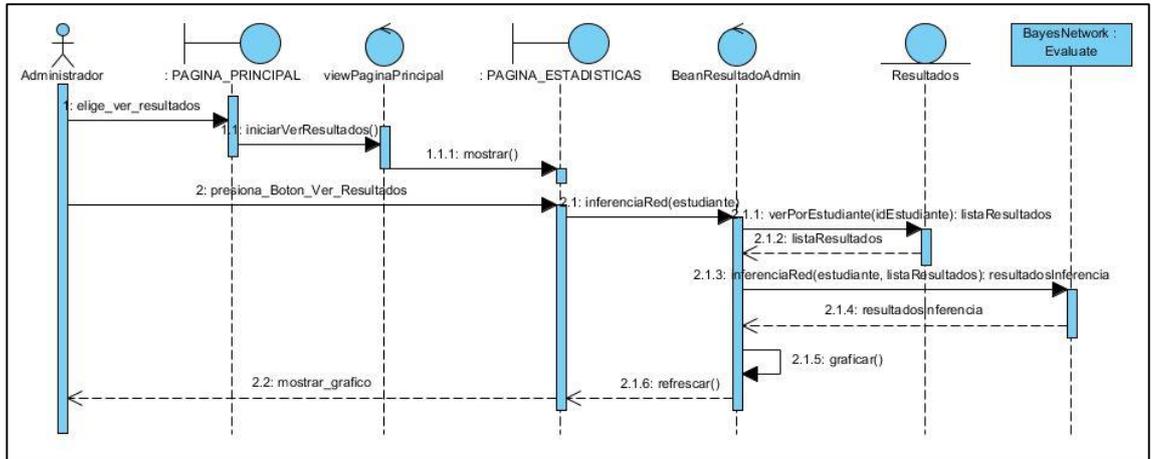


Figura 67: Diagrama de secuencia "Obtener los resultados de los estudiantes".

UC10: Responder a test.

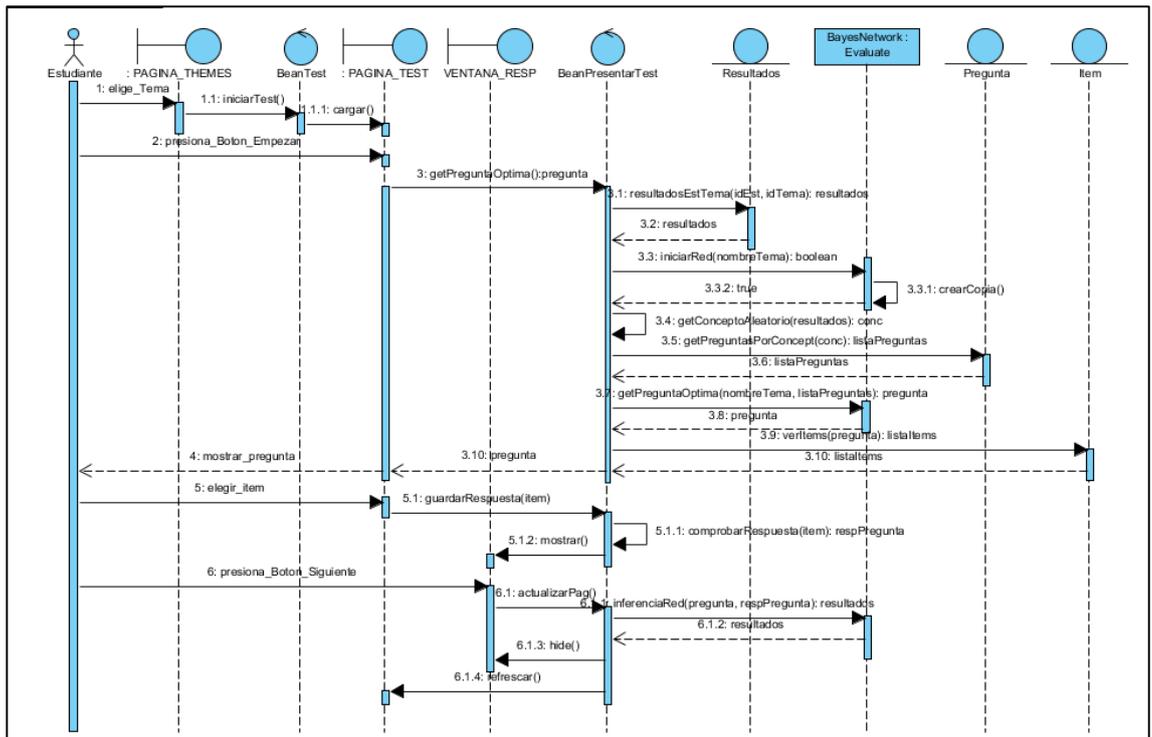


Figura 68: Diagrama de secuencia "Responder a test".

UC11: Terminar contestación de test.

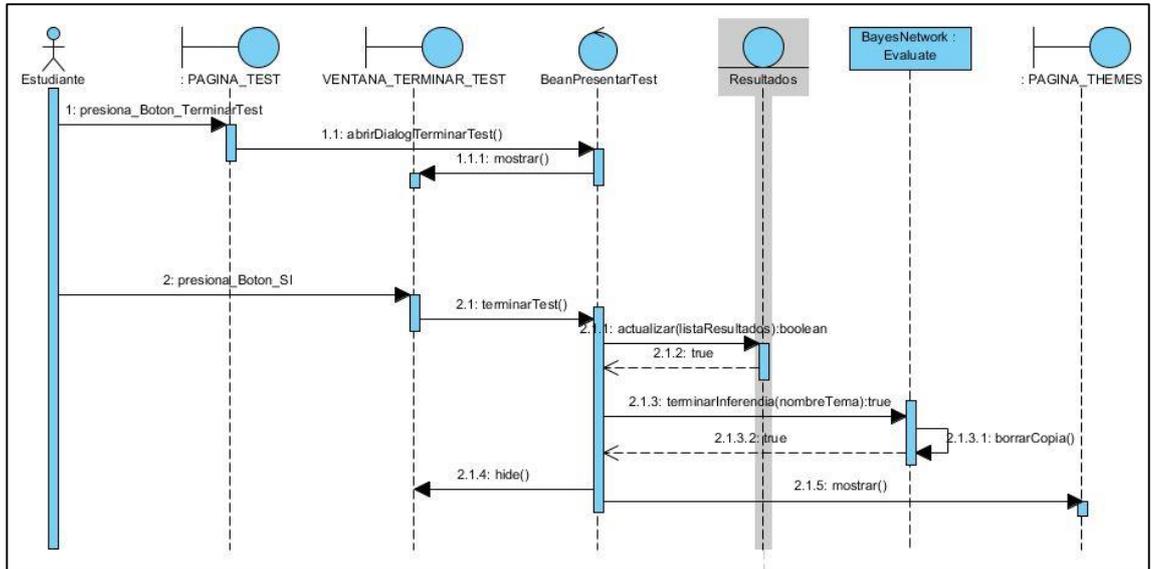


Figura 69: Diagrama de secuencia "Terminar contestación de test".

UC12: Obtener resultados de los test.

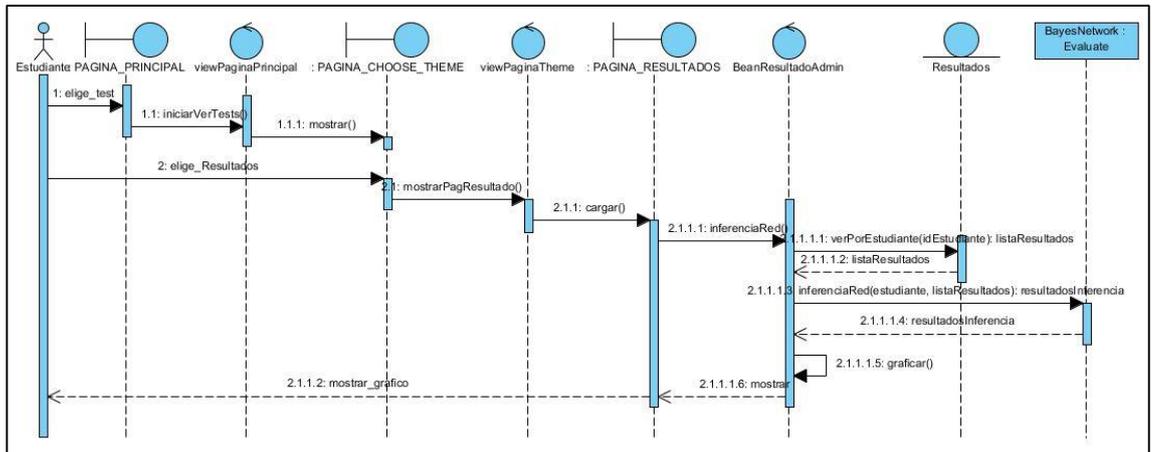


Figura 70: Diagrama de secuencia "Obtener los resultados de los test".

c. Diagrama de clase

Luego de haber realizado los diagramas de proceso y de secuencia, se pudo determinar el diagrama de clases del Sistema Web SEEl, el cual se puede observar en la Figura 71.

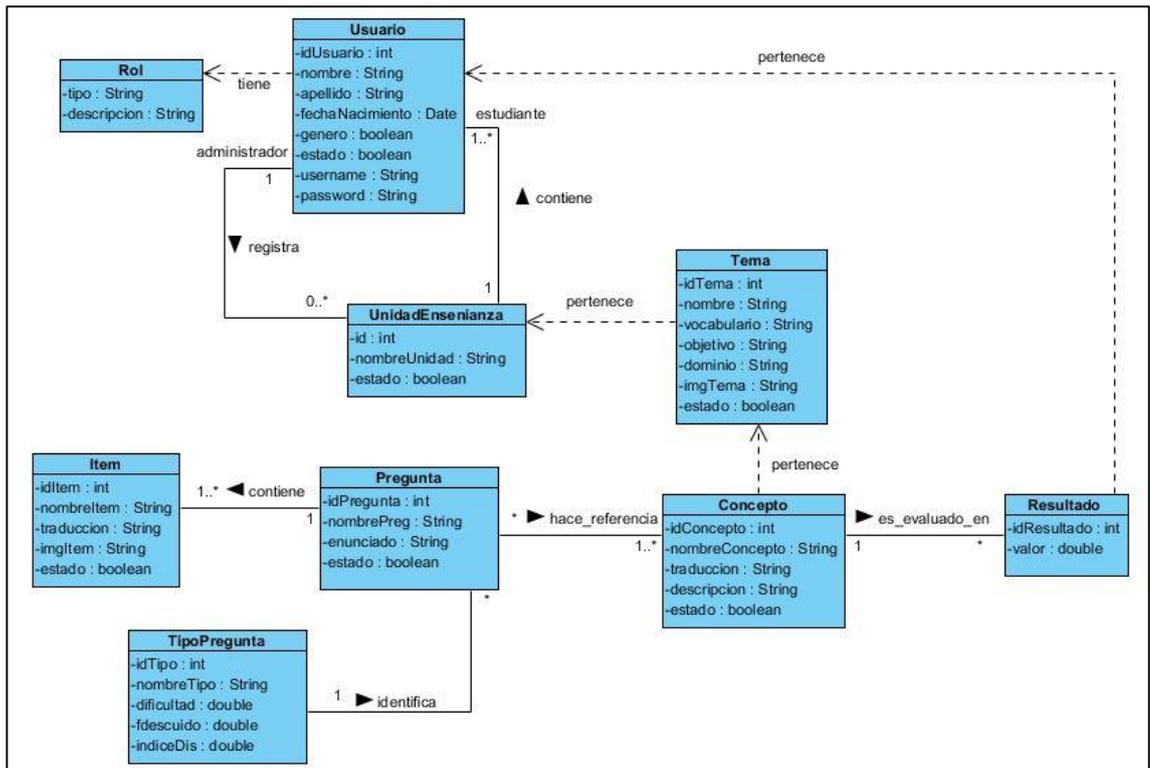


Figura 71: Diagrama de clases sistema SEEl.

d. Diseño de la base de datos

La estructura de la base de datos que se utilizó (Figura 72) se construyó en base al diagrama de clases, aumentando la tabla “*Preg_Conc*” que hace referencia a la relación muchos a muchos entre la tabla “*Pregunta*” y la tabla “*Concepto*”.

Para la base de datos se construyeron disparadores (Triggers) en cada tabla, para generar el identificador en cada inserción que se haga, además el disparador de la tabla “*Pregunta*” se encarga de asignar el nombre a la pregunta “*nombrePreg*”, que está compuesto por la cadena: Preg más el identificador de la pregunta, por ejemplo: **Preg1**. Este nombre será usado como referencia en la Red Bayesiana de diagnóstico.

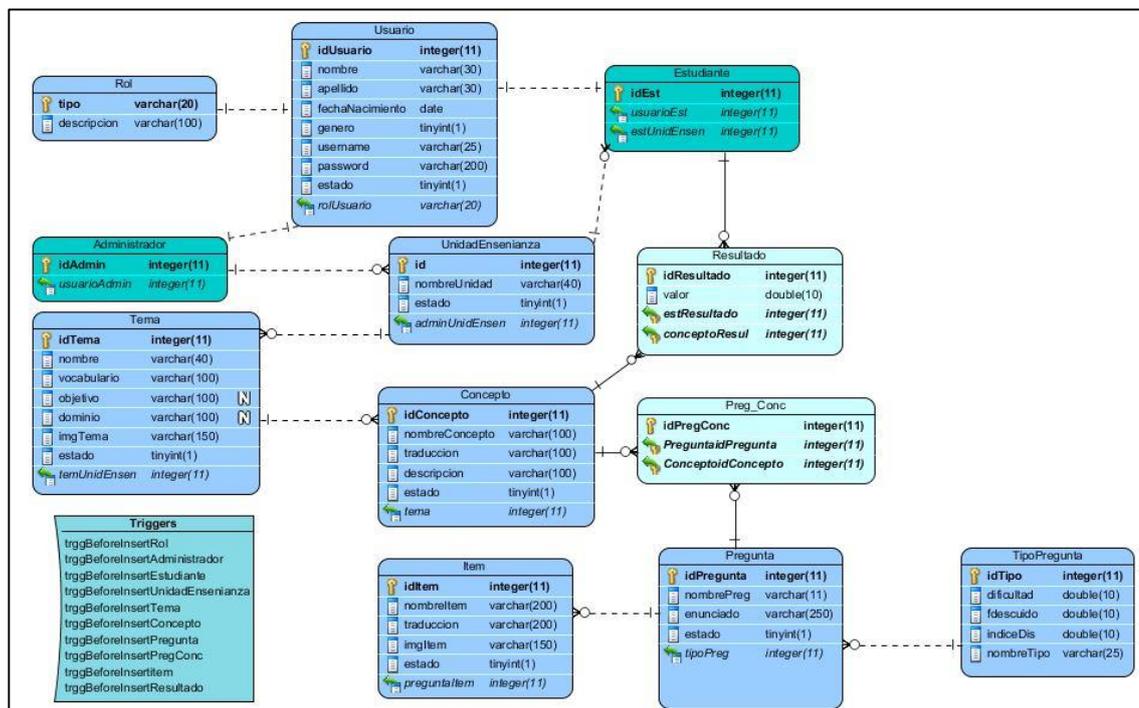


Figura 72: Modelo conceptual de la base de datos.

e. Definición de la arquitectura del sistema

La arquitectura establecida para la construcción de SEEII se basa en el desarrollo de software por capas. Se utiliza la arquitectura MVC (modelo – vista – controlador), esta estructura se puede observar en el diagrama de paquetes de la Figura 73.

Modelo: el dominio de la aplicación, se visualiza en el paquete Pojo.

Vista: la vista de la aplicación se visualiza en el paquete WebPages, que a su vez tiene sub paquetes; admin (vista para el administrador), estudiante (vista para los estudiantes), templates (todas las plantillas de las vistas), resources (contienen las imágenes, sonidos, archivos javascript, y los archivos para las Redes Bayesianas).

Controlador: quien da la respuesta al usuario, se visualiza en el paquete controlador que a la vez tiene los sub paquetes: BeanView (para acceder a los pojoes), BeanSession (el encargado de manipular las entidades de sesión), Clases (contiene todos los convertidores y además el paquete RedBayesiana para administrar las Redes Bayesianas y llevar a cabo la inferencia), Dao (para acceder a la base de datos y

manipular los datos de acuerdo a lo solicitado desde las clases del BeanView), Interface (las interfaces para las clases Dao).

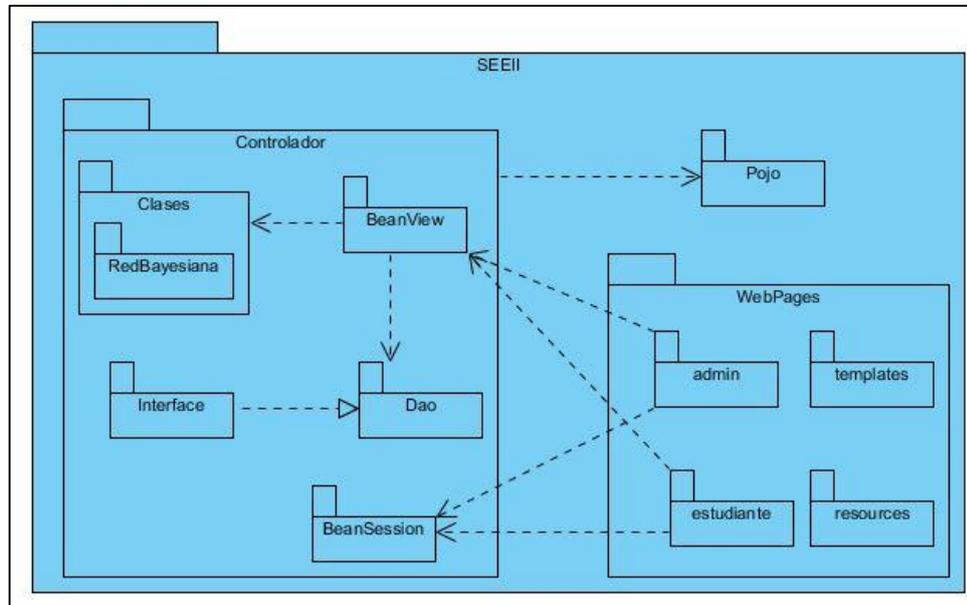


Figura 73: Diagrama de paquetes sistema SEEII.

6.5.3. Fase 3: Implementación

En esta fase se generó el código fuente para construir el sistema, en base a los requerimientos, análisis y diseño realizados en las fases anteriores. Antes de explicar las actividades realizadas en esta etapa se explicará brevemente qué herramientas se utilizaron para la realización del sistema.

6.5.3.1. Herramientas de implementación

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema son:

Herramienta de modelado: La metodología de ingeniería de software que se eligió fue UWE (UML-Based Web Engineering), teniendo esto en cuenta las herramientas que se utilizaron para el modelado del sistema fueron **MagicDraw** con el plugin MagicUwe, para la realización de los diagramas propios de la metodología UWE (navegación, presentación y proceso), esta herramienta es comercial pero se utilizó la versión trial para la realización de los diagramas, que permite un número limitado de diagramas por lo que para realizar el resto de diagramas (casos de uso, secuencia, clase y diseño de base de datos) se utilizó la herramienta **Visual Paradigm** (Community Edition).

Herramienta para gestión de base de datos: Para el desarrollo del sistema de forma local se utilizó el servidor Xampp, por tal motivo para la gestión de base de datos MySQL se utilizó la herramienta **PhpMyadmin** que viene con Xampp.

Herramienta para la construcción de Redes Bayesianas: Para la construcción de Redes Bayesianas se utilizó la herramienta **OpenMarkov** (ver: análisis de herramientas de las herramientas para construcción de Redes Bayesianas). Se utilizó la librería como un api para la creación, edición, eliminación e inferencia de Redes Bayesianas sin la necesidad de utilizar el GUI. Como API funciona muy bien en aplicaciones de escritorio, pero para su utilización en Web se necesitó realizar unos cambios al Api, al ser de libre y opensource se pudo agregar las modificaciones respectivas.

Herramienta para transformar texto a voz: Para agregar la funcionalidad de voz en el sistema web se utilizó la librería **ResponsiveVoice**. Se trata de una librería javascript basada en HTML5 que ayuda a agregar funciones de voz en sitios web y aplicaciones, funciona en cualquier dispositivo que tenga conexión a internet (tablets, smartphones, laptop, computadora de escritorio). Es compatible con 51 idiomas, además de tener varias voces disponibles. No tiene dependencias y es muy liviano, pesa tan solo 14 KB.

Herramienta reconocimiento de voz: En cuanto a la captura de voz para responder las preguntas donde se evalúa el habla, se utilizó la herramienta **Annyang** (ver: análisis de API's de reconocimiento de voz). Se comparó la cadena capturada por la herramienta con la cadena de la respuesta correcta, y en base a esta comparación se muestra el resultado, indicando si respondió correctamente o no.

Herramienta para edición de código fuente: Se utilizó el IDE **Netbeans**. Debido a que se necesitó editar el api de OpenMarkov y volver a compilarlo se utilizó también el IDE **Eclipse**, dado que en la página oficial del proyecto OpenMarkov se recomendaba utilizar este IDE para facilitar cualquier edición y compilación de la librería.

Herramienta para alojamiento de repositorio: Se utilizó el servicio de alojamiento de código de **Github**, para almacenar el proyecto en la nube.

Servidor de aplicación para las pruebas: Para la realización de las pruebas se empleó una computadora portátil para utilizarla como servidor con la ayuda del paquete Xampp, es así que como servidor de aplicaciones se utilizó Tomcat 7 (que viene con Xampp).

6.5.3.2. Diagrama de componentes

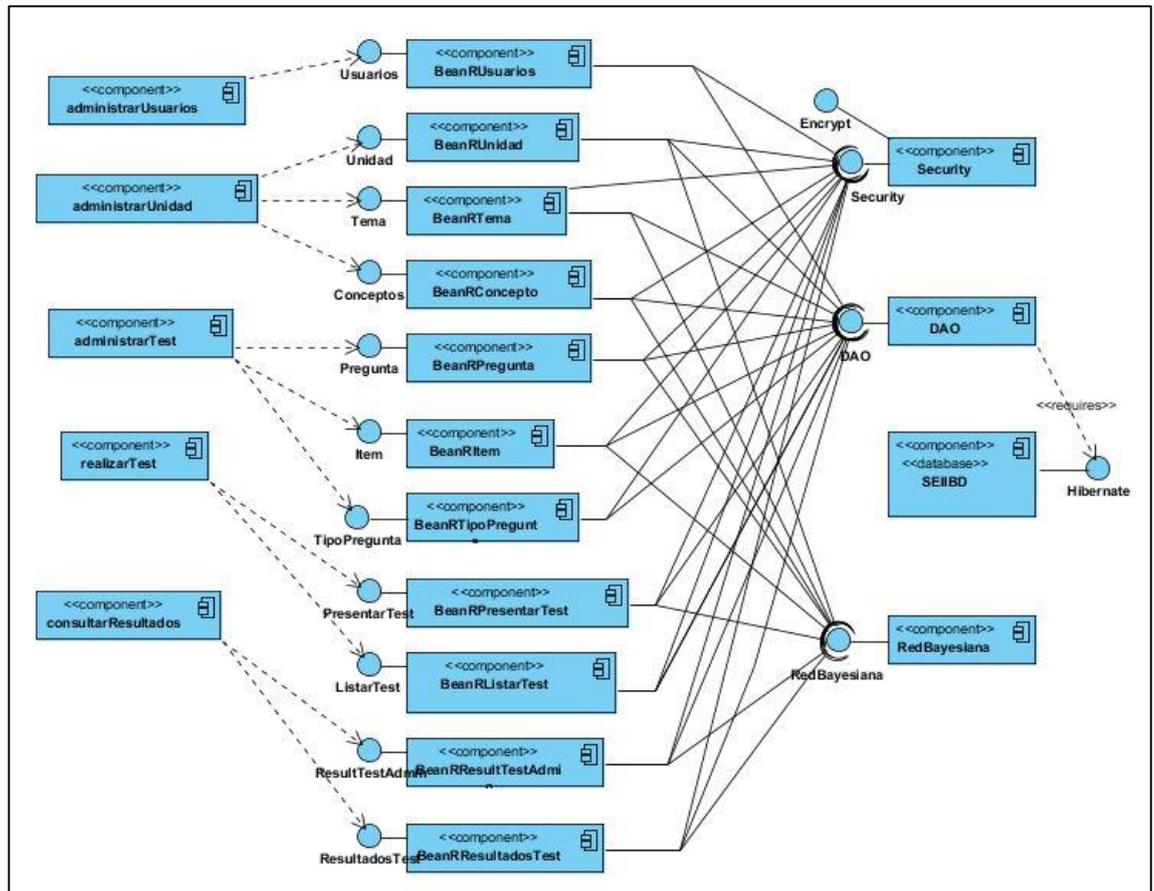


Figura 74: Diagrama de componentes sistema SEEII.

6.5.3.3. Diagrama de despliegue

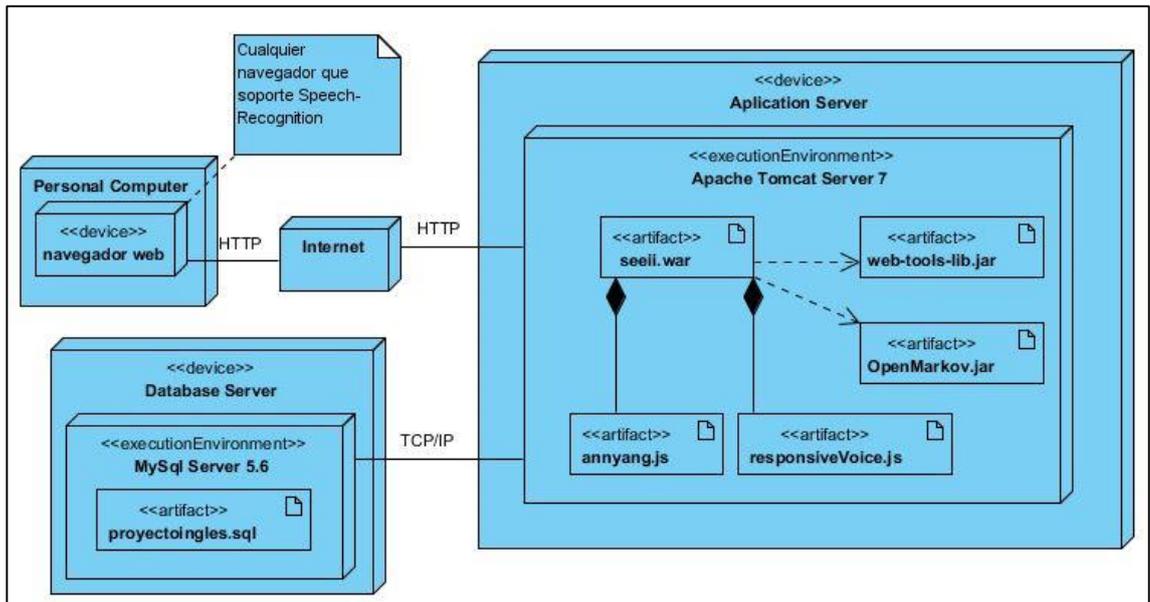


Figura 75: Diagrama de despliegue sistema SEEI

Algunos ejemplos de navegadores que soportan reconocimiento de voz (Speech-Recognition) son:

- Google Chrome versión 25.
- Opera versión 18
- OmniWeb versión 4.1
- Además, Apple y Android tienen soporte para reconocimiento de voz en los celulares.

6.5.3.4. Codificación

La codificación se hizo en base a los diagramas de navegación, presentación, secuencia y de proceso. Todo el código que se desarrolló se puede observar en el CD entregado. Para ilustrar el proceso de administración de las Redes Bayesianas se explica en esta sección la creación de la Red Bayesiana y de un nodo utilizando la librería de OpenMarkov. El código se lo desarrolló siguiendo las especificaciones para codificar Redes Bayesianas en el formato ProbModelXML [49], y adaptándolos al lenguaje Java en que está escrito OpenMarkov.

En el caso de crear una Red Bayesiana para una unidad de enseñanza, se tiene las siguientes líneas de código en lenguaje Java:

```
3 String file = ruta + "/" + nombreUnidad + ".pgmx";
4 ProbNet probNet1 = new ProbNet(org.openmarkov.core.model.network.type.BayesianNetworkType.getUniqueInstance());
5 probNet1.setNetworkType(new NetworkTypeManager().getNetworkType("BayesianNetwork"));
```

Con esto tendremos el archivo con extensión pgmx donde se tendrán todos los nodos. Para crear una variable en la Red Bayesiana, por ejemplo para las variables de unidad de enseñanza se tiene:

```
6 Variable unidad = new Variable(nombreUnidad);
7 unidad.setVariableType(VariableType.FINITE_STATES);
8 unidad.setStates(estados);
9
10 TablePotential tablaPUnidad = unidad.createDeltaTablePotential(0);
11 tablaPUnidad.setPotentialRole(PotentialRole.CONDITIONAL_PROBABILITY); // Rol
12 List<Variable> listaVariablesUnidad = new ArrayList<>();
13 listaVariablesUnidad.add(unidad); // Variable condicionada
14 tablaPUnidad.setVariables(listaVariablesUnidad); // Establecer Variables
15 tablaPUnidad.setValues(setValoresCondicionada()); // Establecer valores
16
17 ProbNode nodo = new ProbNode(probNet1, unidad, NodeType.CHANCE);
18 nodo.setPotential(tablaPUnidad);
19 probNet1.addProbNode(nodo);
```

En donde en la primera parte se crea la variable y se establece los estados que es un arreglo de estados (State []) que en nuestro caso son dos: sí o no.

En la segunda parte se establece el potencial de la variable, las variables de quienes depende y se establece el método que asigna las probabilidades cuando no se tiene ninguna variable de quién dependa, este método es:

```
1 private double[] setValoresCondicionada() {
2     double[] valores = new double[2];
3     valores[0] = valorConoce; // valor para estado sí
4     valores[1] = 1 - valorConoce; // valor para estado no
5     return valores;
6 }
```

Para las variables cuya probabilidad depende de otra variable, los valores se asignan como se explica en [49], en la sección 4.4.4.2.

En el caso de la Red Bayesiana para la evaluación se sigue el pensamiento expresado en la sección 4.6.1.1 en el que se menciona que todos los conceptos tienen la misma importancia dentro de un tema, y todos los temas tienen la misma importancia dentro de una unidad, de esta forma se asigna un valor equitativo al conocimiento de una variable (concepto y tema) y se tiene el siguiente método:

```

1 private double[] setValoresCondicionante(List<Variable> listaVariables) {
2     int contador = 0;
3     double puntaje = (double) 1.0 / (listaVariables.size() - 1);
4     int longitud = listaVariables.size();
5     double[] valores = new double[(int) Math.pow(2, longitud)];
6     String numBin = "";
7     for (int i = 0; i < (int) Math.pow(2, longitud); i++) {
8         if (i % 2 == 0) {
9             numBin = Integer.toBinaryString(i);
10            StringBuilder builder = new StringBuilder(numBin);
11            String numBinInvertida = builder.reverse().toString();
12            while (numBinInvertida.length() < longitud) {
13                numBinInvertida = numBinInvertida + 0;
14            }
15            for (int x = 0; x < numBin.length(); x++) {
16                if ((numBin.charAt(x) == '1')) { // 1's = variables con estado no
17                    contador++;
18                }
19            }
20            if ((contador * puntaje) == 1.0) // Valor sí y no conoce ningún concepto
21                valores[i] = valorConoce;
22            else
23                valores[i] = 1 - (contador * puntaje) - valorConoce; // Valor sí
24            contador = 0;
25        } else {
26            valores[i] = 1 - valores[i - 1]; // Valor no
27        }
28    }
29    return valores;
30 }

```

En el caso de la Red Bayesiana para el diagnóstico se utiliza la fórmula de respuesta al ítem indicada en las secciones 6.3.1 y 6.3.2, por lo que las líneas 20-23 son reemplazadas por dichas fórmulas:

```

20     contador = longitud - 1 - contador; // número de sí
21     if ((listaVariables.size() - 1) != 1) { // cuando se involucra más de un concepto
22         if (contador == (longitud - 1)) { // todos sí
23             valores[i] = 1 - s;
24         } else {
25             double x = contador * numConceptos / (listaVariables.size() - 2);
26             if (x == 0 && dificultad == 2.0) // Caso de pregunta fácil y si no se conoce ningún concepto
27                 valores[i] = c - 0.02;
28             else
29                 valores[i] = 1 - ((1 - c) * (1 + Math.exp(-1.7 * a * b)) / (1 + Math.exp(1.7 * a * (x - b)))); // Valor 1
30         }
31     } else { // solo hay un concepto
32         if (contador == (longitud - 1)) { // se conoce el concepto
33             valores[i] = 1 - s;
34         } else { // no se conoce el concepto
35             if (c != 0) // más de un ítem
36                 valores[i] = c; // factor adivinanza
37             else // adivinanza mínima
38                 if (dificultad == 3)
39                     valores[i] = 0.35;
40                 else
41                     valores[i] = 0.33; // dificultad máxima
42         }
43     }
44 }

```

Por último solo queda escribir la Red Bayesiana para guardar los cambios:

```
28 PGMXWriter pgmxWriter = new PGMXWriter();
29 pgmxWriter.writeProbNet(file, probNet1);
```

El proceso de inferencia de la Red Bayesiana se hizo siguiendo el ejemplo base indicado en la página oficial de OpenMarkov, el método **inferencia** retorna un HashMap con el nombre de la variable como key y el valor luego de la inferencia como value:

```
1 String file = refrescarRed(idSesion, nombreTema, valueConceptos);
2 File archivoPgm = new File(file);
3 InputStream inputStream = new FileInputStream(archivoPgm);
4 PGMXReader pgmxReader = new PGMXReader();
5 ProbNet probNet = pgmxReader.loadProbNet(inputStream, nombreTema + idSesion).getProbNet();
6 String estadoResp;
7 //Evidencia
8 EvidenceCase evidencia = new EvidenceCase();
9 evidencia.addFinding(probNet, pregunta.getNombrePreg(), estadoResp); // red, variable, evidencia (sí o no)
10 InferenceAlgorithm variableElimination = new VariableElimination(probNet);
11 variableElimination.setPreResolutionEvidence(evidencia);
12 List<Variable> lstVariableConcepto = getVariablesConceptos(nombreTema+idSesion);
13 HashMap<Variable, TablePotential> posteriorProbabilities = variableElimination.getProbsAndUtilities();
14 HashMap<String, String> inferenciaConceptos = doInference(evidencia, lstVariableConcepto, posteriorProbabilities, probNet);
15 return inferenciaConceptos;
```

Este método llama al método **doInference** que es donde se agrega los valores al HashMap:

```
1 private HashMap<String, String> doInference(EvidenceCase evidencia,
2 List<Variable> variablesOfInterest, HashMap<Variable, TablePotential> posteriorProbabilities, ProbNet probNet){
3 HashMap<String, String> valoresInferencia = new HashMap<>();
4 String key = "";
5 double value;
6 TablePotential posteriorProbabilitiesPotential;
7 for (Variable variable : variablesOfInterest) {
8 Variable variable1 = probNet.getVariable(variable.getName());
9 posteriorProbabilitiesPotential = posteriorProbabilities.get(variable1);
10 key = variable.getName();
11 int stateIndex = -1;
12 try {
13 stateIndex = variable.getStateIndex("sí");
14 value = posteriorProbabilitiesPotential.values[stateIndex];
15 // Agregar el valor calculado para el concepto al HashMap
16 if(value<0.001){ // cuando el valor se aproxima a 0
17 value=0.001; // establecer valor límite
18 }else if(value>0.999){ // cuando el valor se aproxima a 1
19 value=0.999; // establecer valor límite
20 }
21 valoresInferencia.put(key, Util.roundedString(value, "0.000001"));
22 } catch (InvalidStateException e) {
23 System.err.println("State \"sí\" not found for variable \"" + variable.getName() + "\".");
24 e.printStackTrace();
25 }
26 }
27
28 return valoresInferencia;
29 }
```

6.5.4. Fase 4: Pruebas

El objetivo principal de la fase de pruebas es verificar si el sistema cumple con los requisitos del análisis. Las pruebas que se realizaron permitieron descubrir errores existentes en el programa y realizar las correcciones respectivas.

6.5.4.1. Prueba de usabilidad

La prueba se llevó a cabo antes de su utilización en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo. Para esta fase de pruebas se utilizó como muestra un grupo de 3 niños con lo que se pudo saber si la interfaz era sencilla de comprender para un niño entre 5 y 6 años, y la reacción al usar la aplicación web.

Se indicó a los usuarios la forma de operar la aplicación y luego se pidió que se lleven a cabo las tareas que se muestran en la Tabla XXI.

TABLA XXI: TAREAS PARA PRUEBA DE USABILIDAD.

Usuario	Tarea
Estudiante	Ver la lista de test que se pueden responder.
	Iniciar la evaluación de un test.
	Responder preguntas Listening.
	Responder preguntas Speaking.
	Terminar la resolución de un test.
	Ver resultados obtenidos.

Una vez que los usuarios terminaron con las tareas solicitadas, se les pidió que respondieran unas preguntas para conocer cuál fue su percepción al utilizar la aplicación web SEEII, las preguntas se pueden observar en la Tabla XXII, además hay que tener en cuenta que al trabajar con niños pequeños no solo se debe basar en las respuestas que ellos den, sino también en las que no expresen por tal motivo se tuvo cuidado de observar cuáles fueron sus reacciones y las dificultades que mostraron, y de esta manera evaluar el grado de usabilidad y aceptación que ofrece el sistema.

TABLA XXII: PREGUNTAS REALIZADAS A ESTUDIANTES (PRUEBA USABILIDAD)

Preguntas	Posibles respuestas
¿Te gustó usar el programa?	Si..... No..... ¿Por qué?

<p>¿Tuviste algún problema al hacer alguna de las tareas?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ver la lista de test que se pueden responder. • Iniciar la evaluación de un test. • Responder preguntas Listening • Responder preguntas Speaking. • Terminar la resolución de un test. • Ver resultados obtenidos. 	<p>Si..... No.....</p> <p>¿En cuáles y por qué?</p>
<p>¿Preferirías usar este programa en lugar de responder una prueba en una hoja?</p>	<p>Si..... No.....</p> <p>¿Por qué?</p>

Resultados

En la pregunta ¿Te gustó usar el programa? La respuesta fue sí por parte del 100% de los usuarios (ver Figura 76) y las razones que se dieron tuvieron que ver con que la vista les resultó llamativa (bonita), les gustó los sonidos y que el programa hablara para ellos.



Figura 76: Respuestas a pregunta: ¿Te gustó usar el programa?

Al preguntar a los niños ¿Tuviste algún problema al hacer alguna de las tareas? Tan solo en la actividad de Responder preguntas Speaking se obtuvo como respuesta que sí hubo problema por parte del 100%, las razones que se dieron tuvieron que ver con que no recordaban hacer clic en el enlace para dar la respuesta o que no sabían si ya habían hecho clic sobre él, otro de los problemas mencionados era que no podían responder bien a la pregunta, para el resto de tareas la respuesta fue no por parte del 100% de los usuarios. Los resultados pueden verse en la Figura 77.

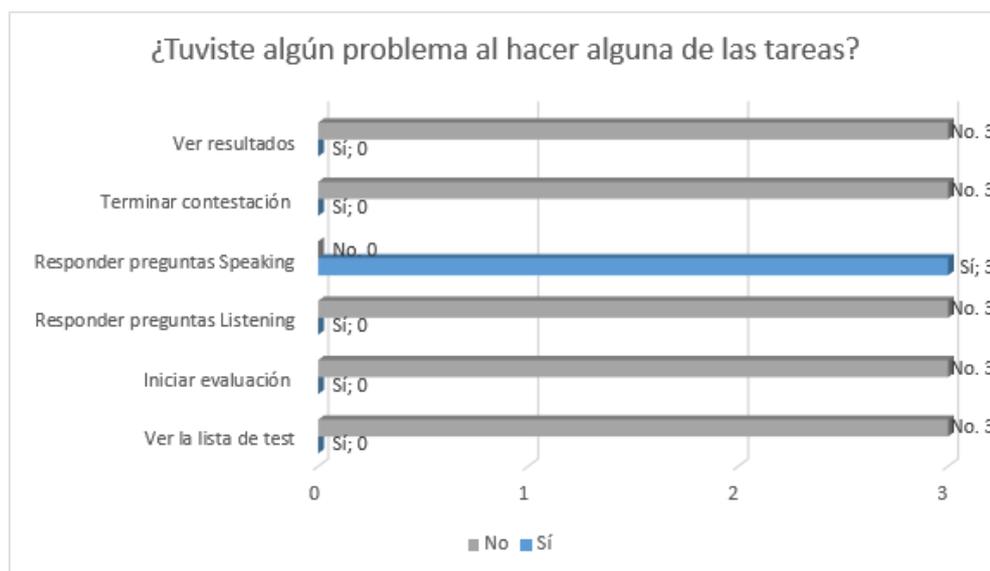


Figura 77: Respuestas a pregunta: ¿Tuviste algún problema al hacer alguna de las tareas?

En la pregunta ¿Preferirías usar este programa en lugar de responder una prueba en una hoja?, el 100% de los niños respondió que afirmativamente (ver Figura 78). Las razones que se dieron fueron que la aplicación les pareció bonita, y divertida, les gustó los colores y los dibujos de la página, y les gustó responder preguntas por el micrófono.

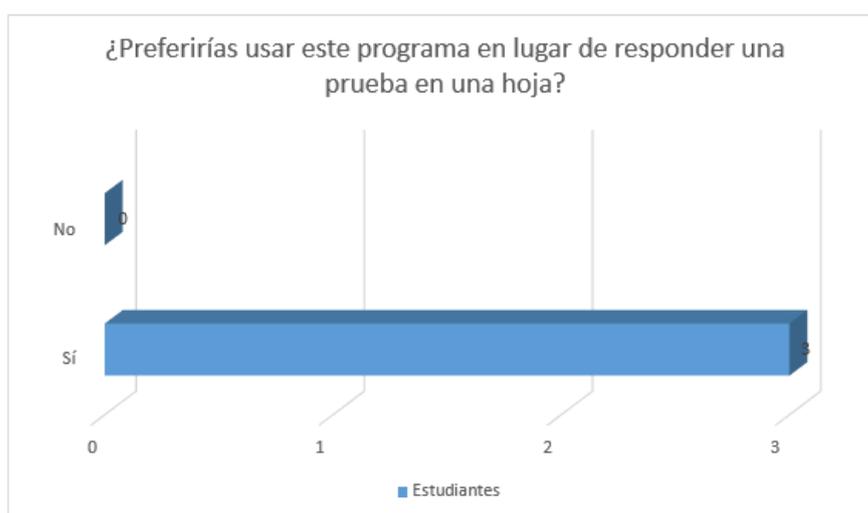


Figura 78: Respuestas a pregunta: ¿Preferirías usar este programa en lugar de responder una prueba en una hoja?

Problemas encontrados

Luego de haber analizado los resultados de las preguntas formuladas a los niños que ayudaron durante las pruebas realizadas y de la observación que se hizo de la interacción de los niños con la aplicación, se identificaron los siguientes problemas:

- Debido al tamaño, el enlace que activa la función de la librería annyang de reconocimiento de voz en las preguntas de Speaking, no resulta llamativa y por ende no es intuitivo su uso.
- No hay alguna señalización para indicar que se ha hecho clic sobre el enlace para dar una respuesta a las preguntas de Speaking. Se necesita agregar algún método para dar a conocer al usuario que el programa está esperando una respuesta.
- Resulta complicado para los niños dar una pronunciación exacta de las palabras que se evalúan en el test en las preguntas de Speaking, por lo que se debería implementar un método para disminuir la precisión de las respuestas esperadas.
- Con el nivel inicial marcado, se necesita contestar a muchas preguntas fáciles para llegar a un nivel medio o superior, lo que provoca aburrimiento en algunos usuarios.
- La formulación de algunas preguntas resulta difícil de comprender por lo que los enunciados deberían ser más cortos.
- Dificultad para entender lo que piden las preguntas del tipo listening, debido a que el enunciado se presenta solo en forma de texto.

Mejoras realizadas

Luego de haber identificado los problemas cuando los estudiantes interactúan con la aplicación, se resolvieron los problemas de la siguiente forma:

- Se cambió la presentación del enlace que activa la función del reconocedor de voz por un botón más grande cuyo ícono es un micrófono. Además este botón cambia de color según el estado: violeta cuando aún no se ha hecho clic sobre él y verde en caso contrario, con lo que se puede saber a ciencia cierta si el programa está en estado de espera de una respuesta por voz.
- Se utilizó la llamada `addCallback(resultMatch)` para agregar la funcionalidad de detectar otras posibles palabras detectadas, con esto se puede asegurar que la

pronunciación no debe ser demasiado exacta, lo cual es perfecto para el aprendizaje en niños pequeños.

- Se cambió el nivel con que se inician los conceptos en la Red Bayesiana. De esta forma el estado SI que comenzaba en 0.05 se lo cambió a 0.15 para que alcanzar el siguiente nivel (Nivel Medio) sea más rápido en caso de dar respuestas correctas.
- Se modificó las preguntas que forman parte del banco de preguntas para que todas sean cortas (máximo 5 palabras en la oración)
- Se agregó un botón que al hacer clic sobre él permita escuchar el enunciado de la pregunta, de manera que esté disponible para escucharlo las veces que se quiera.

6.5.4.2. Pruebas de carga y rendimiento

Las pruebas de carga y rendimiento fueron realizadas antes de llevar a cabo las pruebas de funcionalidad en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo, lo que permitió verificar cómo se comporta la aplicación cuando existen accesos simultáneos de usuarios.

Para estas pruebas se usó la herramienta Apache JMeter que es una aplicación de escritorio y de código abierto, desarrollado en Java.

Administrador

Para la prueba se sometió la aplicación a una carga de 15 usuarios, que realizan diferentes peticiones (180 peticiones) en un segundo. En la Tabla XXIII se visualiza el Reporte resumen obtenido con la herramienta.

TABLA XXIII: ANÁLISIS JMETER PARA LA ADMINISTRACIÓN.

Etiqueta	# Muestras	Mediana	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec
227 /seeiiProject/faces/index.xhtmll	15	6	4	19	3,67	0,00%	15,9	84,41
237 /seeiiProject/faces/index.xhtmll	15	8	5	20	4,76	0,00%	16,7	4,61
238 /seeiiProject/faces/admin/usuarios.xhtmll	15	33	20	51	10,07	0,00%	16	697,33
239 /seeiiProject/faces/admin/usuarios.xhtmll	15	177	81	294	67,92	0,00%	12,8	163,98
240 /seeiiProject/faces/admin/unidades.xhtmll	15	60	24	91	23,22	0,00%	13,1	779,7
243 /seeiiProject/faces/admin/unidades.xhtmll	15	175	49	271	72,28	0,00%	11,5	156,3
244 /seeiiProject/faces/admin/test.xhtmll	15	87	33	134	26,54	0,00%	11,2	878,56

247 /seeiiProject/faces/admin/test.xhtml	15	355	155	521	103,29	0,00%	9,4	192,71
248 /seeiiProject/faces/admin/resultadoBayes.xhtml	15	213	131	368	70,27	0,00%	9,5	277,37
249 /seeiiProject/faces/admin/resultadoBayes.xhtml	15	741	523	1222	230,96	0,00%	7,9	230,17
250 /seeiiProject/faces/admin/importarDatos.xhtml	15	4	4	6	0,57	0,00%	21,3	258,87
251 /seeiiProject/faces/admin/importarDatos.xhtml	15	5	4	7	0,73	0,00%	21,3	7,54
Total	180	155	4	1222	220,85	0,00%	70,1	1780,97

La interpretación de estos datos es la siguiente:

- Muestra: Se ha utilizado 15 threads para cada acción. Teniendo 180 threads en total.
- Media: El tiempo promedio que se ha invertido en cada consulta es de 155 milisegundos (0.155 segundos).
- Min: El tiempo mínimo que ha demorado un thread en acceder a una página es de 4 milisegundos.
- Max: El tiempo máximo que ha demorado un thread en acceder a una página es de 1222 milisegundos (1,222 segundos).
- Desviación Estándar: Indica que hay una distancia promedio de 220,85 milisegundos entre los diferentes tiempos de respuesta de los Threads ejecutados respecto al tiempo promedio, la cual es una distancia corta, lo cual indica que los servicios se ofrecen en las mismas condiciones para todos.
- Error: Demuestra el porcentaje de peticiones con errores, como se observa no se ha obtenido ningún error en las consultas.
- Rendimiento: el rendimiento es de 70,1.
- Kb/sec: Se ha obtenido un rendimiento de 1780,97 Kb por segundo.
- Media Bytes: La media de la respuesta del servidor en bytes es de 25998.

Como se observa con una carga de 10 usuarios realizando 180 peticiones en un segundo la aplicación se comporta de manera correcta, además el tiempo promedio para que el administrador acceda a una página es de 0.155 segundos lo cual es satisfactorio. En la Figura 79 se puede visualizar el tiempo de respuesta de la aplicación en milisegundos a cada una de las peticiones en la parte administrativa.

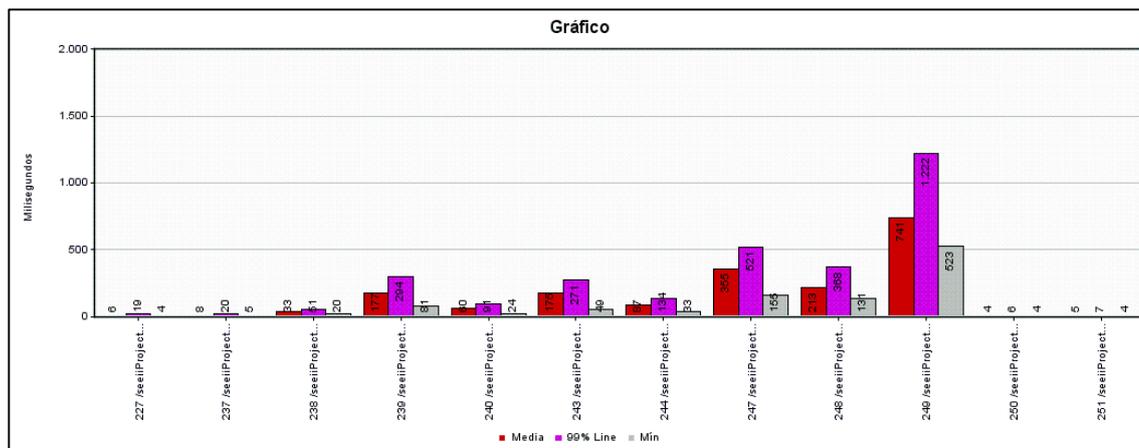


Figura 79: Prueba rendimiento para la parte administrativa.

Estudiante

Para la prueba se sometió la aplicación a una carga de 10 usuarios, que realizan diferentes peticiones (110) en un segundo. En la Tabla XXIV se visualiza el Reporte resumen obtenido con la herramienta.

TABLA XXIV: ANÁLISIS JMETER PARA LOS ESTUDIANTES.

Etiqueta	# Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec
166 /seeiiProject/faces/index.xhtml	10	4	4	11	2,09	0,00%	11	58,72
176 /seeiiProject/faces/index.xhtml	10	5	4	8	1,14	0,00%	11,6	3,22
177 /seeiiProject/faces/estudiante/home.xhtml	10	2	2	4	0,54	0,00%	11,7	65,32
179 /seeiiProject/faces/estudiante/listaTest.xhtml	10	5	5	7	0,75	0,00%	11,6	133,37
181 /seeiiProject/faces/estudiante/listaTest.xhtml	10	23	19	26	2,09	0,00%	11,4	464,6
186 /seeiiProject/faces/estudiante/test.xhtml	10	157	147	171	8,31	0,00%	9,9	563,57
190 /seeiiProject/faces/estudiante/test.xhtml	10	9	7	12	1,68	0,00%	11,5	27,28
191 /seeiiProject/faces/estudiante/test.xhtml	10	11	8	15	2,07	0,00%	11,5	132,3
192 /seeiiProject/faces/estudiante/resultados.xhtml	10	66	28	111	34,86	0,00%	11,3	164,08
194 /seeiiProject/faces/estudiante/resultados.xhtml	10	6	5	8	0,87	0,00%	11,6	64,16
196 /command	10	3	3	4	0,46	0,00%	11,8	1,06
Total	110	26	2	171	46,12	0,00%	95	1335,78

La interpretación de estos datos es la siguiente:

- Muestra: Se ha utilizado 10 threads para cada acción. Teniendo 110 threads en total.
- Media: El tiempo promedio que se ha invertido en cada consulta es de 26 milisegundos (0.026).
- Min: El tiempo mínimo que ha demorado un thread en acceder a una página es de 2 milisegundos.
- Max: El tiempo máximo que ha demorado un thread en acceder a una página es de 171 milisegundos.
- Desviación Estándar: Indica que hay una distancia promedio de 46,12 milisegundos entre los tiempos de respuesta de los Threads ejecutados respecto al tiempo promedio, la cual es una distancia corta, lo cual indica que los servicios se ofrecen en las mismas condiciones para todos.
- Error: Demuestra el porcentaje de peticiones con errores, como se observa no se ha obtenido ningún error en las consultas.
- Rendimiento: el rendimiento es de 95.
- Kb/sec: Se ha obtenido un rendimiento de 1335,78 Kb por segundo.
- Media Bytes: La media de la respuesta del servidor en bytes es de 14399,6.

Como se observa con una carga de 10 usuarios realizando 110 peticiones en un segundo la aplicación se comporta de manera correcta, además el tiempo promedio para que el estudiante acceda a una página es de 0.026 segundos lo cual es satisfactorio. En la Figura 80 se puede visualizar el tiempo de respuesta de la aplicación en milisegundos a cada una de las peticiones en la parte del estudiante.

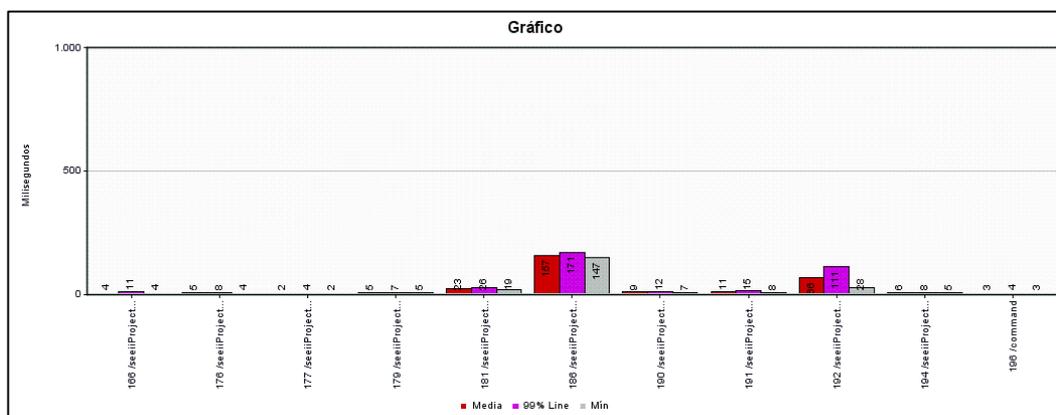


Figura 80: Prueba rendimiento para la parte del estudiante.

6.5.4.3. Pruebas de funcionalidad en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

Para la realización de las siguientes pruebas se tomó una muestra de 20 niños de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo pertenecientes a un paralelo del segundo grado. Quienes utilizaron la aplicación web (SEEl).

Se trabajó con una unidad (*Unidad Básica*), dirigida a niños de 5 a 6 años, y se ingresó un tema para ser evaluado (*Farm Animals*), el tema consta de seis conceptos: horse, chicken, cow, sheep, pig, rabbit.

La Red Bayesiana utilizada para el proceso de evaluación se puede ver en la Figura 81.

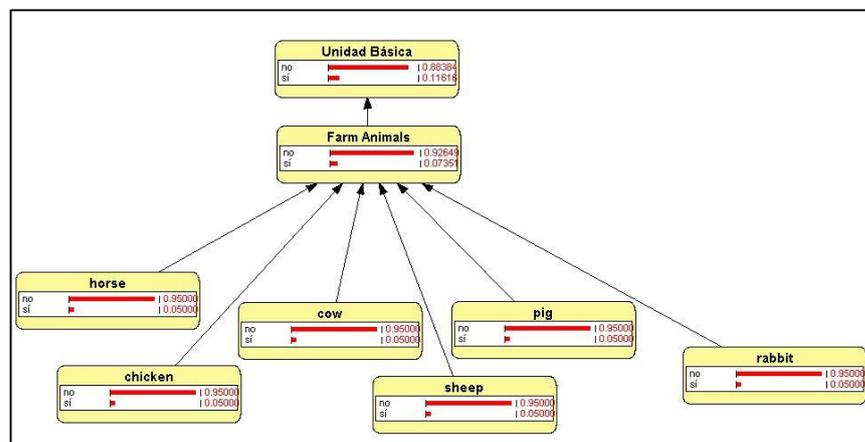


Figura 81: Red bayesiana del proceso de evaluación (Unidad Básica)

El test que se aplicó consta de sesenta preguntas, 12 preguntas por cada formato de pregunta. Las preguntas distribuyen uniformemente la evaluación de los conceptos (igual número de preguntas para cada concepto). La disposición de las preguntas (tipo, número de ítems, y conceptos evaluados) se visualiza en la Tabla XXV.

TABLA XXV: LISTA DE PREGUNTAS PARA TEMA FARM ANIMALS.

No	Tipo Pregunta	caballo	Gallina	vaca	oveja	Cerdo	conejo	# ítems	Items correctos
		horse	chicken	cow	sheep	Pig	rabbit		
		C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1	Listen Fácil	Y		Y				4	C1,C3
2	Listen Fácil		Y				Y	4	C2,C6
3	Listen Fácil				Y	Y		4	C4,C5
4	Listen Fácil	Y	Y					4	C1,C2

5	Listen Fácil			Y	Y			4	C3,C4
6	Listen Fácil					Y	Y	4	C5,C6
7	Listen Fácil	Y			Y			4	C1,C4
8	Listen Fácil		Y			Y		4	C2,C5
9	Listen Fácil			Y			Y	4	C3,C6
10	Listen Fácil	Y				Y		4	C1,C5
11	Listen Fácil		Y	Y				4	C2,C3
12	Listen Fácil				Y		Y	4	C4,C6
13	Listen Medio	Y						3	C1
14	Listen Medio		Y					3	C2
15	Listen Medio			Y				3	C3
16	Listen Medio				Y			3	C4
17	Listen Medio					Y		3	C5
18	Listen Medio						Y	3	C6
19	Listen Medio						Y	3	C6
20	Listen Medio				Y			3	C4
21	Listen Medio			Y				3	C3
22	Listen Medio		Y					3	C2
23	Listen Medio					Y		3	C5
24	Listen Medio	Y						3	C1
25	Speaking Facil	Y	Y	Y				3	C1,C2,C3
26	Speaking Facil				Y	Y	Y	3	C4,C5,C6
27	Speaking Facil	Y		Y	Y			3	C1,C3,C4
28	Speaking Facil		Y			Y	Y	3	C2,C5,C6
29	Speaking Facil	Y			Y	Y		3	C1,C4,C5
30	Speaking Facil		Y	Y			Y	3	C2,C3,C6
31	Speaking Facil	Y				Y	Y	3	C1,C5,C6
32	Speaking Facil		Y	Y	Y			3	C2,C3,C4
33	Speaking Facil	Y	Y				Y	3	C1,C2,C6
34	Speaking Facil			Y	Y	Y		3	C3,C4,C5
35	Speaking Facil	Y		Y			Y	3	C1,C3,C6
36	Speaking Facil		Y		Y	Y		3	C2,C4,C5
37	Speaking Medio	Y						1	C1
38	Speaking Medio		Y					1	C2
39	Speaking Medio			Y				1	C3
40	Speaking Medio				Y			1	C4
41	Speaking Medio					Y		1	C5
42	Speaking Medio						Y	1	C6
43	Speaking Medio						Y	1	C6
44	Speaking Medio					Y		1	C5

45	Speaking Medio				Y			1	C4
46	Speaking Medio			Y				1	C3
47	Speaking Medio		Y					1	C2
48	Speaking Medio	Y						1	C1
49	Speaking difícil	Y						1	C1
50	Speaking difícil		Y					1	C2
51	Speaking difícil			Y				1	C3
52	Speaking difícil				Y			1	C4
53	Speaking difícil					Y		1	C5
54	Speaking difícil						Y	1	C6
55	Speaking difícil						Y	1	C6
56	Speaking difícil					Y		1	C5
57	Speaking difícil				Y			1	C4
58	Speaking difícil			Y				1	C3
59	Speaking difícil		Y					1	C2
60	Speaking difícil	Y						1	C1

La Red Bayesiana utilizada para el proceso de diagnóstico se indica en la Figura 82.

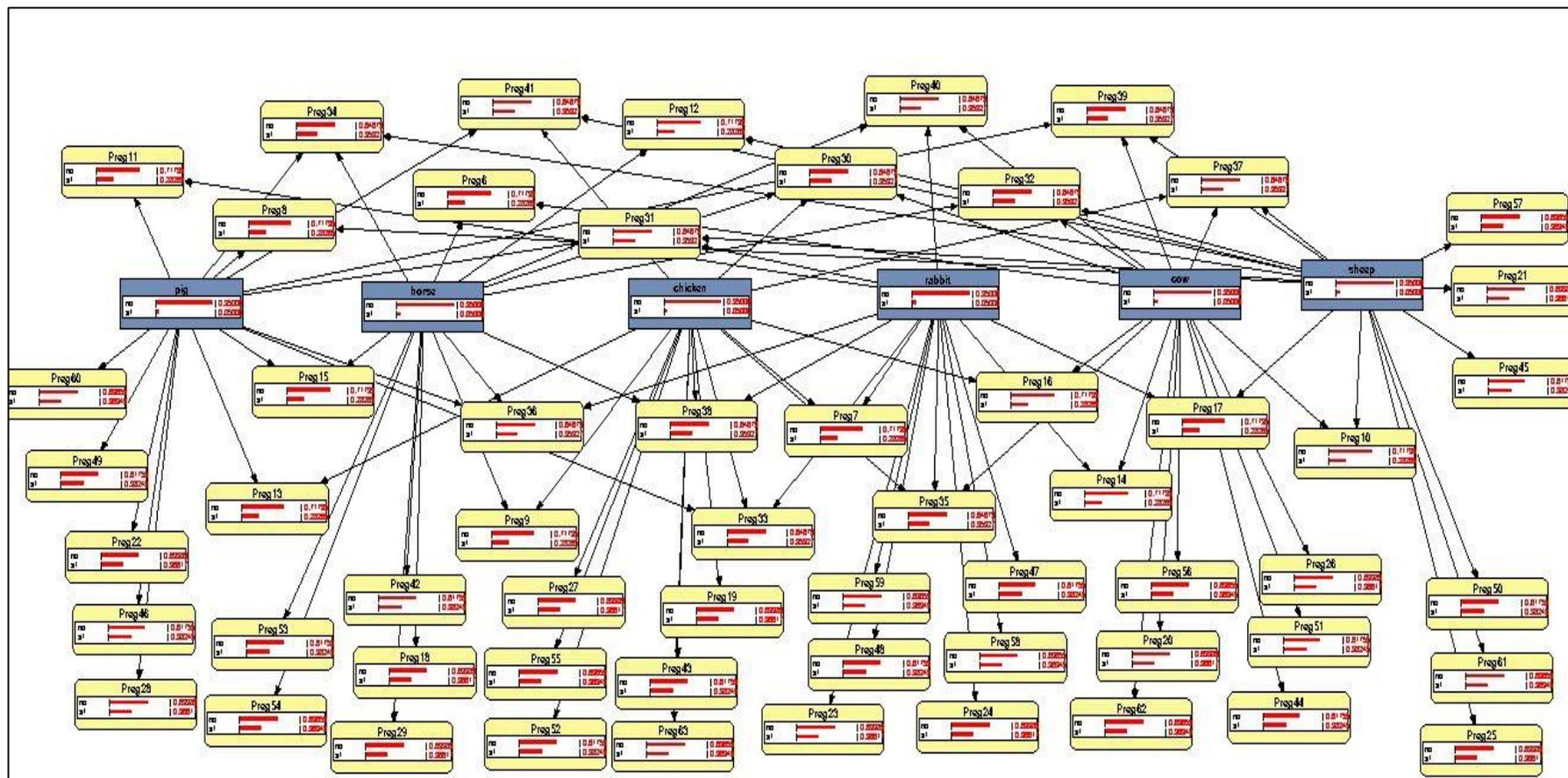


Figura 82: Red bayesiana del proceso de evaluación (Farm Animals)

El detalle de los resultados obtenidos por parte del grupo de estudiantes se indica en la Tabla XXVI, donde se puede visualizar el resultado de la evaluación de cada concepto (calificación de 0 a 1), el resultado de la unidad (calificación de 0 a 100). En la columna Nivel MAX se indica SI en el caso de los estudiantes que obtuvieron como resultado que todos los conceptos fueron aprendidos (valor mayor a 0,94), es decir que terminaron el test y NO en caso contrario.

TABLA XXVI: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN SEEII.

	Conceptos						Resultado Unidad	Nivel MAX
	Horse	Chicken	Cow	Sheep	Pig	Rabbit		
1	0,967205	0,950101	0,956596	0,969344	0,983402	0,974332	92,54	SI
2	0,964556	0,976672	0,99185	0,990879	0,990289	0,981011	94,24	SI
3	0,886975	0,26755	0,88111	0,787937	0,540611	0,981011	67,94	NO
4	0,732522	0,959911	0,966302	0,99445	0,965356	0,973803	88,8	NO
5	0,48305	0,985093	0,981011	0,977918	0,971409	0,983425	84,99	NO
6	0,953974	0,991301	0,988768	0,991263	0,998479	0,96585	94,13	SI
7	0,717912	0,969472	0,954054	0,995954	0,968567	0,291526	76,78	NO
8	0,987672	0,977968	0,953955	0,968537	0,989394	0,951353	93,04	SI
9	0,733897	0,885679	0,885679	0,986993	0,974339	0,63866	80,47	NO
10	0,983891	0,989684	0,981011	0,980769	0,967783	0,981011	94,04	SI
11	0,974283	0,991904	0,984838	0,966271	0,991633	0,980769	94,14	SI
12	0,702832	0,857822	0,886975	0,968537	0,363747	0,981132	74,66	NO
13	0,976509	0,98125	0,968143	0,980769	0,953649	0,980313	93,25	SI
14	0,974109	0,87405	0,732236	0,953453	0,952464	0,599302	80	NO
15	0,972151	0,95929	0,979429	0,968611	0,988868	0,960835	93,05	SI
16	0,967783	0,974638	0,987672	0,981011	0,960723	0,981011	93,47	SI
17	0,93965	0,885679	0,164597	0,981011	0,981011	0,982345	77,19	NO
18	0,941093	0,264303	0,981011	0,99046	0,121209	0,972899	66,63	NO
19	0,885679	0,705511	0,941093	0,44986	0,885679	0,654372	70,87	NO
20	0,950611	0,975931	0,847726	0,981011	0,777655	0,984518	87,52	NO

Para darnos una clara idea de los resultados obtenidos con la aplicación web SEEII se puede observar en la Figura 83 las medianas de los resultados obtenidos por los estudiantes en cada concepto.

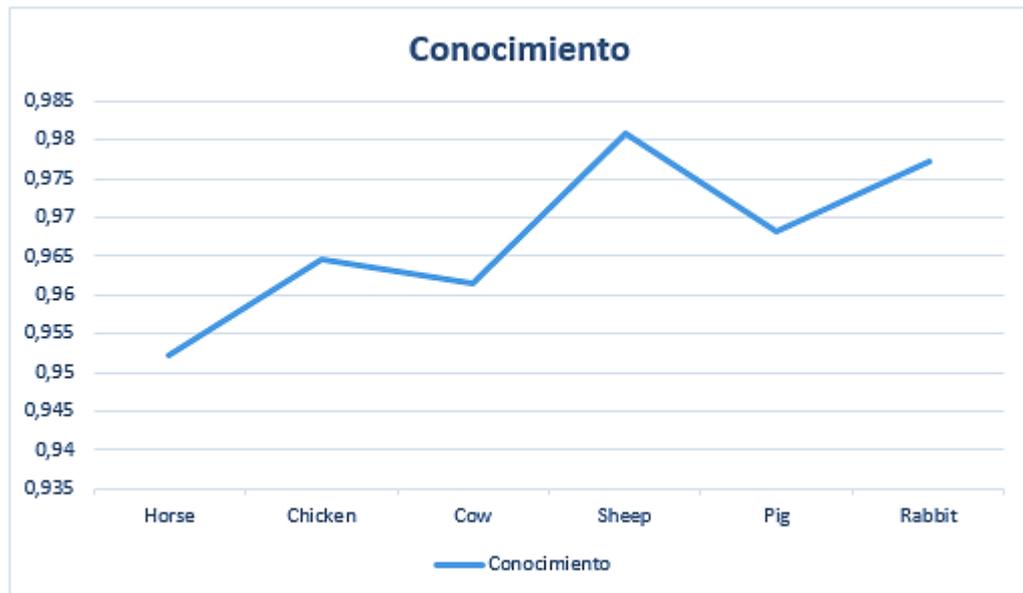


Figura 83: Gráfica de las medianas de los resultados en cada concepto

Como se puede observar los resultados son siempre mayores a 0.95 (en el intervalo de 0 a 1), siendo Horse el concepto con peor resultado (0.9523) y Sheep el concepto con mejor resultado (0.9808), que son datos satisfactorios.

A partir de los resultados obtenidos se dividió a los estudiantes en tres grupos de acuerdo a los siguientes perfiles: **BAJO** (puntuación menor a 7), **MEDIO** (puntuación entre 7 y 8.5), y **ALTO** (puntuación mayor a 8.5). La distribución de los estudiantes en los tres grupos se puede observar en la Figura 84.

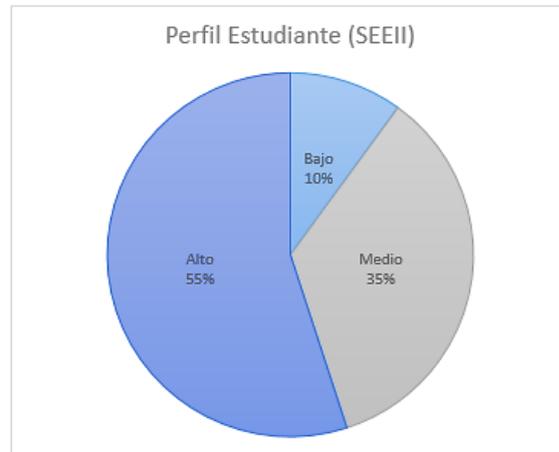


Figura 84: Porcentaje de estudiantes en los perfiles Alto, Medio y Bajo (SEEII).

Como se puede observar en la Figura 84 el porcentaje de estudiantes en el perfil ALTO corresponde al 55%, mientras que el porcentaje de estudiantes en el perfil MEDIO y BAJO es de 35% y 10% respectivamente.

De lo que se pudo observar mediante la utilización de la aplicación web SEEII los estudiantes desarrollaron habilidades para escuchar y pronunciar correctamente los conceptos evaluados debido a que se lleva a cabo una retroalimentación en caso de cometer errores, además de que la tutoría se hace individualmente, manteniendo a los estudiantes activos y por lo tanto se evita el aburrimiento y la distracción.

7. DISCUSIÓN

7.1. Evaluación del objeto de investigación

El presente trabajo de titulación denominado “**Desarrollo de un sistema web utilizando Redes Bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo**” dio como resultado final la construcción de la aplicación web SEEII (Sistema de enseñanza y evaluación del idioma inglés).

El desarrollo de la propuesta alternativa se basa en el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos que fueron abarcados en su totalidad tal y como se describe a continuación:

- **Objetivo específico 1.** Analizar las herramientas utilizadas en la construcción de Redes Bayesianas y los API's de reconocimiento de voz disponibles.

Se realizó una investigación bibliográfica para conocer las herramientas más utilizadas en la construcción de Redes Bayesianas y para reconocimiento de voz, como resultado se construyó las tablas comparativas de estos dos tipos de herramientas, y se analizó qué herramientas utilizar. Para la construcción de Redes Bayesianas se eligió la librería OpenMarkov y para el reconocimiento de voz se decidió utilizar la librería Annyang.

- **Objetivo específico 2.** Desarrollar el sistema web empleando Redes Bayesianas para calcular la probabilidad de aprendizaje de los niños a través de Test adaptativos informatizados.

Este objetivo se lo abordó en dos partes:

Desarrollo del sistema web para la enseñanza de inglés a niños.

Siguiendo las fases descritas en la metodología UWE se desarrolló el sistema SEEII, utilizando el entorno JEE. Se utilizó JSF y como gestor de base de datos MySql.

Construcción e implementación de la Red Bayesiana para calcular el grado de conocimiento de los niños.

Para la construcción de las Redes Bayesianas se utilizó la librería OpenMarkov como API en la administración las Redes Bayesianas a través del código fuente, para que de esta manera el administrador no tenga que hacerlo por el GUI de la librería.

En la web no se encontró ejemplos para poder asignar las probabilidades de las variables a través del código, por lo que fue necesario solicitar ayuda al equipo de soporte para desarrolladores de OpenMarkov, quienes ayudaron a solucionar las dudas que se tenía y cumplir con el objetivo. Para asignar las probabilidades se utilizó la clase **TablePotential**, el método **setValues (double [] values)**.

Para la especificación de los parámetros necesarios para calcular el aprendizaje de los alumnos por medio de Test adaptativos informatizados se recurrió a la teoría de la respuesta al ítem y el modelo logístico de tres parámetros, el resultado fue la determinación de los elementos del test adaptativo informatizado.

Primero se probó los métodos implementados por consola, obteniendo resultados satisfactorios, pero al utilizar los métodos en la aplicación web se tuvo el siguiente problema: la lista de los tipos de redes utilizados en OpenMarkov se recuperaba vacía, por lo que el tipo de red especificado “BayesianNetwork” no se encontraba y por ende marcaba un error del tipo java.lang.Nullpointer, la solución que se dio fue volver a instanciar la lista de tipos de red en el método getNetworkTypesMap() de la clase NetworkTypeManager de la librería de OpenMarkov, volver a compilar el código y trabajar con la librería modificada.

- **Objetivo específico 3.** Aplicar pruebas de funcionalidad y factibilidad del sistema web para enseñanza del inglés en un grupo de niños de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo.

Para cumplir con el objetivo se trabajó con un grupo de niños de segundo grado de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo. Para poder aplicar las pruebas se tomó como ejemplo una unidad compuesta por un tema: *Farm Animals*, que contiene seis conceptos: *horse, chicken, cow, rabbit, sheep, pig*.

Se llevó a cabo las pruebas con el grupo de niños, siguiendo las siguientes actividades:

Se realizó una clase introductoria a los conceptos, aquí se explicó las palabras que se han tomado en cuenta dentro del tema *Farm Animals*, su significado y pronunciación. Se utilizó tarjetas para explicar el vocabulario, y se realizó un pequeño ejercicio para comprobar que las palabras habían sido comprendidas. Luego se tomó una evaluación de las palabras explicadas en la clase introductoria para tener una referencia del conocimiento que poseían los estudiantes. Las preguntas hacían referencia a la correcta identificación de los conceptos pertenecientes al tema “*Farm Animals*”, si se podía

identificar el concepto al escuchar su pronunciación, y a la correcta pronunciación del concepto.

Se presentó la aplicación web SEEl al grupo de niños, se explicó cómo utilizarlo, y se dio un tiempo límite de uso de 15 minutos para que los estudiantes interactúen con la aplicación. Luego de lo cual se tomó al azar 5 niños para preguntar cuál fue su reacción a la aplicación y saber si la aplicación era sencilla de utilizar o no.

Con las actividades que se llevaron a cabo se pudo dar cumplimiento al objetivo, obteniendo resultados satisfactorios, mostrando una gran adaptabilidad al nivel demostrado por el estudiante, se logró captar la atención de los estudiantes al mantenerlos activos, además la aplicación les resultó interesante y no hubo confusión en su utilización.

7.2. Valoración Técnico – Económica – Ambiental

El presente trabajo de titulación se concluyó de manera satisfactoria porque se contó con todos los recursos humanos, económicos y tecnológicos. Tecnológicamente hablando el desarrollo del proyecto no implica el uso de equipos costosos, para la puesta en marcha se necesita de un computador que funcione como servidor, mientras que los equipos clientes deben tener algún medio de entrada y salida de sonido (auriculares y micrófono). En el ámbito económico no hubo mayor inconveniente porque el software usado es en su mayoría libre y gratuito y para el hardware se utilizó los equipos con que cuenta la persona encargada de la investigación, y los equipos que prestó la escuela Zoila Alvarado de manera gratuita. Por las razones mencionadas fue factible el desarrollo del proyecto.

Los materiales utilizados para el desarrollo del proyecto se detallan a continuación:

TABLA XXVII: RECURSOS HUMANOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
Director de tesis	Hora	200	--	--
Tesista	Hora	400	4.00	1600.00
TOTAL				1600.00

TABLA XXVIII: RECURSOS MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
Copias	Unidad	440	0.02	2
Impresiones	Unidad	210	0.05	10.50
Anillados	Unidad	3	3.00	9.00
CD's	Unidad	3	1.00	3.00
Empastados	Unidad	3	10.00	30.00
Transporte	--	--	40.00	40.00
Internet	Hora	1000	0.40	400.00
Refrigerio	Unidad	64	1.00	64.00
TOTAL				558.50

TABLA XXIX: RECURSOS TÉCNICOS/TECNOLÓGICOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
Flash Memory	Unidad	1	8.00	8.00
Celular	--	--	30.00	30.00
Computador portátil DELL	Unidad	1	1100.00	1100.00
Xampp(Apache, Tomcat, PHP)	Unidad	1	Free	--
Netbeans	Unidad	1	Free	--
Eclipse	Unidad	1	Free	--
Visual Paradigm	Unidad	1	Free (Community Edition)	--
MagicDraw	Unidad	1	Free (Trial)	--
OpenMarkov	Unidad	1	Free	--
ResponsiveVoice	Unidad	1	Free	--
Annyang	Unidad	1	Free	--
JMeter	Unidad	1	Free	--

Paquete de Ofimática Microsoft	Unidad	1	250.00	250.00
ShareLatex	Unidad	1	Free	-
TOTAL				1388.00

TABLA XXX: IMPREVISTOS

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
Valores posibles adicionales a los recursos necesarios	50.00
TOTAL	50.00

La Tabla XXXI, ilustra la suma total de todos los recursos: humanos, materiales, técnicos/tecnológicos y los imprevistos asignados al trabajo de titulación que nos brinda una aproximación real del coste del proyecto.

TABLA XXXI: RESUMEN DE PRESUPUESTO UTILIZADO

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
HUMANOS	1600.00
MATERIALES	558.50
TÉCNICOS/ TECNOLÓGICOS	1388.00
IMPREVISTOS	50.00
TOTAL	3596.50

8. CONCLUSIONES

- En base a la información consultada se determinó que el criterio condicionado a la probabilidad de la pregunta es el mejor método para seleccionar las preguntas según el nivel de conocimiento del estudiante.
- La Red Bayesiana estática que refresca sus nodos permitió realizar el diagnóstico del alumno como si se utilizara una Red Bayesiana dinámica, pero de una manera más sencilla.
- Los resultados obtenidos demostraron que tres niveles de granularidad (Unidad, Tema, Conceptos) en la Red Bayesiana de Evaluación son suficientes para estimar el nivel de conocimiento alcanzado por un estudiante.
- Con el uso de la herramienta de reconocimiento de voz Annyang se pudo evaluar la destreza oral productiva (Speaking) de los conceptos definidos en el test adaptativo informatizado.
- El algoritmo de eliminación de la variable utilizado para la inferencia con la librería OpenMarkov garantiza una inferencia rápida, obteniendo el resultado en menos de un segundo en una Red Bayesiana de gran tamaño.
- La aplicación web SEEl ayudó a que los estudiantes desarrollen las habilidades para escuchar y pronunciar las palabras evaluadas en el test adaptativo.

9. RECOMENDACIONES

- Utilizar la herramienta OpenMarkov.jar para la administración e inferencia en redes bayesianas, debido a su potencia, facilidad de uso y la documentación disponible, además de ser de código libre.
- Utilizar la librería Annyang.js en aplicaciones que necesiten la funcionalidad de reconocimiento de voz, debido a que su uso es muy sencillo además de ser muy liviana (3 Kb).
- Para poder utilizar la aplicación web SEEl en un ambiente de clase, se recomienda a la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo disponer del hardware necesario (micrófono y auriculares) para cada computadora.
- Se recomienda a la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo mejorar la conexión a internet para que los docentes puedan emplear aplicaciones web educativas como esta para reforzar sus clases.
- Como trabajo futuro se recomienda agregar la funcionalidad de administrar formatos de preguntas en la aplicación web de manera que los tipos de preguntas no se limiten a los creados en este proyecto y así se pueda tener más variedad en el banco de preguntas.
- Se recomienda agregar un módulo para ingresar contenido que sirva para tutorías y ayudas que se presenten en caso de que el estudiante tenga calificación baja, que estén basadas en técnicas de inteligencia artificial de manera que se mantenga la característica de adaptabilidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Clemente Fuentes y J. Sáez Nieto , «Modelo de evaluación para la Educación Infantil,» Ministerio de Educación y Ciencia, Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema, Madrid, 2005.
- [2] J. Carbonel, «Evaluación en Educación Infantil y Primaria,» *Legislación Educativa* nº 3.
- [3] J. T. Mosquera, «La evaluación en educación primaria,» de *ISSN 1988-6047*, Granada, 2008.
- [4] M. Verdú y Y. Coyle, *La enseñanza de inglés en el aula de primaria*, Murcia: Universidad de Murcia, 2002.
- [5] T. S. RODGERS, «Language Teaching Methodology,» *ERIC Issue Paper*, 2001.
- [6] C. d. E. d. Madrid, «Proyecto Bilingüismo,» Madrid, 2006.
- [7] J. Beck, M. Stern y B. P. Woolf, «Using the Student Model to Control Problem.,» de *Proceedings of the 6th International Conference on User Modelling UM'97.*, Vienna: Springer-Verlag., 1998.
- [8] M. C. Polson y J. J. Richardson, *Foundations of Intelligent Tutoring Systems.*, Hillsdale: NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers., 1988.
- [9] B. Bloom, «The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction.,» *Educational Researcher*, nº 13, pp. 4-15, 1984.
- [10] E. Millán, «Sistema bayesiano para modelado del alumno,» de *Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Univ. de Málaga*, Málaga, 2000.
- [11] F. Jensen, *Bayesian Networks and Decision Graphs*, New York, U.S.A.: Springer-Verlag, 2001.

- [12] J. Pearl, Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference, San Mateo, California: Morgan Kaufmann, 1988.
- [13] M. Morales Giraldo, A. Salmerón Cerdán y C. Rodríguez Torreblanca, Análisis de indicadores de rendimiento mediante redes bayesianas, Almería: Univ. de Almería, 2007.
- [14] L. E. Sucar, «Probabilistic reasoning in knowledge based vision systems,» de *PhD dissertation, Imperial College of Science, Technology, and Medicine*, London U.K, 1992.
- [15] E. Castillo, J. M. Gutiérrez y A. S. Hadi, Expert Systems and Probabilistic network model, New York: Springer-Verlang, 1997.
- [16] R. S. García, Análisis de sensibilidad en redes bayesianas Gaussianas, Madrid: Dep. de Estadística e Investigación Operativa. Univ. Complutense de Madrid, 2007.
- [17] F. Roche Beltrán, Métodos para obtener conocimiento utilizando redes bayesianas y procesos de aprendizaje con algoritmos evolutivos., Sevilla: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Univ. de Sevilla., 2002.
- [18] J. Olea y V. y. P. G. Ponsoda, «Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones,» Pirámide, Madrid, 1999.
- [19] R. Conejo, E. Millán, J. Pérez y M. Trella, «Modelado del alumno: un enfoque bayesiano,» *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 5, nº 12, pp. 50-58, 2001.
- [20] A. J. R. Tejada, «Pasado, presente y futuro de los Tests Adaptativos Informatizados: entrevista con Isaac I. Bejar,» *Psicothema*, vol. 13, nº 4, pp. 685-690, 2001.

- [21] H. Wainer y S. Messick, *Principles of modern psychological measurement*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [22] D. Weiss, «Adaptative Testing by Computer,» *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, nº 53, pp. 774-789, 1985.
- [23] M. Reckase, «Adaptative Testing: The evolution of a good idea,» *Educational Measurement: Issues and Practice*, nº 8, pp. 11-15, 1989.
- [24] F. Lord, « The self-scoring flexible test,» *Journal of Educational Measurement*, vol. 8, nº 3, pp. 147-151, 1971.
- [25] F. Lord, «Robbins-Monro procedures for Tailored Testing.,» *Educational and Psychological Measurement*, vol. 31, pp. 3-31, 1971.
- [26] F. Lord, «The Theoretical Study of the Measurement Effectiveness of Flexilevel Tests,» *Educational and Psychological Measurement*, vol. 31, pp. 805-813, 1971.
- [27] J. & P. V. Olea, «Test adaptativos informatizados.,» En J. Muñiz (Ed.), *Psicometría* (pp. 729-783). Universitas, S. A., Madrid, 1996.
- [28] R. Flaugher, *Computerized Adaptative Testing: A Primer*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1990.
- [29] D. Thissen y R. Mislevy, *Testing Algorithms*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1990.
- [30] R. G. COWELL, *Probabilistic networks and expert systems: Exact computational methods for Bayesian networks*, Springer Science & Business Media., 2006.
- [31] E. Millán, J. Pérez de la Cruz y E. Suárez, «An Adaptative Bayesian Network for Multilevel Student Modelling,» de *Proceedings of 3rd International Conference on Intelligent Tutoring Systems ITS 2000*, 2000.

- [32] J. Reye, «Two-phase updating of student models based on dynamic belief,» *Lecture Notes in Computer Science*, nº 1452, pp. 6-15, 1998.
- [33] N. S. Corp., «Norsys y Nética,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.norsys.com/netica.html>. [Último acceso: 12 Marzo 2015].
- [34] S. K. Andersen, K. J. Olesen, F. V. Jensen y F. Jensen, «HUGIN: A Shell for Building Bayesian Belief Universes for Expert Systems,» de *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-89)*, San Mateo, CA, 1989.
- [35] S. Conrady y L. Jouffe, «Introduction to Bayesian Networks & BayesiaLab,» Bayesia S.A.S, USA, 2013.
- [36] K. P. Murphy, «The Bayes Net Toolbox for Matlab,» Department of Computer Science University of California, Berkeley, CA, 2001.
- [37] M. D. F. J. P.-A. M. A. Y. M. & F. J. Arias, «POMDPs in OpenMarkov and ProbModelXML,» *Seventh Annual Workshop on Multiagent Sequential Decision Making Under Uncertainty (MSDM-2012)*, p. 1, 2012.
- [38] J. Díez, «Proyecto Elvira,» 10 Noviembre 2005. [En línea]. Available: <http://www.ia.uned.es/~elvira/>.
- [39] A. Labs, «AT&T Natural Voices,» 2011. [En línea]. Available: <http://www2.research.att.com/>. [Último acceso: 3 Marzo 2015].
- [40] F. Corporation, «Fonix Speech VoiceIn,» Noviembre 2008. [En línea]. Available: <http://www.speechfxinc.com/>. [Último acceso: 10 Abril 2015].
- [41] G. A. MÁRQUEZ y H. C. GARCÍA, «Comentarios sobre el Software de Código abierto Sphinx,» *Conciencia Tecnológica*, nº 32, p. 0, 2006.
- [42] J. Adorf, «Web Speech API,» KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, 2013.

- [43] T. Ater, «annyang! SpeechRecognition that just works,» [En línea]. Available: <https://www.talater.com/annyang/>. [Último acceso: 12 Abril 2015].
- [44] R. B. Pérez O., L. Párraga C. y Y. Sabariego A., «EL DINÁMICO ESCENARIO DE LAS METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN,» *UNAVISION*, nº 3, pp. 74-89, 2014.
- [45] M. Stephens y D. Rosenberg, *Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice.*, New York: Apress, 2007.
- [46] J. C. Vilariño de Almeida, «Modelo para la selección de metodología de desarrollo web de una aplicación según sus características funcionales, M.S. Thesis, Dept. Eng.,» Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 2010.
- [47] G. Aragón, M. J. Escalona, M. Lang y J. R. Hilera, «An Analysis of Model-Driven Web Engineering Methodologies,» *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol. 8, nº 12, pp. 1-11, 2012.
- [48] C. Solís Pineda, «Un Método de Desarrollo de Hipermedia Dirigido por Modelos, Ph.D. dissertation,» Dept. Sistemas Informáticos y Computación, Politécnica de Valencia Univ. , Valencia, 2008.
- [49] M. Arias, F. J. Díez y M. P. Palacios, «ProbModelXML. A format for encoding probabilistic graphical models,» de *technical report cisiad-11-02*, UNED, Madrid, España, 2011.
- [50] L. Bruce, «Voicexml,» *Communications of the ACM*, vol. 43, nº 9, p. 53, 2000.

11. ANEXOS

ANEXO I: ENTREVISTAS REALIZADAS EN LA ESCUELA ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO
RENOVABLES



ENTREVISTA REALIZADA A LA MG. SANDRA HURTADO MARTÍNEZ, DIRECTORA
DE LA ESCUELA ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO, DE LA CIUDAD DE LOJA.

Desarrollo de la entrevista.

1. ¿Los niños de primero y segundo grado reciben clases de inglés?

Sí, todos los alumnos reciben clases de inglés, una hora a la semana.

2. ¿Cuántas profesoras de inglés hay en la escuela?

Una profesora se encarga de la materia de inglés para todos los paralelos.

3. ¿La escuela cuenta con un laboratorio de computación?

Sí, la escuela cuenta con dos laboratorios de computación, pero actualmente se utiliza solo uno de ellos, que es el que está mejor equipado.

4. ¿El laboratorio de computación tiene acceso a internet?

Solo el laboratorio nuevo tiene acceso a internet.

5. ¿Tienen acceso a este laboratorio los niños de primero y segundo grado?

Todos los estudiantes reciben clases de computación, en el caso de los niños más pequeños se enseña las cosas básicas: reconocer las partes de una computadora, manejar el mouse, y a familiarizarse con el sistema operativo Ubuntu, por eso se utiliza para ellos el laboratorio antiguo, es por precaución de que no dañen las computadoras.

6. ¿Las computadoras cuentan con parlantes y micrófonos?

Sí, pero solo en el nuevo laboratorio. Ese laboratorio está mejor equipado, tenemos parlantes y micrófonos para cada computadora.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO
RENOVABLES



ENTREVISTA REALIZADA A LA DOCENTE DE INGLÉS DE LA ESCUELA ZOILA
ALVARADO DE JARAMILLO DE LA CIUDAD DE LOJA

Desarrollo de la entrevista.

1. En términos generales, ¿Cómo se desarrollan las clases de inglés con los estudiantes de primero y segundo grado?

Con ellos se trabaja más indicándoles palabras, se tratan temas como los objetos de la escuela, colores, números, animales, el árbol familiar, las dependencias de una casa, a identificar las partes del cuerpo, solo como unos ejemplos. Se desarrolla el libro de trabajo, ahí se indica algunas actividades como pintar, cortar dibujos, algunas veces se trae tarjetas para repasar las palabras, o a veces se hacen dinámicas. Como es una hora de clase y son niños pequeños, la verdad el tiempo no alcanza para hacer todo lo que se quisiera.

2. ¿Qué habilidades del inglés se busca comunicar en los niños de primero y segundo grado?

Escuchar y pronunciar las palabras. Con las actividades que se realizan se busca principalmente que los niños sepan identificar la palabra y puedan pronunciarla, también se muestra cuál es la escritura y en los niños de segundo grado hay actividades en el libro que se pide completar las vocales que faltan, pero no me enfoco en enseñarles a escribirlas, porque recién en segundo grado están empezando a escribir entonces es más complicado, así que solo a escuchar y a pronunciar.

3. ¿Cómo se realiza el proceso para evaluar a los niños?

Normalmente se prepara un examen con pocas preguntas, del tipo: una con una línea, coloree el dibujo correcto, se coloca varios dibujos y les doy la instrucción de que encierren en un círculo cierto dibujo.

Para la prueba oral, los llamo en orden de lista y les pido que me digan como se dice en inglés cierta palabra, si no la responden bien les doy otra oportunidad y les pregunto otra palabra, como le indico el tiempo es limitado y tengo un solo día a la semana así que no puedo alargarme mucho tiempo o no terminaría de tomar la prueba a todos.

4. ¿Utilizan el laboratorio de computación para llevar a cabo las clases o las evaluaciones?

No, las clases se desarrollan en el aula.

5. ¿Cree que un sistema computarizado podría facilitar o agilizar el proceso de evaluación actual?

Creo que sí, siempre con la ayuda de la computadora se ahorra tiempo, y me facilitaría el trabajo para tomar las evaluaciones. Incluso hay videos que me gustaría mostrar a los niños siempre nos alientan a utilizar herramientas multimedia para dar clases pero no se nos da el espacio en el laboratorio.

6. ¿Qué características debería cumplir el sistema para llevar a cabo el proceso de evaluación en niños de primero y segundo grado?

Creo que lo principal sería:

- Ser fácil de usar porque tengo entendido que no todos los niños pueden manejar bien una computadora.
- Las preguntas deben ser sencillas y entendibles para los niños.
- Se deben manejar dibujos para que los niños entiendan las preguntas y mantener muy poco texto.
- Debe evaluarse el vocabulario, si el estudiante identifica la palabra cuando se la pronuncia y si puede pronunciarla.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO II: DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Especificación de requisitos de software

Proyecto: Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

Revisión 1.0

Contenido

Contenido 148

1 Introducción 150

1.1	Propósito	150
1.2	Alcance	150
1.3	Personal involucrado	150
1.4	Definiciones, acrónimos y abreviaturas	151
1.4.1	Definiciones	151
1.4.2	Acrónimos	151
1.5	Referencias	151
1.6	Resumen	151

2 Descripción general 152

2.1	Perspectiva del producto	152
2.2	Funcionalidad del producto	152
2.3	Características de los usuarios	152
2.4	Restricciones	153
2.5	Suposiciones y dependencias	153
2.6	Evolución previsible del sistema	153

3 Requisitos específicos 153

3.1	Requisitos comunes de los interfaces	153
3.1.1	Interfaces de usuario	153
3.2	Requisitos funcionales	154
3.2.1	RF01 El sistema debe solicitar autenticación de usuarios.	156
3.2.2	RF02 El sistema permitirá al administrador la gestión de usuarios.	157
3.2.3	RF03 El docente puede crear planes de enseñanza.	157
3.2.4	RF04 El docente puede asignar estudiantes a los planes de enseñanza.	157
3.2.5	RF05 El docente puede gestionar los planes de enseñanza	158
3.2.6	RF06 El docente puede gestionar temas para los planes de enseñanza	158
3.2.7	RF07 El docente puede gestionar los conceptos que serán evaluados en cada tema	159

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

3.2.8	RF08 El docente puede gestionar los test de los temas que se han creado	159
3.2.9	RF09 El docente puede gestionar los ítems para las preguntas que constan en los test	160
3.2.10	RF10 El docente puede ver los resultados de los estudiantes	160
3.2.11	RF11 El estudiante puede acceder al plan de enseñanza que ha sido asignado	161
3.2.12	RF12 El estudiante puede responder los test que están disponibles en su plan de enseñanza	161
3.2.13	RF13 El estudiante puede consultar los resultados obtenidos en test contestados	161
3.2.14	RF14 El sistema permitirá en los test preguntas que sean respondidas a través de voz	162
3.2.15	RF15 El sistema calculará el aprendizaje del estudiante en base a las preguntas resueltas aplicando redes bayesianas	162
3.2.16	RF16 El sistema proporcionará al estudiante preguntas de acuerdo a su aprendizaje utilizando redes bayesianas	163
3.2.17	RF17 El sistema deberá calcular hasta qué punto debe durar la evaluación, y permitir que el estudiante detenga el test en cualquier momento.	163
3.2.18	RF18 El sistema almacenará el resultado de los test realizados por el estudiante	164
3.3	Requisitos no funcionales	164
3.3.1	Requisitos de rendimiento	164
3.3.2	Seguridad	164
3.3.3	Usabilidad	164
3.3.4	Portabilidad	164

1 INTRODUCCIÓN

Este documento es una especificación de requisitos software para un Sistema web de enseñanza de idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo. Esta especificación se ha estructurado inspirándose en las directrices dadas por el estándar “IEEE Recommended Practice for Software Requirement Specifications ANSI/IEEE 830 1998”.

1.1 Propósito

El objeto de la especificación es definir de manera clara y precisa las funcionalidades y restricciones del sistema que se desea construir. El documento va dirigido a las partes inmersas en el desarrollo del sistema web, esto es el tutor del proyecto y el equipo de desarrollo. Esta especificación está sujeta a revisiones que se plasmarán en distintas versiones del documento, hasta su aprobación por el tutor del proyecto. Una vez aprobado servirá de base para la construcción del sistema.

1.2 Alcance

El motor que impulsa el desarrollo del sistema es el plantear un método de enseñanza del idioma inglés para niños de 5 a 6 años utilizando herramientas tecnológicas, y plantear un método de evaluación de conocimientos que se adapte al ritmo de aprendizaje del estudiante. El sistema se define como SEEL.

El sistema contará con: una parte de evaluación que constará de diferentes tópicos para comprobar el avance en la habilidad para escuchar, hablar y conocer el significado de palabras, según lo enseñado en la parte de tutoría. El sistema debe contar con una parte de logeo para poder monitorear el avance de aprendizaje del estudiante.

1.3 Personal involucrado

Nombre	Katherine Ivanova Ramón Campoverde
Rol	Analista, Programadora
Categoría profesional	Estudiante
Responsabilidades	Análisis del sistema y Codificación
Información de contacto	kiramonc@unl.edu.ec

Nombre	
Rol	Usuario experto
Categoría profesional	Docente de inglés
Responsabilidades	Define los temas que se consideran importantes para incluir en el sistema
Información de contacto	

1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

1.4.1 Definiciones

Estudiante: Niño registrado en el sistema, que forma parte de un plan de enseñanza, del cual se almacena información importante como: nombres, apellidos, edad, avance de aprendizaje, etc.

Concepto: Palabras que serán evaluadas para cada estudiante.

Tema: Corresponde a un conjunto de conceptos, y es la base para cada test.

Plan de enseñanza: Conjunto de temas dirigidos a un grupo de estudiantes.

Test: Conjunto de actividades relacionados con un tema de enseñanza presentado al estudiante y que es calificado y cuyo resultado se almacena para monitorear el progreso en el aprendizaje por parte del estudiante.

1.4.2 Acrónimos

SEEL: Sistema de enseñanza y evaluación del idioma inglés.

ERS: Especificación de requisitos del software.

RFXX: El estándar seguido para la especificación del identificador de cada requisito funcional será de la siguiente manera: R = Requisito, F = Funcional, XX = secuencia de dos dígitos que servirá para la enumeración de cada requisito.

RNFXX: El estándar seguido para la especificación del identificador de cada requisito no funcional será de la siguiente manera: R = Requisito, NF = No Funcional, XX = secuencia de dos dígitos que servirá para la enumeración de cada requisito.

1.5 Referencias

Referencia	Titulo	Ruta	Fecha	Autor
	IEEE Recomendad Practices for Software Requierements especification ANSI/IEEE 830.			

1.6 Resumen

Este documento consta de tres secciones. Esta sección es la introducción y proporciona una visión general del sistema y los objetivos que tienen la ERS. En la sección 2 se da una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que debe realizar, los datos

asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo. En la sección 3 se definen detalladamente los requisitos que debe satisfacer el sistema.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL

En esta sección se presenta una descripción a alto nivel del sistema. Se presentarán las principales áreas de negocio a las cuales el sistema debe dar soporte, las funciones que el sistema debe realizar, la información utilizada, las restricciones y otros factores que afecten al desarrollo del mismo.

2.1 Perspectiva del producto

El sistema en esta versión no interactuará con ningún otro sistema informático.

2.2 Funcionalidad del producto

En términos generales, el sistema SEEl deberá proporcionar soporte a las siguientes tareas de enseñanza y evaluación de aprendizaje del idioma inglés:

- Evaluación y tutorías del idioma inglés a los estudiantes.
- Almacenamiento de la información del estudiante.

A continuación se describirán con más detalle estas tareas y como serán soportadas por el sistema.

▪ Evaluación y tutorías del idioma inglés a los estudiantes.

Comúnmente en un salón de clase suele aplicarse una misma evaluación a todos los estudiantes, lo cual garantiza una equidad en la dificultad de las preguntas asignadas, sin embargo esto no garantiza una eficiencia en el proceso de enseñanza pues los estudiantes aprenden a ritmos diferentes. Por ello la evaluación que se plantea es a través de test adaptativos, donde las preguntas que se presentan al estudiante vayan incrementando su dificultad según el ritmo de aprendizaje del estudiante.

Las tutorías se realizarán durante la evaluación, durante el nivel más bajo, de esta manera, en caso de que el estudiante no responda correctamente a la evaluación se volverá al nivel más bajo para las tutorías.

Del aprendizaje logrado en los estudiantes por cada tema, interesa evaluar tópicos como: Listening y Speaking. Los test pueden darse de alta, modificarse o darse de baja, según lo considere el docente a cargo.

▪ Almacenamiento de la información del estudiante.

Para monitorear el avance del aprendizaje del estudiante y así saber si el tema fue captado por él, es necesario guardar la información respecto al resultado obtenido en las evaluaciones según el tema y el avance en el plan de enseñanza.

2.3 Características de los usuarios

Tipo de usuario	Estudiante
Formación	Básica

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

Habilidades	Manejo limitado de computadores
Actividades	Ingresar a los planes de enseñanza y realizar la evaluación
Tipo de usuario	Docente
Formación	Superior
Habilidades	Manejo de computadores. Habilidad social con niños.
Actividades	Dar de alta, modificar o dar de baja: temas del plan de enseñanza, y test para los temas.

2.4 Restricciones

El desarrollo del sistema SEEl seguirá la metodología UWE.
Para la fase de codificación se utilizará el lenguaje de programación JAVA.

2.5 Suposiciones y dependencias

El sistema será web por lo que para su uso se debe contar con conexión a Internet.
El sistema requiere el uso de audífonos y micrófonos para la parte de evaluación.

2.6 Evolución previsible del sistema

El sistema puede expandirse, agregando tutorías para otros idiomas.
El sistema puede expandirse, agregando una sección de consulta a contenidos.
Se puede implementar el sistema dirigido a otras edades.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

En este apartado se presentan los requisitos que deberán ser satisfechos por el sistema. Los requisitos se especifican de manera que sea fácil comprobar su cumplimiento.

3.1 Requisitos comunes de los interfaces

A continuación se definen las entradas y salidas del sistema de software. Se describirán los requisitos que afecten a la interfaz de usuario.

3.1.1 Interfaces de usuario

La interfaz de usuario debe ser orientada a ventanas, y el manejo del programa se realizará a través del teclado, ratón y audífonos y micrófono. La interfaz debe ser intuitiva y de fácil uso debido a que será usado por niños.

Debe contar con un diseño amigable que induzca a los niños a mantenerse concentrados en las actividades.

3.2 Requisitos funcionales

En este apartado se presentan los requisitos funcionales que deberán ser satisfechos por el sistema.

Número de requisito	RF01
Nombre de requisito	El sistema debe solicitar autenticación de usuarios.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF02
Nombre de requisito	El sistema permitirá al administrador la gestión de usuarios.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF03
Nombre de requisito	El docente puede crear planes de enseñanza.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF04
Nombre de requisito	El docente puede asignar estudiantes a los planes de enseñanza.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF05
Nombre de requisito	El docente puede gestionar los planes de enseñanza.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF06
Nombre de requisito	El docente puede gestionar temas para los planes de enseñanza.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF07
Nombre de requisito	El docente puede gestionar los conceptos que serán evaluados en cada tema.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

**Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza
del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo**

Número de requisito	RF08
Nombre de requisito	El docente puede gestionar los test de los temas que se han creado.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF09
Nombre de requisito	El docente puede gestionar los ítems para las preguntas que constan en los test
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF10
Nombre de requisito	El docente puede ver los resultados de los estudiantes.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF11
Nombre de requisito	El estudiante puede acceder al plan de enseñanza que ha sido asignado.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF12
Nombre de requisito	El estudiante puede responder los test que están disponibles en su plan de enseñanza.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF13
Nombre de requisito	El estudiante puede consultar los resultados obtenidos en test contestados.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF14
Nombre de requisito	El sistema permitirá en los test preguntas que sean respondidas a través de voz.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF15
----------------------------	-------------

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

Nombre de requisito	El sistema calculará el aprendizaje del estudiante en base a las preguntas resueltas aplicando redes bayesianas.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF16
Nombre de requisito	El sistema proporcionará al estudiante preguntas de acuerdo a su aprendizaje utilizando redes bayesianas.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF17
Nombre de requisito	El sistema deberá calcular hasta qué punto debe durar la evaluación, y permitir que el estudiante detenga el test en cualquier momento..
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Número de requisito	RF18
Nombre de requisito	El sistema almacenará el resultado de los test realizados por el estudiante.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

3.2.1 RF01 El sistema debe solicitar autenticación de usuarios.

INTRODUCCIÓN:

El sistema debe solicitar autenticación de usuarios. Este requisito hace referencia a la obligación que tienen los usuarios de autenticarse para ingresar al sistema. El usuario deberá completar de forma correcta los campos de información que se le pide para acceder al sistema.

ENTRADAS:

Nombre de usuario.
Contraseña de usuario

PROCESO:

Mediante una interfaz gráfica se pedirán los datos correspondientes. El usuario deberá completar con sus datos de acceso, luego presionar el botón para solicitar el acceso al sistema y se comprobará que los campos no estén vacíos y hayan sido rellenados con la información correcta.

SALIDAS:

Se mostrará la ventana de inicio según el usuario, para el docente la ventana de administración, para el estudiante una vista a los temas que puede visualizar.

3.2.2 RF02 El sistema permitirá al administrador la gestión de usuarios.

INTRODUCCIÓN:

El administrador puede gestionar los usuarios. Este requisito hace referencia a la posibilidad de crear, modificar los datos de los usuarios creados, o en su defecto, darlo de baja del sistema. El administrador deberá proporcionar los datos necesarios para crear un nuevo usuario o seleccionar el usuario y posteriormente modificar los datos o seleccionar la opción para darlo de baja.

ENTRADAS:

Usuario.

Opción "Crear", "Modificar" o "Dar de baja".

PROCESO:

Para la creación de un usuario, dentro de la ventana de gestión de usuarios el administrador deberá ingresar los nuevos datos y luego elegir la opción crear para agregar el usuario.

A través de una interfaz gráfica el sistema permitirá una búsqueda de los usuarios. El administrador deberá seleccionar el usuario y elegir entre las opciones modificar o dar de baja, en ambos casos el sistema mostrará los datos actuales del usuario. En caso de haber seleccionado modificar, los campos permitirán la modificación de los datos, luego de lo cual el administrador presionará el botón para actualizar los cambios. En caso de haber seleccionado dar de baja, se mostrará los datos del usuario, el administrador deberá confirmar la eliminación del usuario visualizado, presionando el botón para dar de baja.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.3 RF03 El docente puede crear planes de enseñanza.

INTRODUCCIÓN:

El administrador puede crear planes de enseñanza. Este requisito hace referencia a la posibilidad de crear nuevos planes de enseñanza para lo cual el administrador deberá proporcionar los datos del plan de enseñanza que se desea crear.

ENTRADAS:

Nombre del plan de enseñanza

Opción "Crear".

PROCESO:

A través de una interfaz gráfica el sistema permitirá al administrador, ingresar los datos del plan de enseñanza, luego de lo cual, el administrador debe elegir la opción crear.

SALIDAS:

El sistema agregará el plan de enseñanza y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.4 RF04 El docente puede asignar estudiantes a los planes de enseñanza.

INTRODUCCIÓN:

El docente puede asignar estudiantes al plan de enseñanza. El docente debe escoger el estudiante y asignarlo a un plan de enseñanza.

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

ENTRADAS:

Plan de enseñanza.
Estudiante

PROCESO:

A través de una interfaz gráfica, el sistema mostrará la lista de estudiantes creados. El docente deberá seleccionar el estudiante que desee y el sistema mostrará su información luego de lo cual se deberá escoger un plan de enseñanza en el campo que corresponda y presionar el botón actualizar.

SALIDAS:

El sistema agregará el identificativo del plan de enseñanza al estudiante y establecerá los conceptos de todos los temas del plan de enseñanza en el nivel inicial por defecto, para luego mostrar un mensaje indicando que la acción fue completada con éxito.

3.2.5 RF05 El docente puede gestionar los planes de enseñanza

INTRODUCCIÓN:

El docente puede gestionar los planes de enseñanza. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad modificar los datos de los planes de enseñanza, o en su defecto, darlo de baja del sistema. El administrador deberá seleccionar el plan de enseñanza y modificar los datos o seleccionar la opción para darlo de baja.

ENTRADAS:

Nombre
Opción "Modificar" o "Dar de baja".

PROCESO:

A través de una interfaz gráfica el sistema permitirá una búsqueda de los planes de enseñanza. El administrador deberá seleccionar el plan de enseñanza y elegir entre las opciones modificar o dar de baja, en ambos casos el sistema mostrará los datos actuales del plan de enseñanza (nombre y temas que contiene). En caso de haber seleccionado modificar, los campos permitirán la modificación del nombre del plan de enseñanza, luego de lo cual el administrador presionará el botón para actualizar los cambios. En caso de haber seleccionado dar de baja, el sistema pedirá que se confirme la acción.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, actualizará la información en la red bayesiana utilizada para la evaluación del estudiante y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.6 RF06 El docente puede gestionar temas para los planes de enseñanza

INTRODUCCIÓN:

El docente puede gestionar los temas de los planes de enseñanza. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de crear, modificar los datos de los temas creados, o en su defecto, darlo de baja del sistema. El administrador deberá proporcionar los datos necesarios para crear un nuevo tema o seleccionar un tema y modificar los datos o seleccionar la opción para darlo de baja.

ENTRADAS:

Tema (nombre, vocabulario, objetivo, dominio, imagen).
Opción "Crear", "Modificar" o "Dar de baja".

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

PROCESO:

Para la creación de un tema, dentro de la ventana de gestión de planes de enseñanza el administrador deberá escoger un plan de enseñanza y ahí se tiene la opción de Agregar Tema o de escoger uno de la lista para modificarlo o darlo de bajo.

En caso de elegir Agregar Tema se pedirá ingresar los nuevos datos y luego elegir la opción crear para agregar el tema. En caso de escoger un tema de la lista, se presentará los datos actuales del tema, donde se podrá modificar los datos, ahí se tendrá la opción Actualizar o Eliminar, se debe escoger la opción según la actividad que se desee realizar.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, actualizará la información en la red bayesiana utilizada para la evaluación y diagnóstico del estudiante y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.7 RF07 El docente puede gestionar los conceptos que serán evaluados en cada tema

INTRODUCCIÓN:

El docente puede gestionar los conceptos de los temas. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de crear, modificar los datos de los conceptos en cada tema, o en su defecto, dar de baja los conceptos. El administrador deberá proporcionar los datos necesarios para crear un nuevo concepto o seleccionar un concepto y modificar los datos o seleccionar la opción para darlo de baja.

ENTRADAS:

Concepto (nombre, traducción y descripción).
Opción "Crear", "Modificar" o "Dar de baja".

PROCESO:

Para la creación de un concepto, dentro de la ventana de gestión de planes de enseñanza el administrador deberá escoger un plan de enseñanza y en el plan de enseñanza escoger la opción Conceptos disponible para cada tema de la lista de temas del plan de enseñanza. El sistema mostrará la lista de conceptos del tema seleccionado y los campos correspondientes a los datos de los conceptos.

En caso de querer agregar un concepto nuevo se deberá llenar los campos con los datos del nuevo concepto y presionar el botón Crear. En caso contrario se deberá escoger un concepto de la lista, con lo cual el sistema presentará los datos del concepto escogido y el docente deberá escoger entre las opciones Actualizar (luego de que haya modificado los campos que desee) o Eliminar.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, actualizará la información en la red bayesiana utilizada para la evaluación y diagnóstico del estudiante y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.8 RF08 El docente puede gestionar los test de los temas que se han creado

INTRODUCCIÓN:

El docente puede gestionar los test de los temas creados. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de crear, modificar o eliminar preguntas que corresponden a la evaluación de un tema. El docente deberá proporcionar los datos necesarios para crear una nueva pregunta o seleccionar una pregunta y posteriormente modificar los datos o seleccionar la opción para darla de baja.

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

ENTRADAS:

Pregunta (enunciado, tipo de pregunta y conceptos asociados a la pregunta).
Opción “Crear”, “Modificar” o “Dar de baja”.

PROCESO:

Para la creación de una pregunta, dentro de la página de gestión de test el administrador deberá escoger uno de los temas de la lista de temas disponibles, se mostrará la lista de preguntas del test, se debe escoger la opción Agregar Pregunta, con lo cual se pedirá que ingrese los nuevos datos y luego elegir la opción crear para agregar la pregunta. En caso contrario se deberá elegir una de las preguntas de la lista con lo cual se mostrará los datos de la pregunta, el docente deberá modificar los datos que desee y elegir la opción Actualizar o elegir la opción Eliminar para dar de baja la pregunta.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, actualizará los cambios en la red bayesiana utilizada para el diagnóstico y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.9 RF09 El docente puede gestionar los ítems para las preguntas que constan en los test

INTRODUCCIÓN:

El docente puede crear ítems para las preguntas de un determinado test. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de crear, modificar los datos de los ítems creados, o en su defecto, darlos de baja del sistema. El administrador deberá proporcionar los datos necesarios para crear un nuevo ítem en la pregunta o seleccionar un ítem y posteriormente modificar los datos o seleccionar la opción para darlo de baja.

ENTRADAS:

Ítem (nombre, traducción e imagen).
Opción “Crear”, “Modificar” o “Dar de baja”.

PROCESO:

Para la creación de un ítem, dentro de la ventana de gestión de test, el administrador deberá escoger un tema y de la lista de preguntas del test escoger uno haciendo clic en la opción Ítems. El sistema mostrará la lista de ítems para la pregunta seleccionada y los campos correspondientes a los datos de los ítems.
En caso de querer agregar un nuevo ítem se deberá llenar los campos con los datos del nuevo ítem y presionar el botón Crear. En caso contrario se deberá escoger un ítem de la lista, con lo cual el sistema presentará los datos del ítem escogido y el docente deberá escoger entre las opciones Actualizar (luego de que haya modificado los campos que desee) o Eliminar.

SALIDAS:

El sistema actualizará el cambio realizado, y mostrará un mensaje indicando que la acción fue realizada con éxito.

3.2.10 RF10 El docente puede ver los resultados de los estudiantes

INTRODUCCIÓN:

El docente puede ver los resultados de los estudiantes. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de ver los resultados obtenidos por los estudiantes, tanto resultados globales (Plan de enseñanza), los resultados en cada tema, y en cada concepto.

ENTRADAS:

Estudiante
Opción “Ver Resultados”

PROCESO:

Para ver los resultados del estudiante, el docente deberá escoger el estudiante de la lista de estudiantes disponible en la página "Resultados". El sistema consultará los resultados obtenidos por el estudiante en cada concepto de su plan de enseñanza y con estos datos calculará los resultados obtenidos en los temas y en el plan de enseñanza, para el cálculo se utilizará la red bayesiana de evaluación.

SALIDAS:

El sistema presentará una gráfica donde se visualice los resultados del estudiante seleccionado.

3.2.11 RF11 El estudiante puede acceder al plan de enseñanza que ha sido asignado

INTRODUCCIÓN:

El estudiante puede acceder a su plan de enseñanza en que está registrado. Este requerimiento hace referencia a la restricción que tiene el estudiante de ver tan solo el plan de enseñanza al que está asignado.

ENTRADAS:

Estudiante

PROCESO:

Cuando el estudiante se haya logeado el sistema consultará el plan de enseñanza en que está registrado el estudiante así como los temas que están registrados en el plan de enseñanza.

SALIDAS:

El sistema presentará en la interfaz la lista de test disponibles en el plan de enseñanza.

3.2.12 RF12 El estudiante puede responder los test que están disponibles en su plan de enseñanza

INTRODUCCIÓN:

El estudiante puede responder los test que se encuentren en su plan de enseñanza. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad que tiene el estudiante de acceder a los test disponibles en su plan de enseñanza y contestarlos.

ENTRADAS:

Test.

Opción "Empezar".

PROCESO:

Para iniciar la resolución de un test, el estudiante deberá escoger un tema de la lista de temas disponibles en la página "Temas". El sistema preguntará si desea iniciar la resolución del test y el estudiante deberá confirmar la acción.

SALIDAS:

El sistema mostrará la página en donde se presentarán las preguntas.

3.2.13 RF13 El estudiante puede consultar los resultados obtenidos en test contestados

INTRODUCCIÓN:

El estudiante puede ver los resultados obtenidos durante las evaluaciones. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad de ver los resultados obtenidos por el estudiante, tanto resultados globales (Plan de enseñanza), como los resultados en cada tema.

ENTRADAS:

Opción "Ver Resultados".

PROCESO:

Para ver los resultados, el estudiante deberá escoger la opción Resultados disponible en la vista principal. El sistema verificará qué estudiante hizo la petición y consultará los resultados obtenidos en cada concepto del plan de enseñanza al que pertenece y con estos datos calculará los resultados obtenidos en los temas y en el plan de enseñanza, para el cálculo se utilizará la red bayesiana de evaluación.

SALIDAS:

El sistema presentará una gráfica donde se visualice los resultados del estudiante seleccionado.

3.2.14 RF14 El sistema permitirá en los test preguntas que sean respondidas a través de voz

INTRODUCCIÓN:

El sistema permitirá en los test preguntas que sean respondidas a través de voz. Este requerimiento hace referencia a la posibilidad que tiene el administrador de ingresar preguntas de Speaking, que posteriormente el estudiante podrá responder usando un micrófono.

ENTRADAS:

Opción "Agregar Pregunta".
Tipo Pregunta Speaking.

PROCESO:

En la página de gestión de test el administrador escogerá la opción de "Agregar Pregunta" y el sistema mostrará la interfaz para ingresar los datos de la nueva pregunta. El administrador tendrá que llenar los campos con la información de la pregunta y en el campo que hace referencia al tipo de pregunta deberá escoger una pregunta del tipo Speaking y hacer clic en la opción de crear.

SALIDAS:

El sistema agregará la pregunta con el identificador de Speaking en el tipo de pregunta y creará la pregunta en la red bayesiana para el diagnóstico del estudiante, luego presentará un mensaje indicando que la acción se realizó con éxito.

3.2.15 RF15 El sistema calculará el aprendizaje del estudiante en base a las preguntas resueltas aplicando redes bayesianas

INTRODUCCIÓN:

El sistema calculará el aprendizaje del estudiante en base a las preguntas resueltas consultando a la red bayesiana. Este requerimiento hace referencia a la habilidad del sistema para diagnosticar el conocimiento que tiene el estudiante en los conceptos del test según las respuestas dadas en las preguntas anteriores.

ENTRADAS:

Respuesta de la pregunta.
Opción "Siguiete pregunta".

PROCESO:

El estudiante proporcionará una respuesta a la pregunta que se muestre y elegirá la opción "Siguiete pregunta", luego de lo cual el sistema evaluará si la respuesta es correcta o no y con

Sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo

esta información consultará a la red bayesiana del diagnóstico cuál es la probabilidad de que sepa el o los concepto evaluados en la pregunta.

SALIDAS:

El sistema recuperará de la red bayesiana del diagnóstico los nuevos valores de la calificación de los conceptos.

3.2.16 RF16 El sistema proporcionará al estudiante preguntas de acuerdo a su aprendizaje utilizando redes bayesianas

INTRODUCCIÓN:

El sistema proporcionará al estudiante preguntas de acuerdo a su aprendizaje. Este requerimiento hace referencia a la habilidad del sistema para presentar preguntas de acuerdo al estado de conocimiento en cada concepto del test haciendo uso de la inferencia en la red bayesiana del diagnóstico.

ENTRADAS:

Valor de conocimiento en los conceptos.

Opción "Siguiete pregunta".

PROCESO:

Luego que el estudiante ha solicitado una nueva pregunta y que el sistema ha calculado los nuevos valores de conocimiento del estudiante en cada concepto, el sistema utilizará estos nuevos valores para consultar en la red bayesiana del diagnóstico qué pregunta estaría el estudiante en condiciones de contestar y recupera la pregunta indicada por la red bayesiana.

SALIDAS:

El sistema muestra al estudiante la pregunta.

3.2.17 RF17 El sistema deberá calcular hasta qué punto debe durar la evaluación, y permitir que el estudiante detenga el test en cualquier momento.

INTRODUCCIÓN:

El sistema tiene que evaluar constantemente si el estudiante ha alcanzado el nivel máximo de aprendizaje, para detener la evaluación, además tiene que mostrar siempre la opción que tiene el estudiante para terminar el test en el momento que desee.

ENTRADAS:

Valores en su nivel máximo.

Opción "Terminar test".

PROCESO:

Opción 1. El sistema consulta los valores del conocimiento en cada concepto y detecta que todos los conceptos han llegado a su nivel máximo, es decir todos los conceptos han sido aprendidos y deja de presentar preguntas al estudiante. El estudiante deberá escoger la opción "Terminar test" y confirmar la acción.

Opción 2. El sistema muestra una pregunta, y el estudiante en lugar de dar una respuesta escoge la opción "Terminar test" y confirma la acción.

SALIDAS:

El sistema volverá a la página que muestra todos los temas disponibles en el plan de enseñanza.

3.2.18 RF18 El sistema almacenará el resultado de los test realizados por el estudiante

INTRODUCCIÓN:

El sistema almacenará el resultado de los test realizados por el estudiante. Este requerimiento hace referencia a la responsabilidad del sistema de guardar los valores obtenidos en la evaluación de los test. Esta información será utilizada como base para las futuras evaluaciones en el test en cuestión.

ENTRADAS:

Opción "Terminar test"

PROCESO:

El estudiante confirma la opción de "Terminar test", luego de lo cual el sistema procede a guardar los resultados obtenidos por el estudiante en la evaluación.

SALIDAS:

El sistema actualiza los valores y vuelve a la página que muestra todos los temas disponibles en el plan de enseñanza.

3.3 Requisitos no funcionales

3.3.1 Requisitos de rendimiento

- El sistema debe ser capaz de procesar 50 transacciones por segundo.
- Toda funcionalidad del sistema y transacción de negocio debe responder al usuario en menos de 3 segundos.
- El sistema debe ser capaz de operar adecuadamente con hasta 35 usuarios con sesiones concurrentes.

3.3.2 Seguridad

- El acceso al sistema debe estar restringido por el uso de claves asignadas a cada uno de los usuarios. Sólo podrán ingresar al sistema las personas que estén registradas, estos usuarios serán clasificados en 2 tipos de usuarios (o roles).
- Las claves deberán ser guardadas con encriptación SHA-512.
- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador.

3.3.3 Usabilidad

- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 30 minutos.
- El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.

3.3.4 Portabilidad

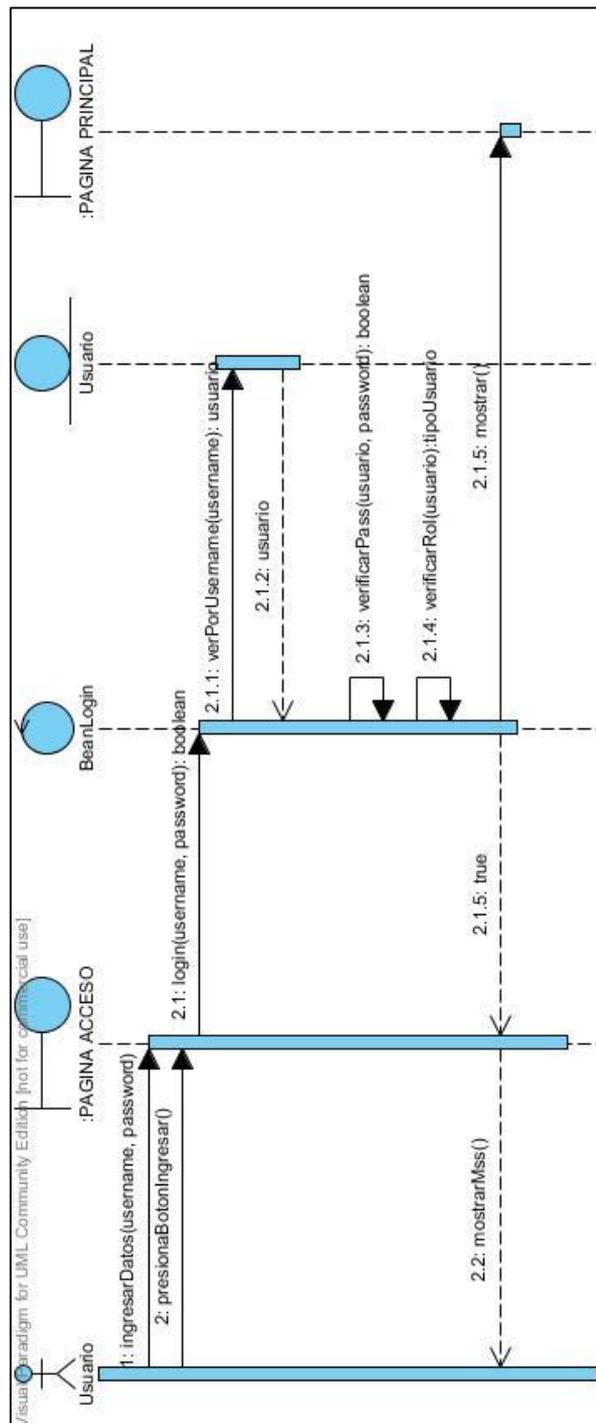
- La aplicación será desarrollada para un entorno java web.

ANEXO III: DIAGRAMAS DE SECUENCIAS

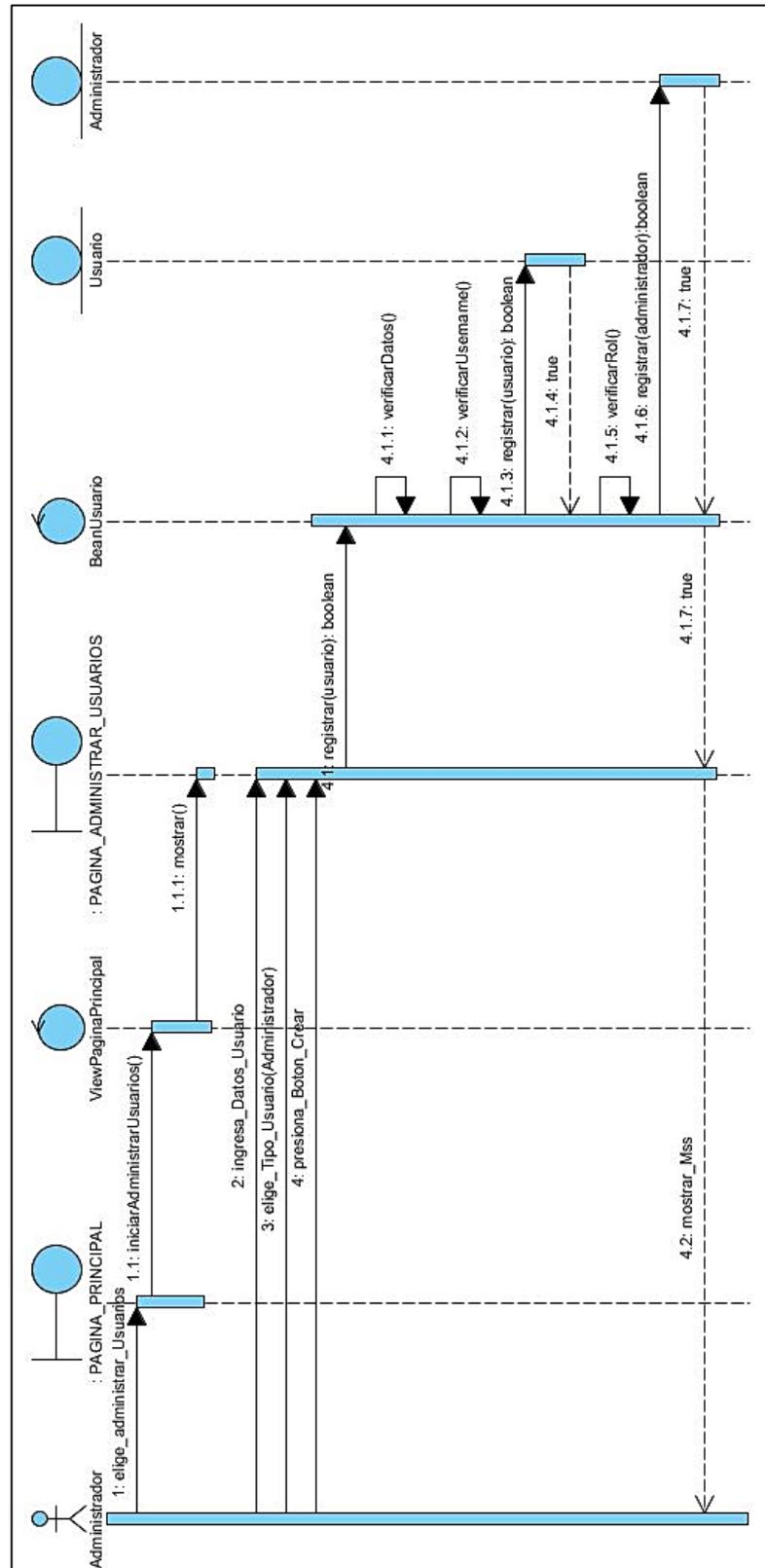
Diagramas de secuencia

En base a los diagramas de navegación se elaboró los diagramas de proceso y secuencia. A continuación se presenta los diagramas de secuencia correspondientes al flujo normal y sub flujo de eventos de cada caso de uso.

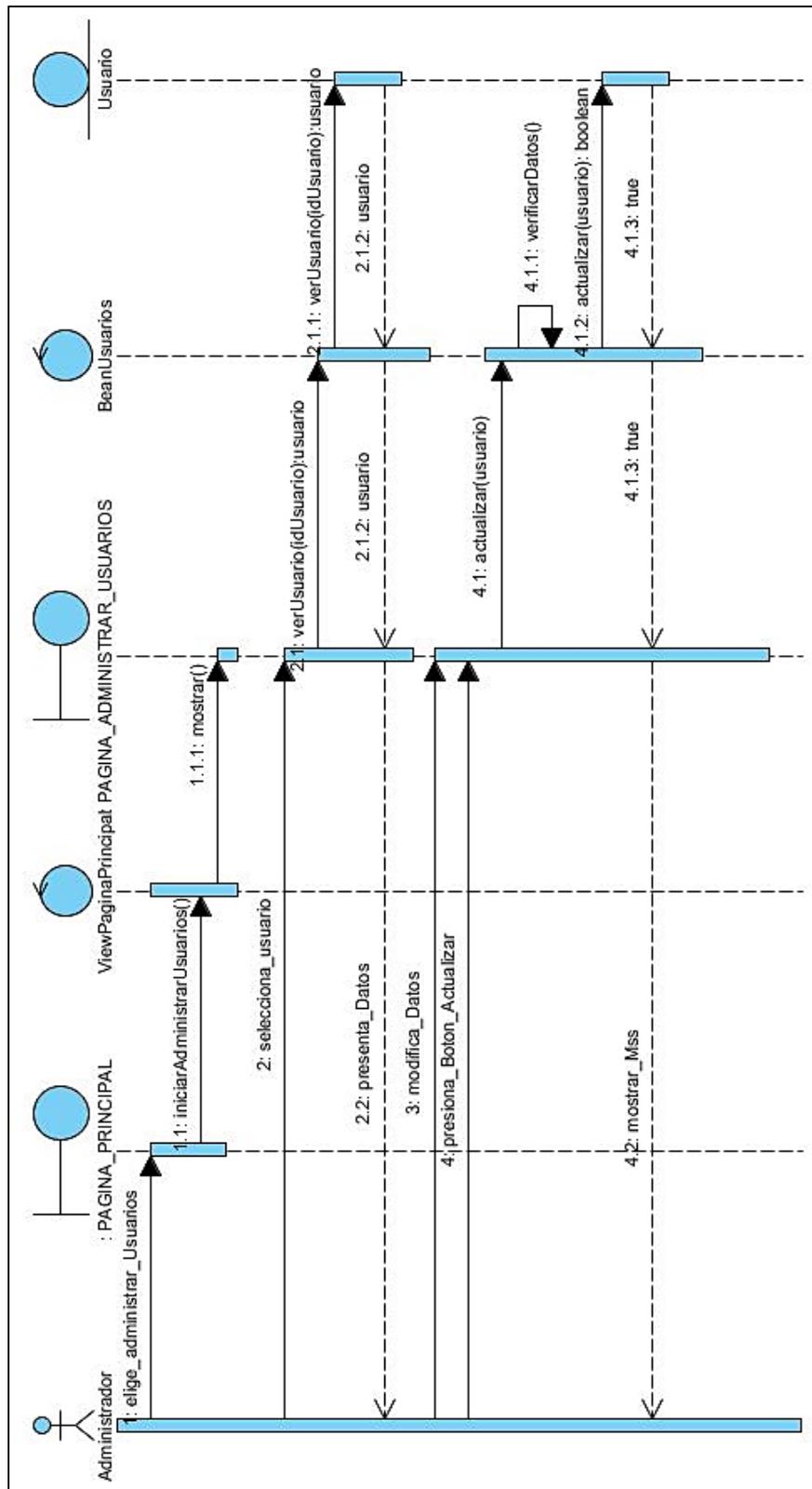
UC01: AUTENTICARSE.



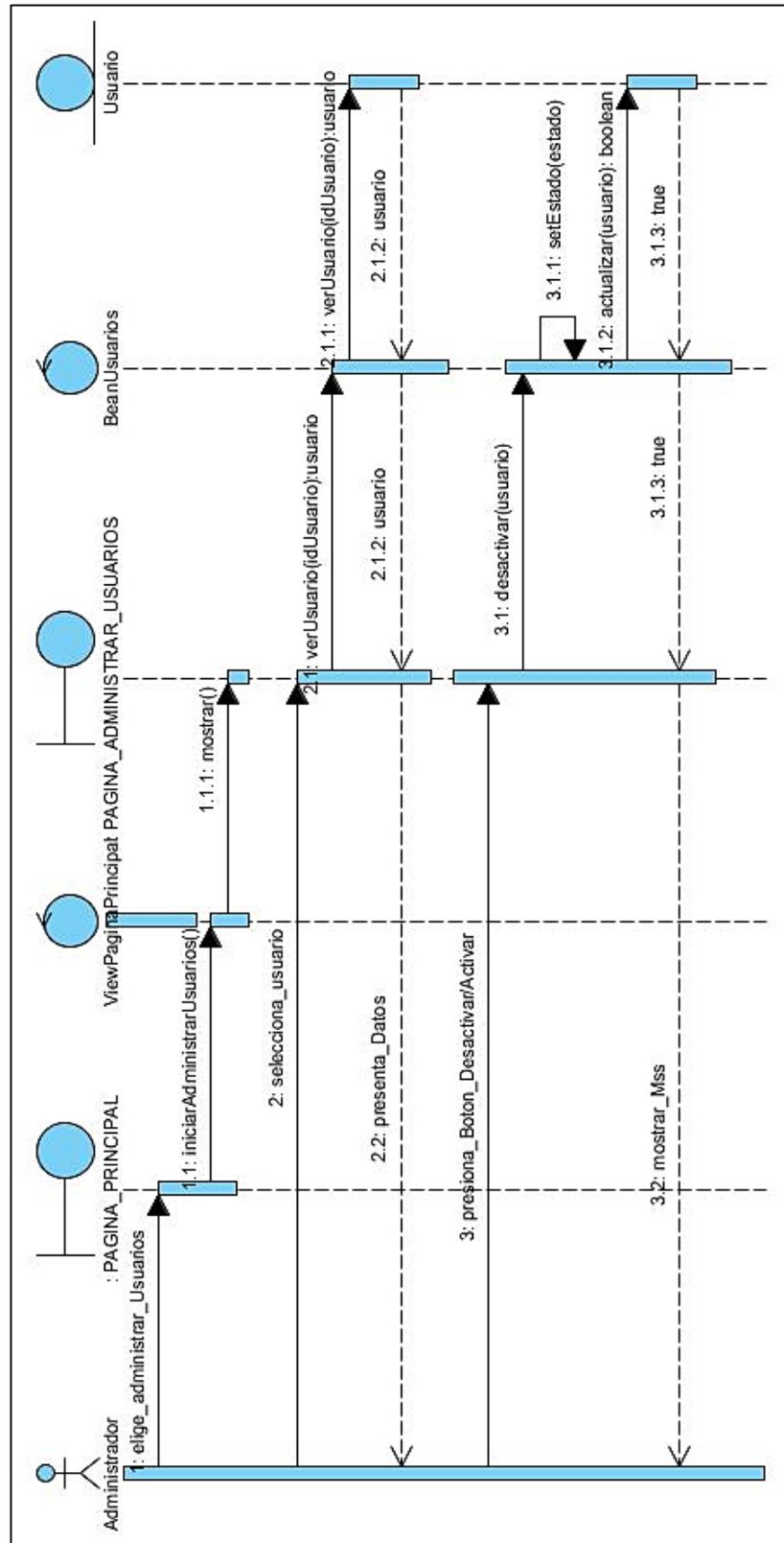
UC02: ADMINISTRAR USUARIOS.



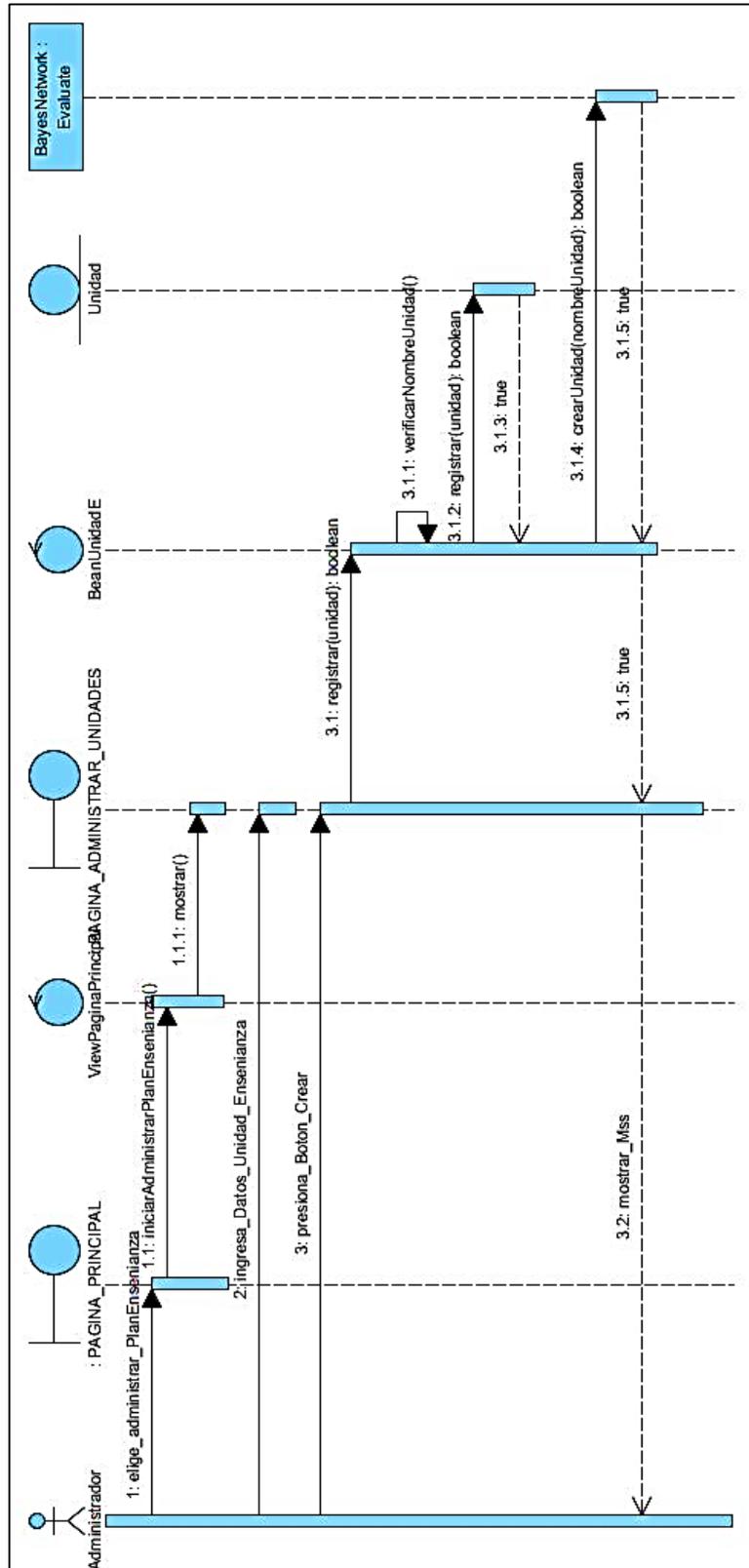
Sub flujo: Editar usuarios



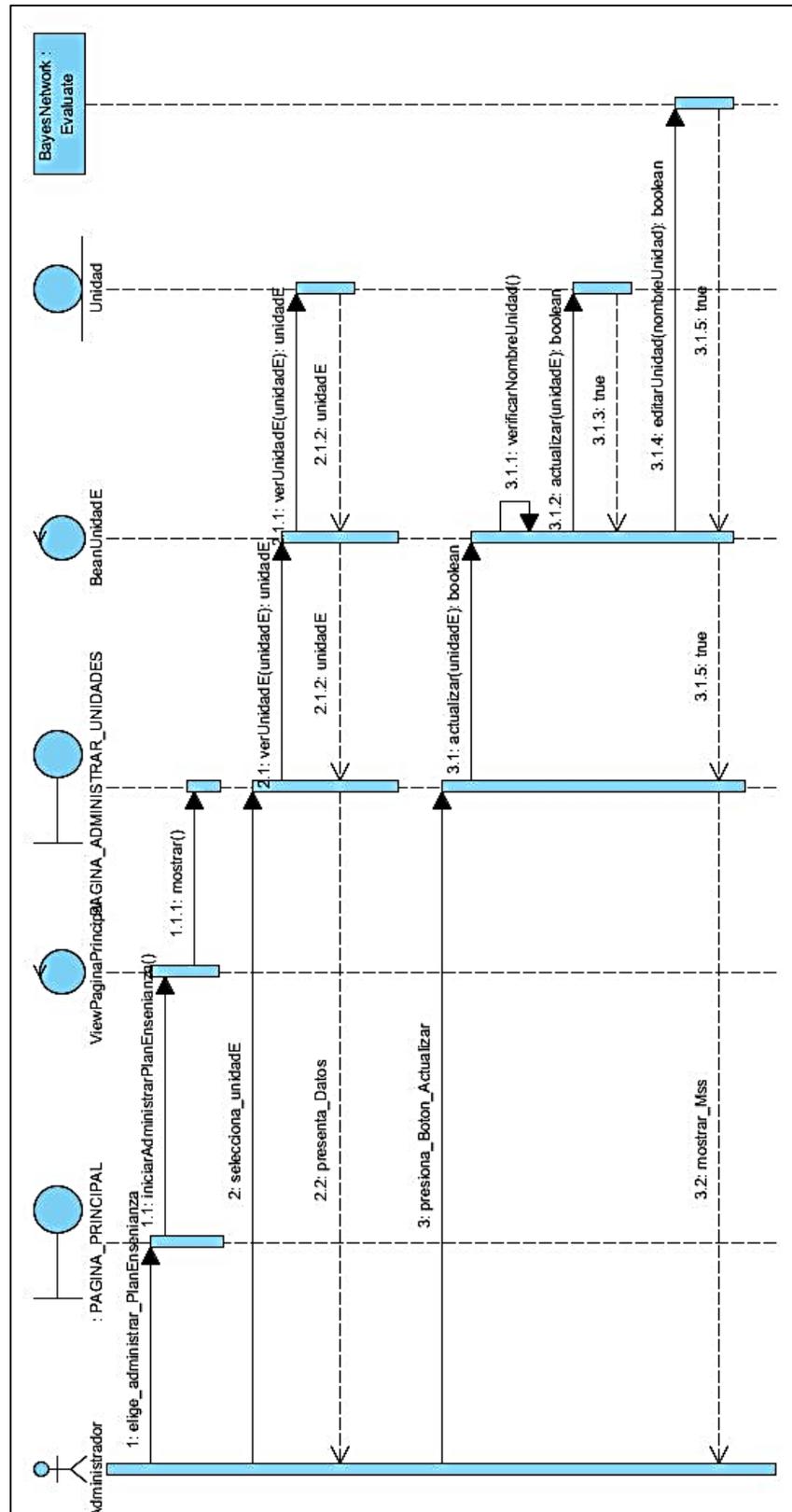
Flujo Alterno: Cambiar estado de un usuario



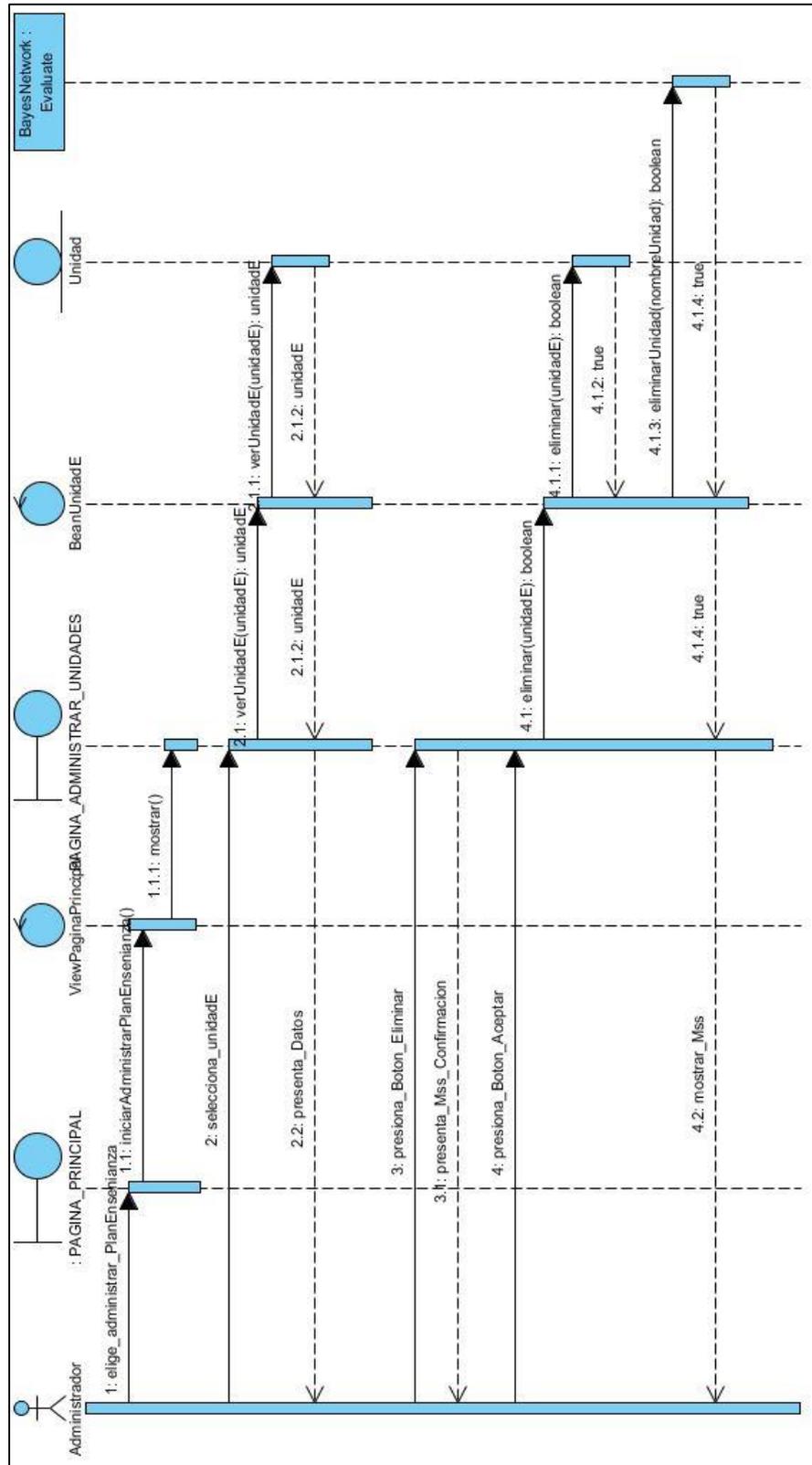
UC03: ADMINISTRAR PLAN DE ENSEÑANZA.



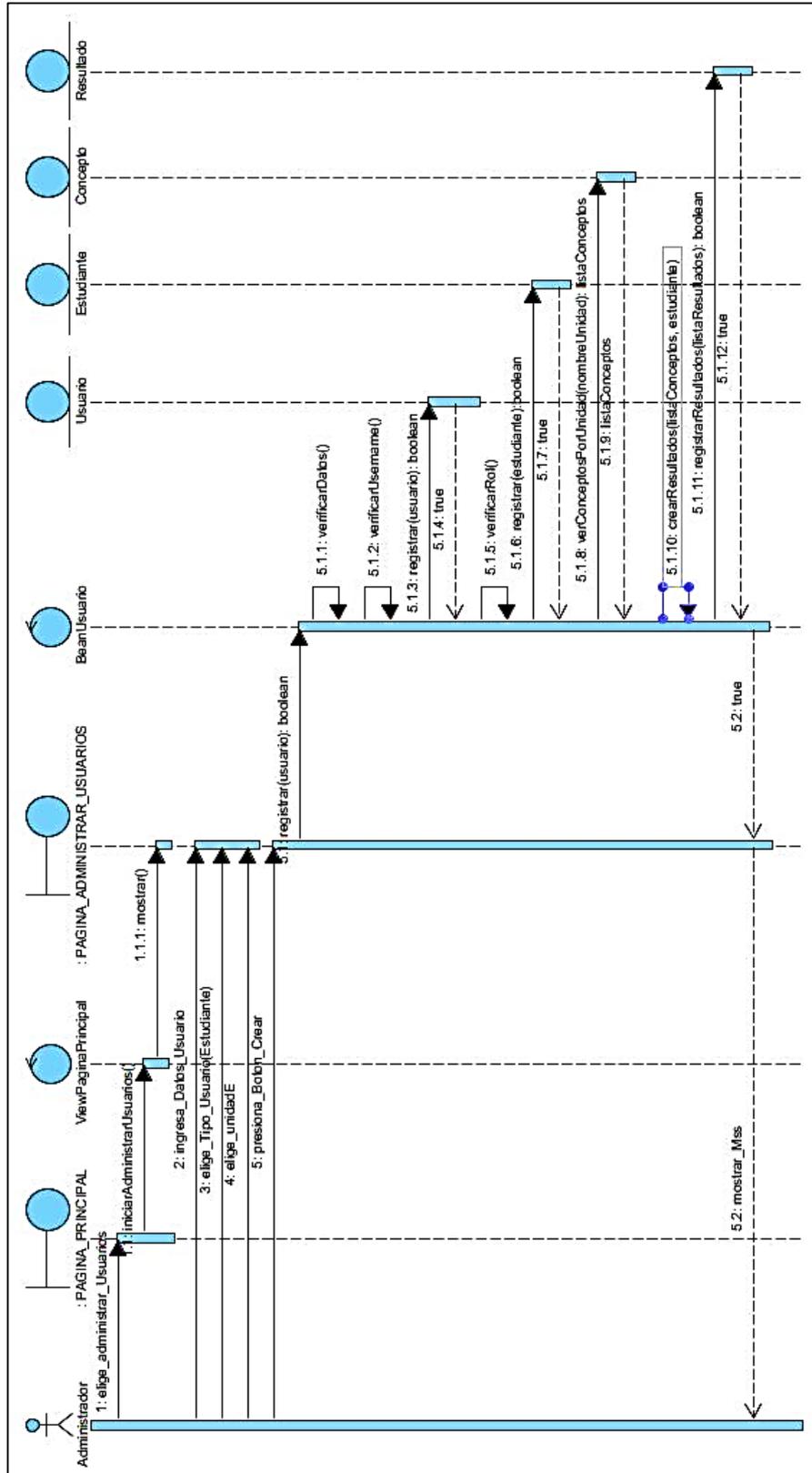
Sub flujo: Editar unidad de enseñanza



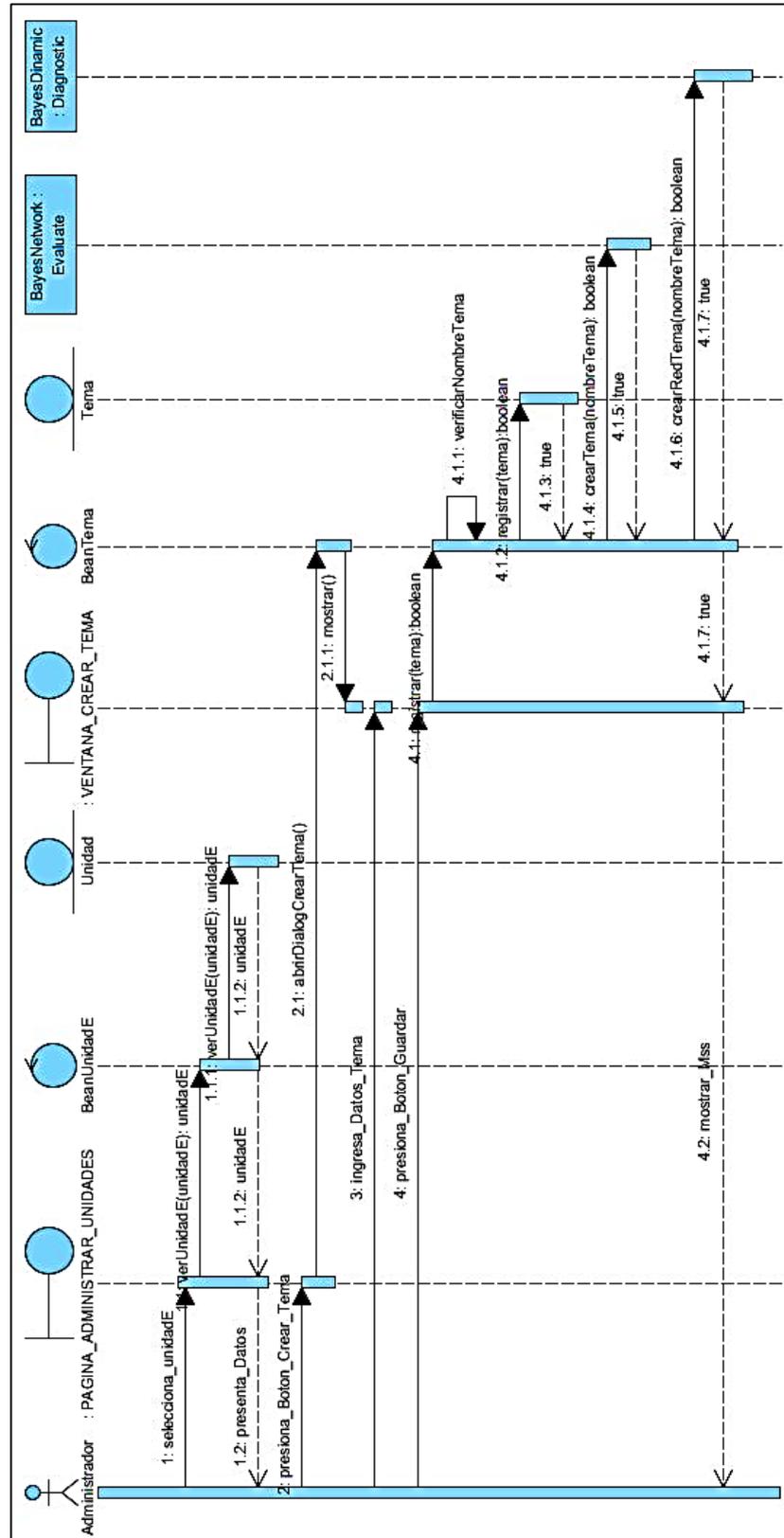
Flujo Alterno: Eliminar unidad de enseñanza



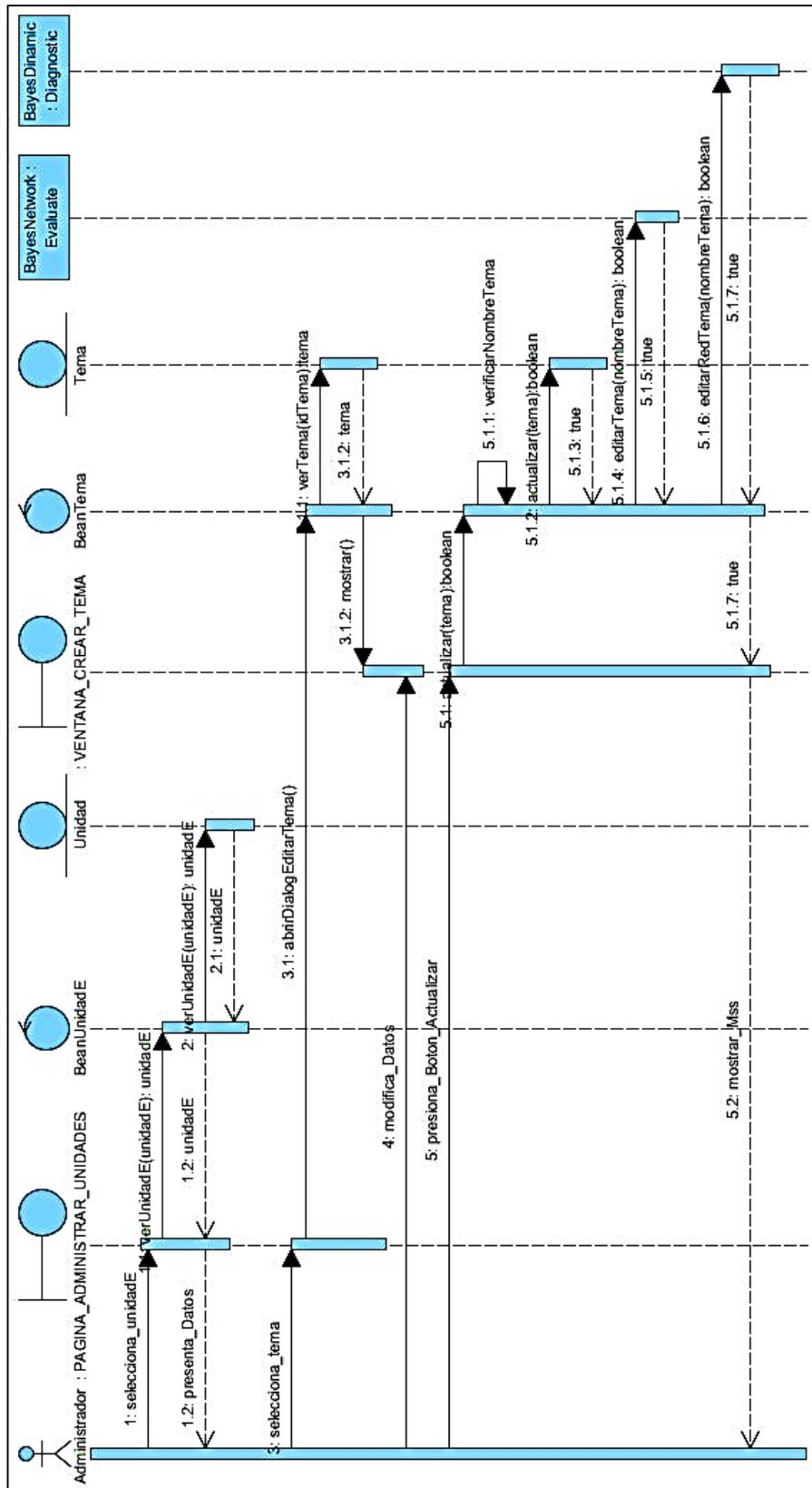
UC04: ASIGNAR ESTUDIANTES A PLAN DE ENSEÑANZA.



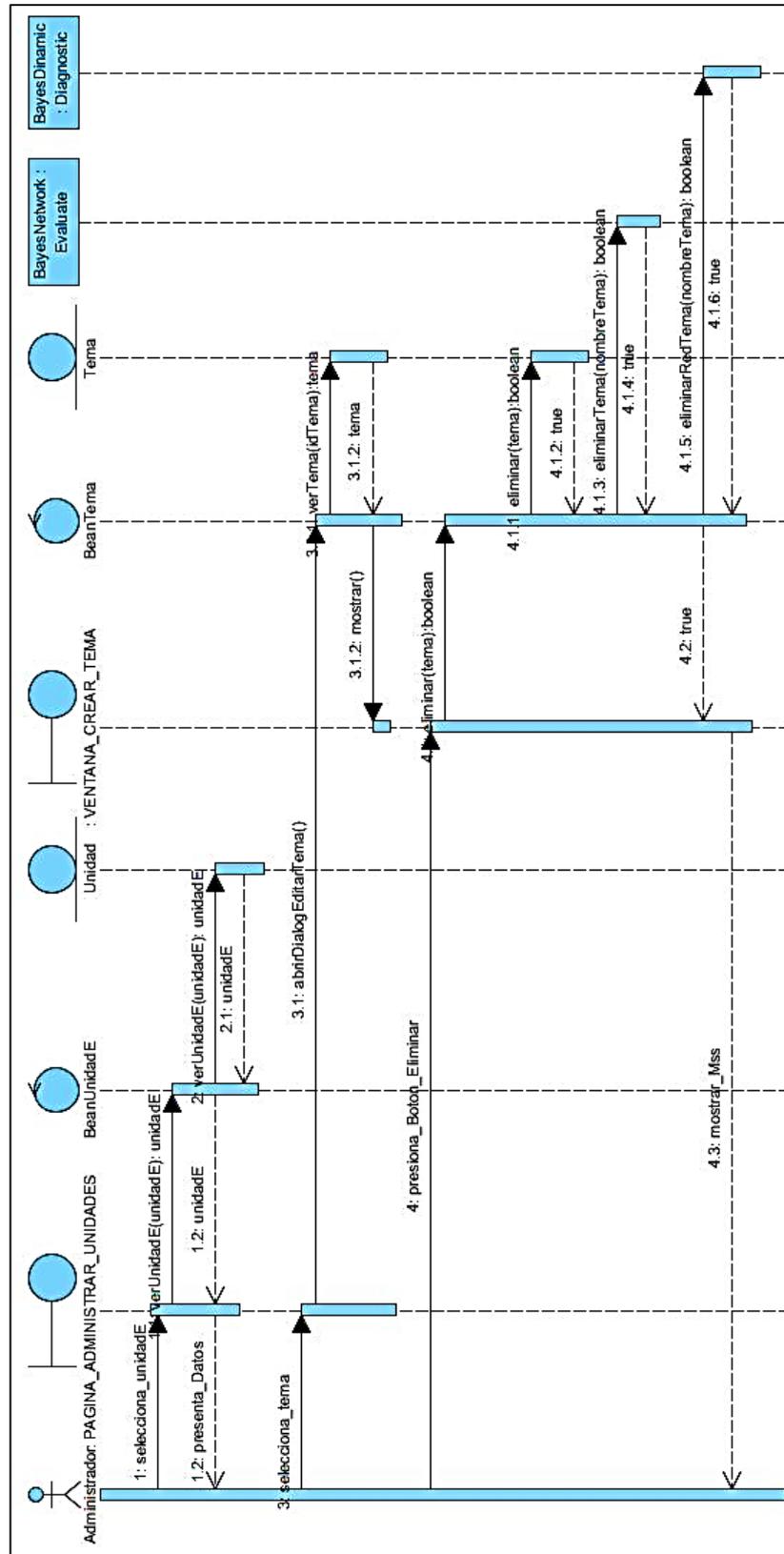
UC05: ADMINISTRAR TEMAS.



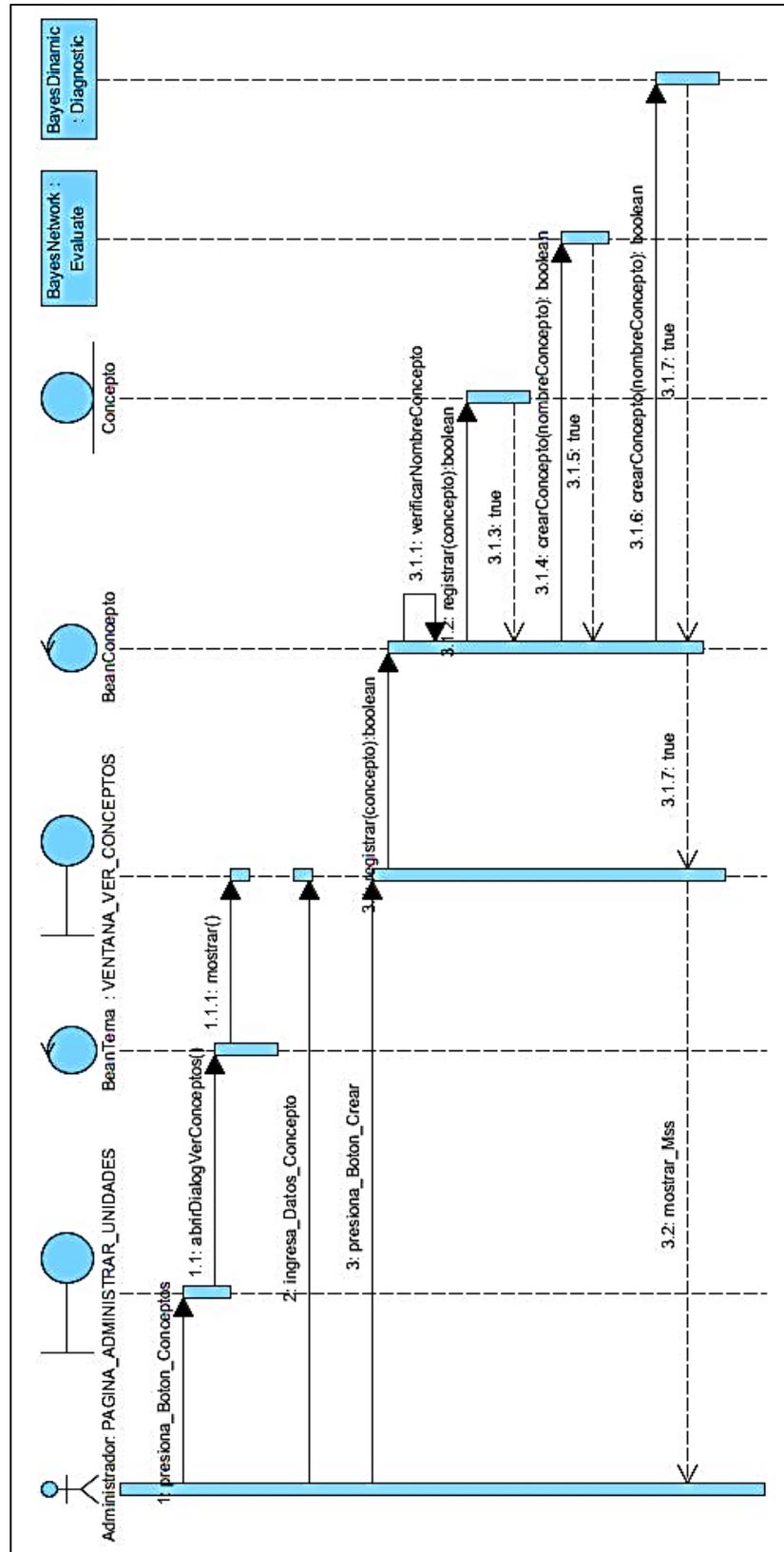
Sub flujo: Editar un tema



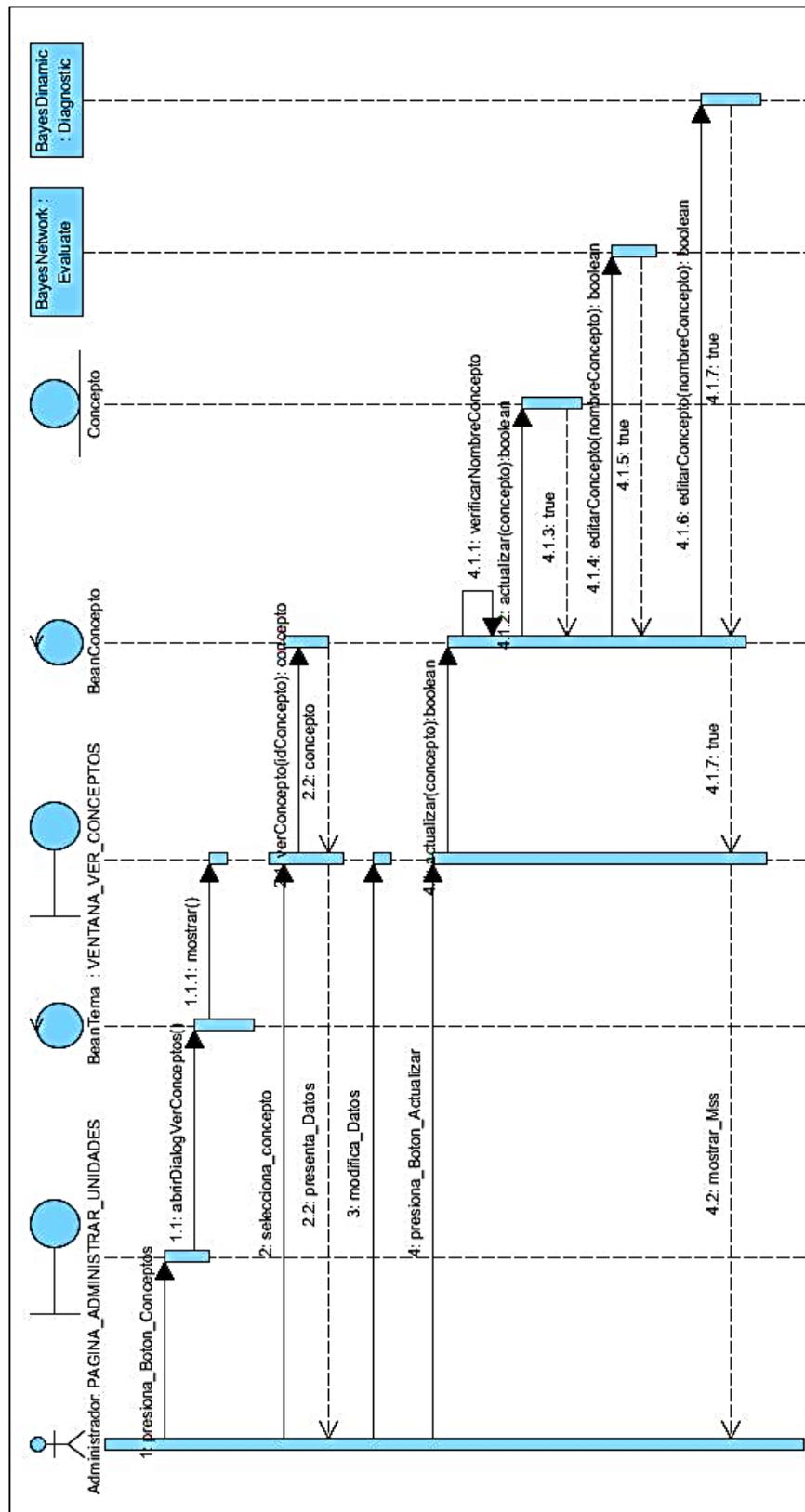
Flujo Alterno: Eliminar un tema



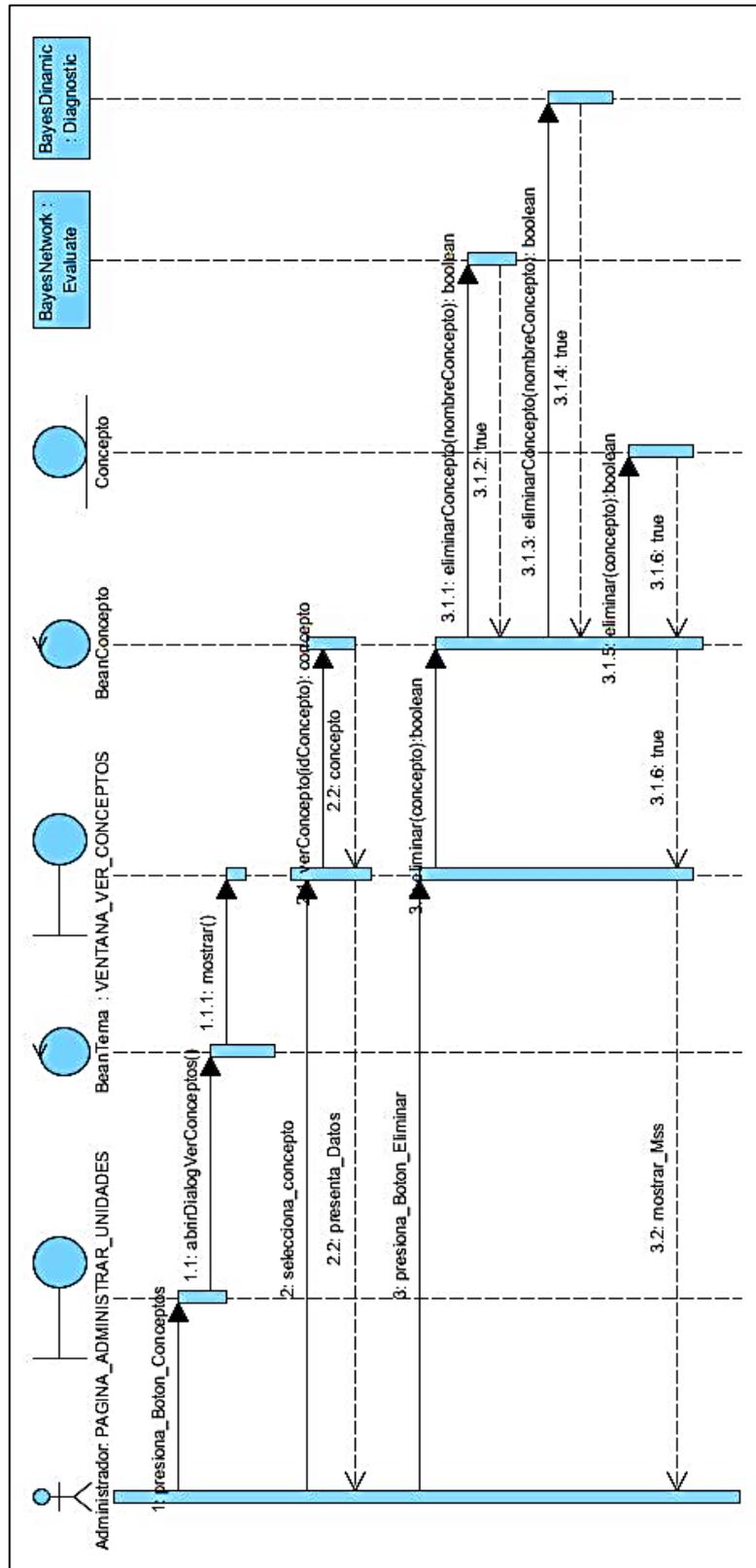
UC06: ADMINISTRAR CONCEPTOS.



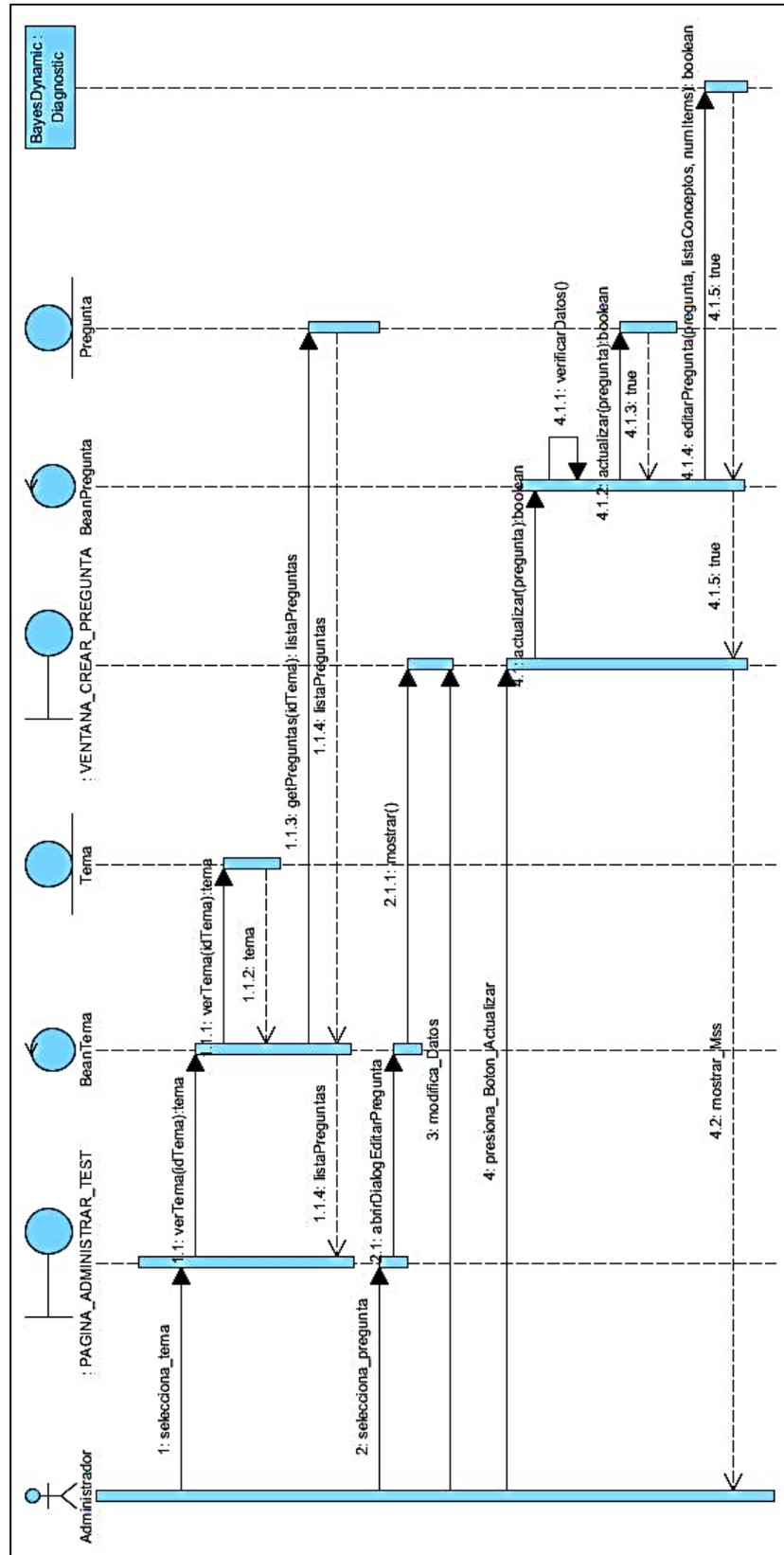
Sub flujo: Editar un concepto



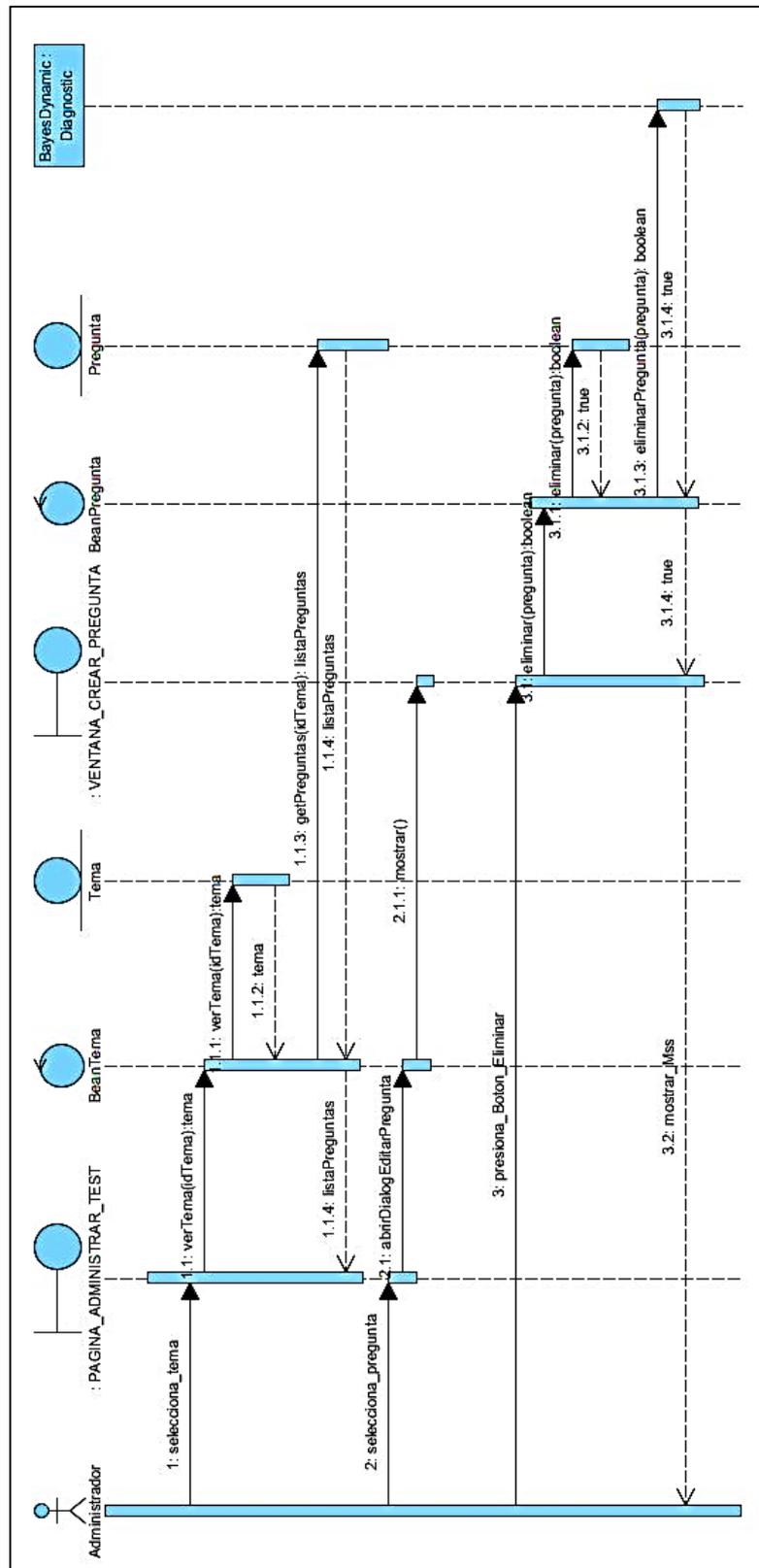
Flujo Alterno: Eliminar un concepto



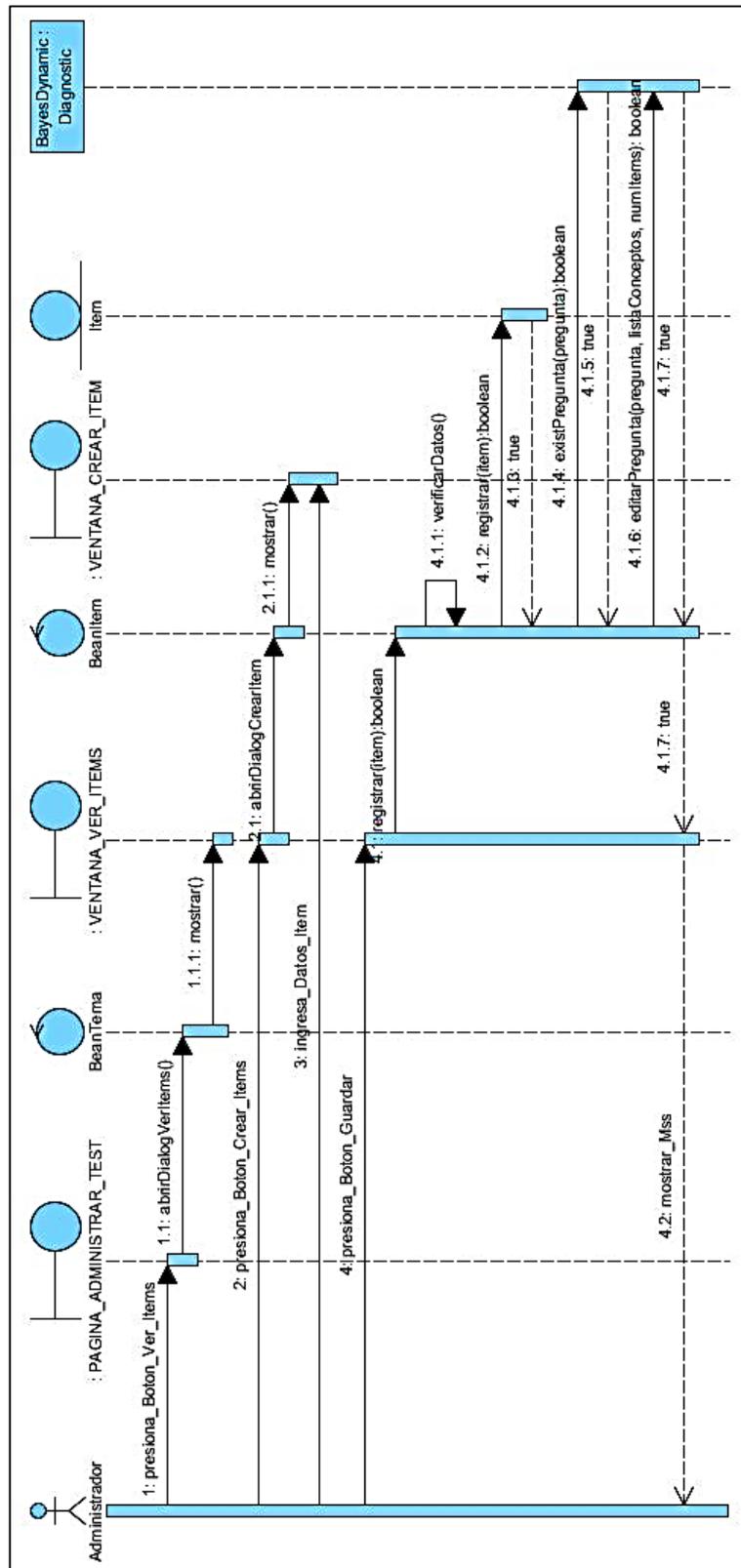
Sub flujo: Editar una pregunta



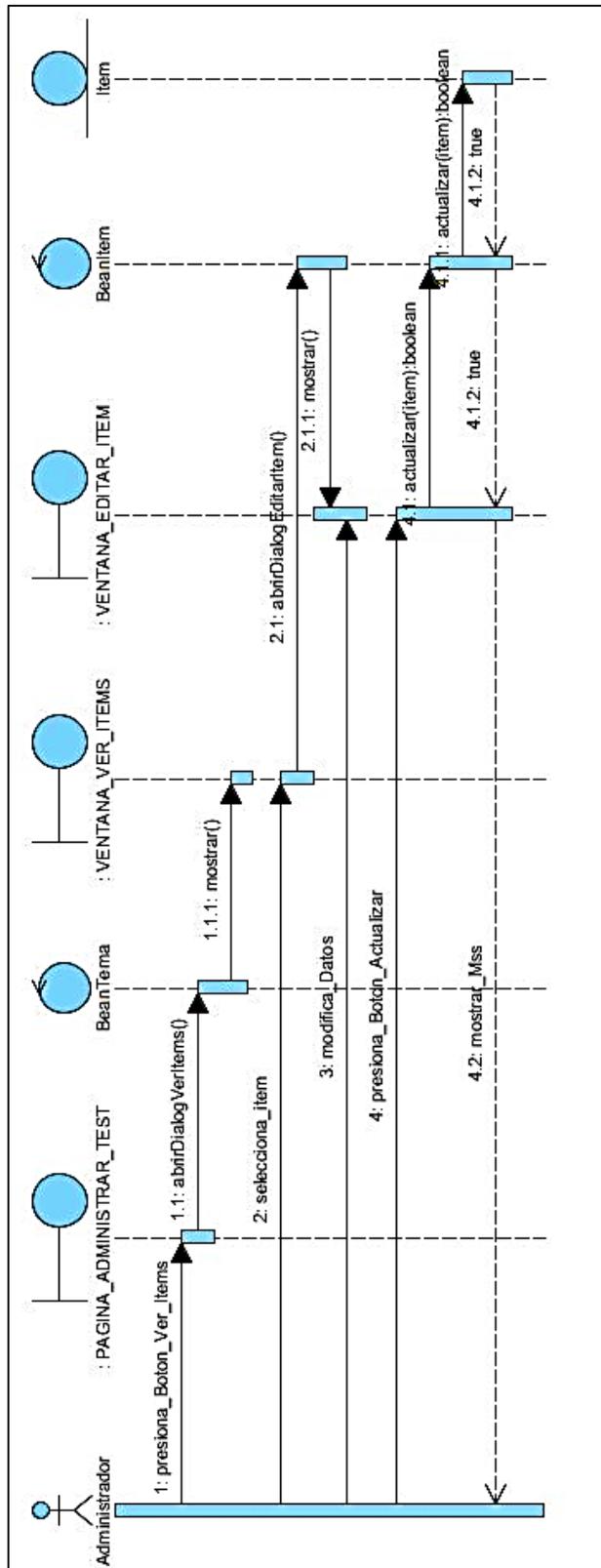
Flujo Alterno: Eliminar una pregunta



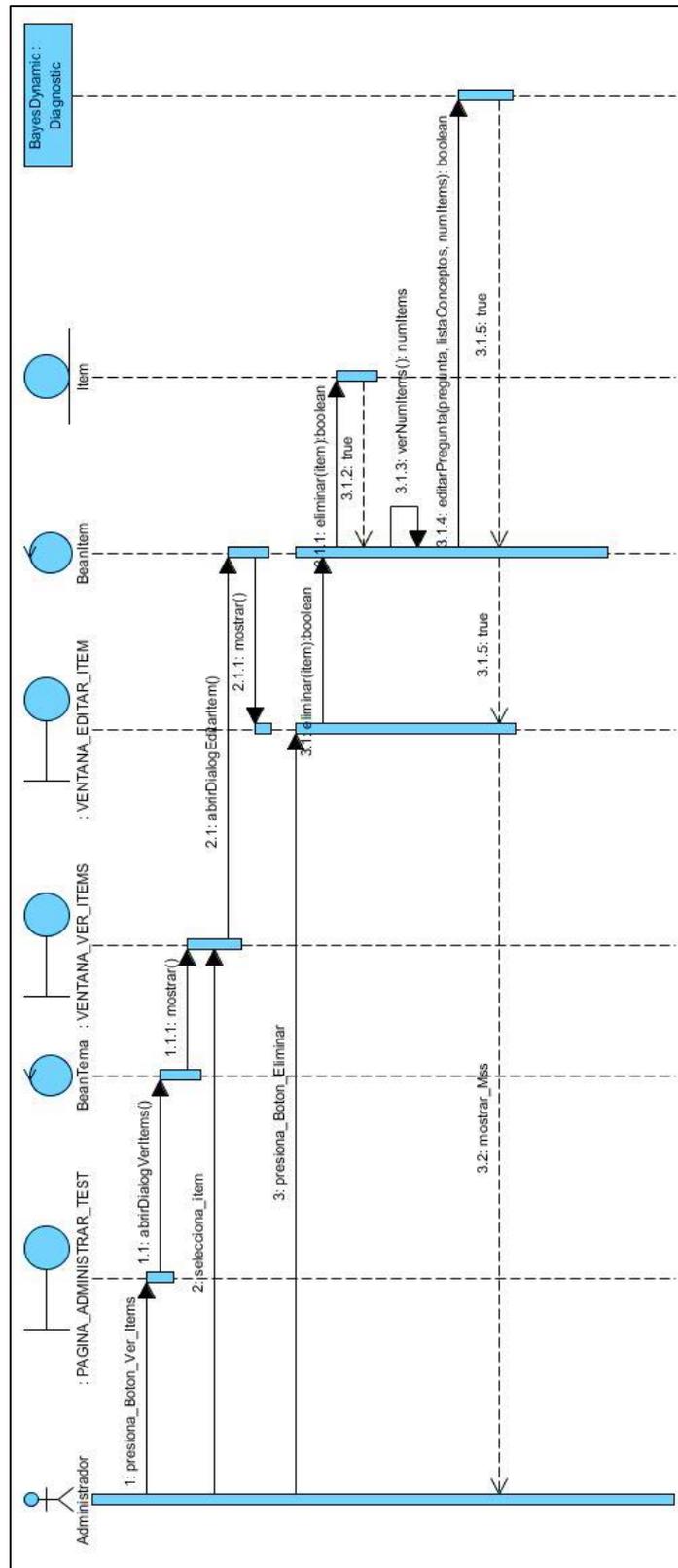
UC08: ADMINISTRAR ÍTEMS DE PREGUNTA.



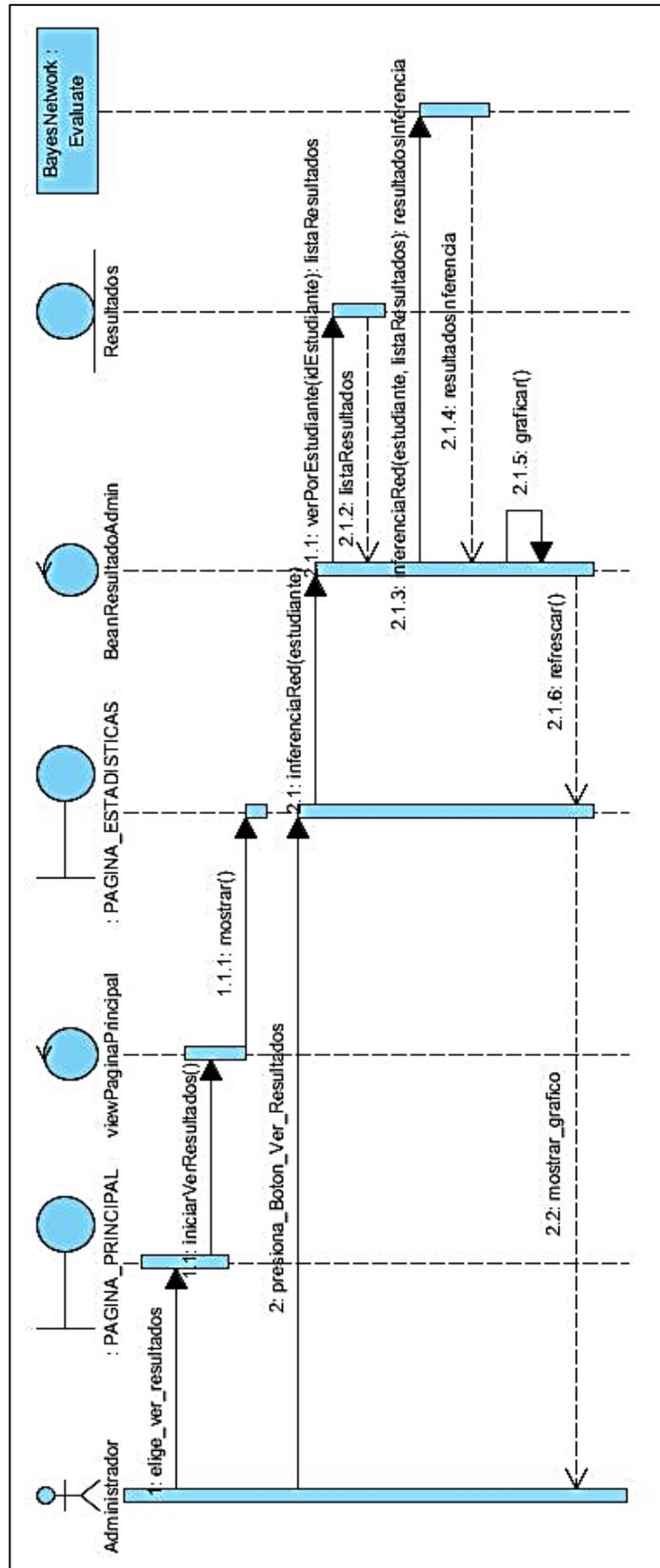
Sub flujo: Editar un ítem



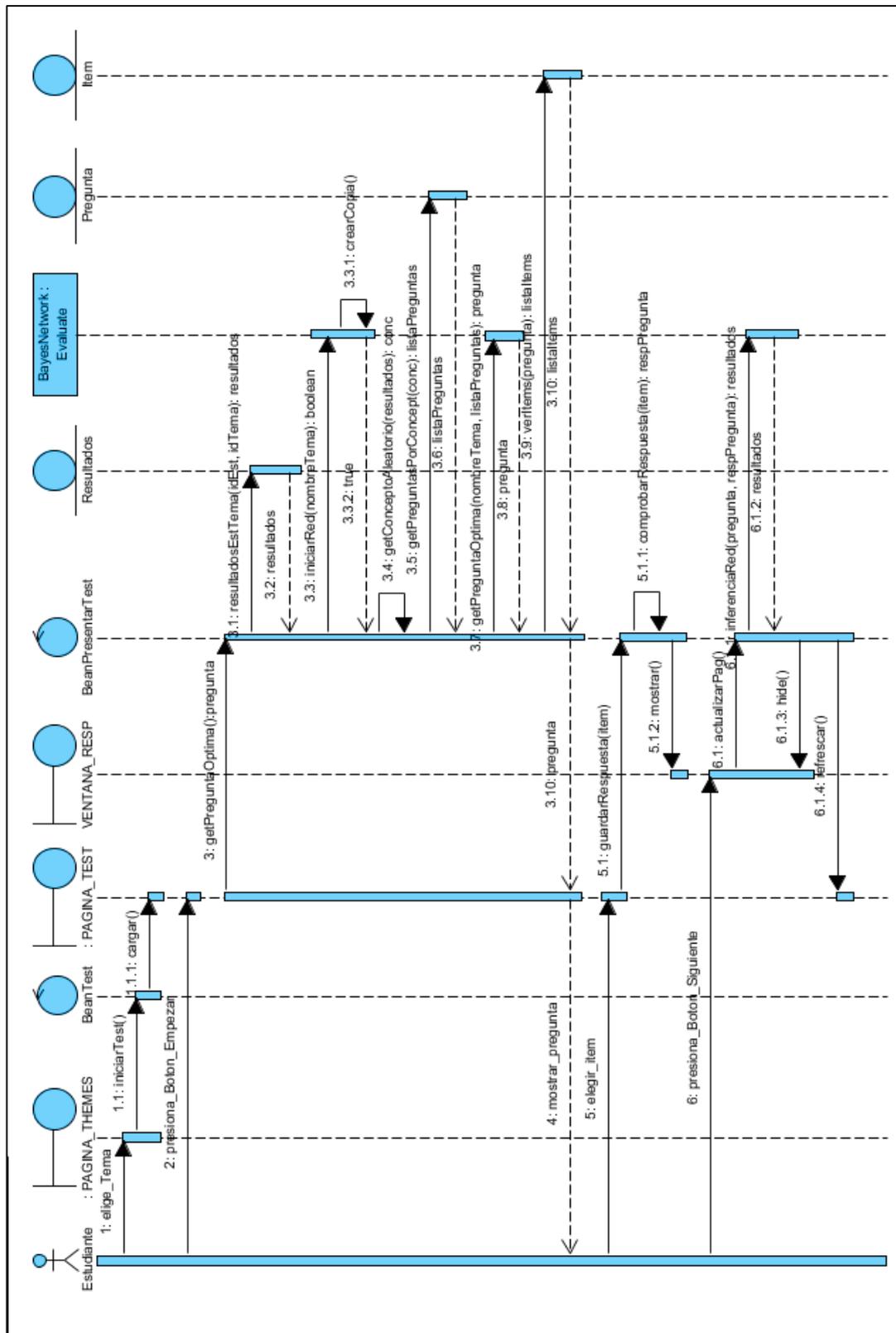
Flujo Alterno: Eliminar un ítem



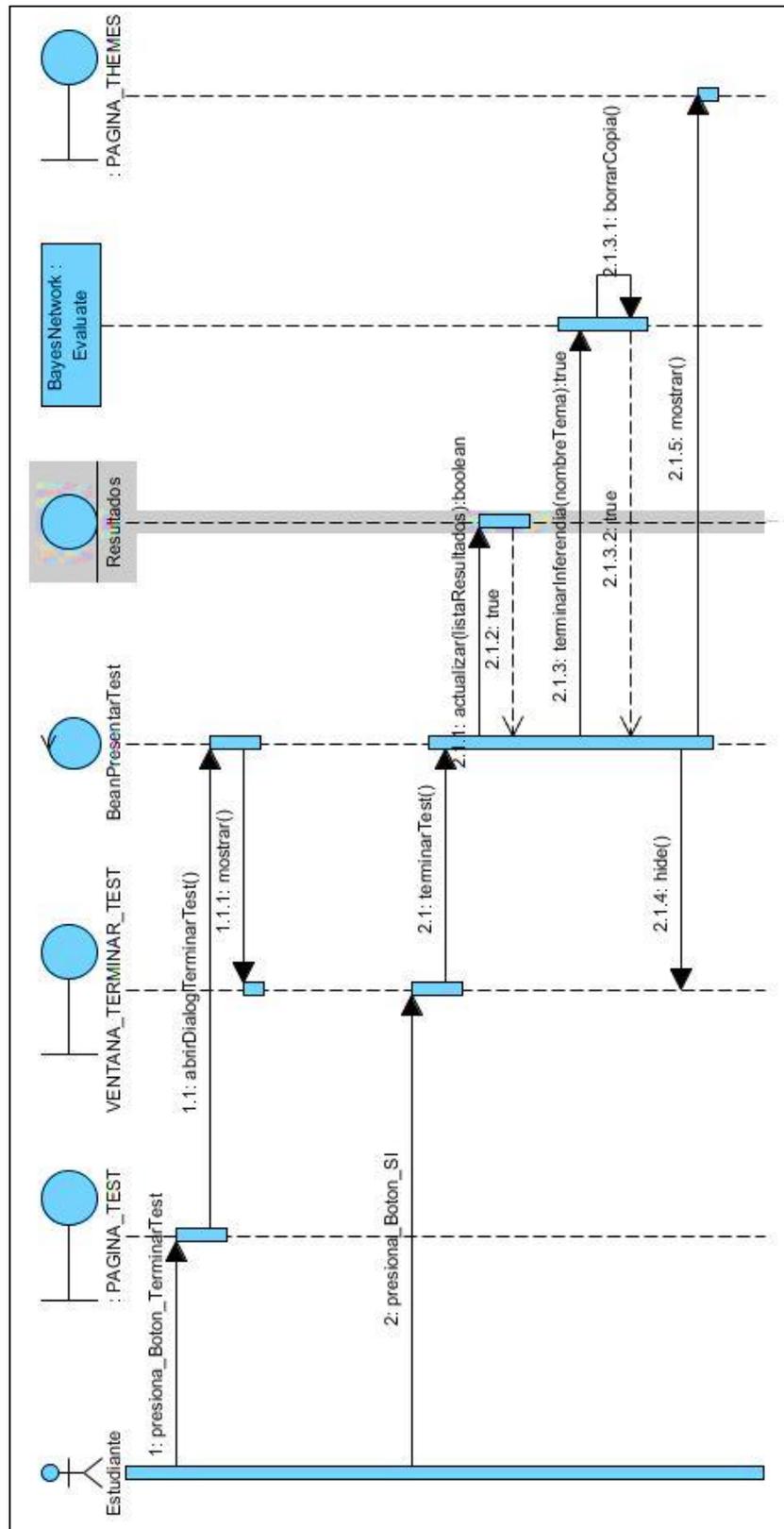
UC09: OBTENER LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES.



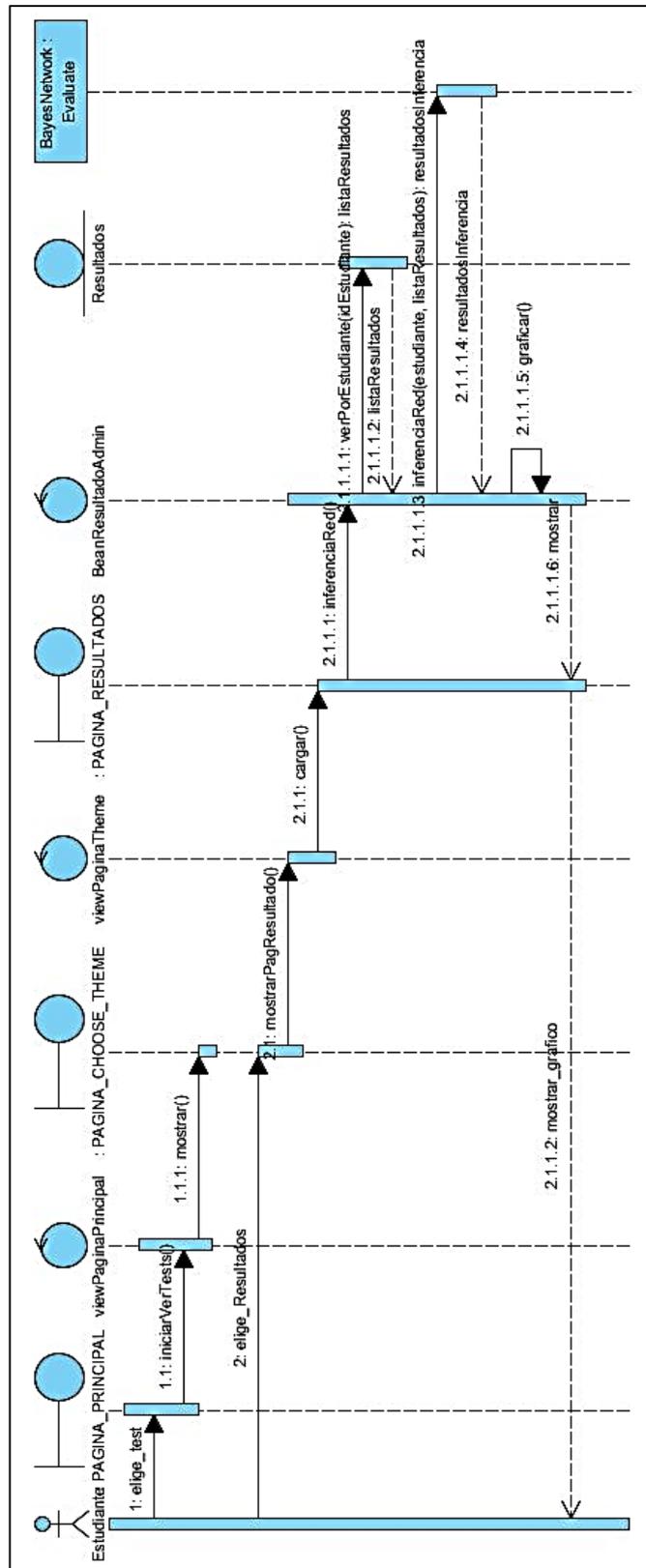
UC10: RESPONDER A TEST.



UC11: TERMINAR CONTESTACIÓN DE TEST.



UC12: OBTENER RESULTADOS DE LOS TEST.

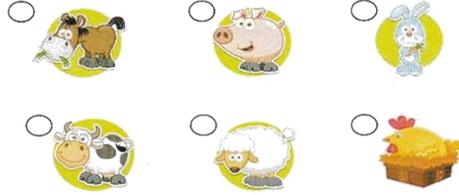


**ANEXO IV: FORMATO DE LA PRUEBA ESCRITA PARA
LOS NIÑOS DE LA ESCUELA ZOILA ALVARADO DE
JARAMILLO**

Name:

Farm animals

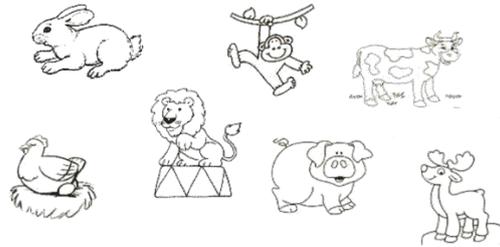
Escucha y colorea el círculo con el color indicado.



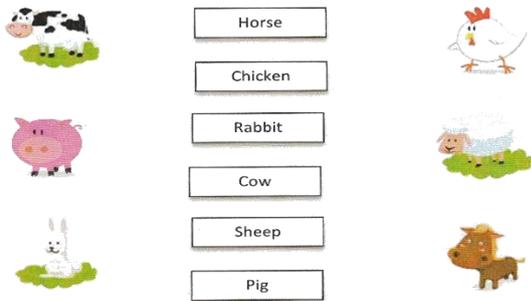
Escucha y encierra en un círculo el animal que se indique.



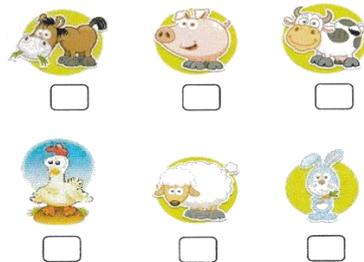
Colorea los animales de granja que veas.



Relaciona cada nombre con el animal



Pronuncia el concepto indicado en el dibujo.



Thank you. (^o^)/

**ANEXO V: FOTOGRAFÍAS DE LAS PRUEBAS EN LA
ESCUELA ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO**

Introducción a los conceptos



Niños respondiendo a la evaluación con la aplicación web SEEI.





**ANEXO VI: CAPTURAS DE PANTALLA DE LA
APLICACIÓN WEB SEEII**

Pantalla Logeo



Pantalla Principal (Administrador)



Pantalla Administración Unidad



Pantalla Administración del test

Administración de Test

Nombre Unidad: Unidad carga
Nombre Tema: TemaCarga1

Preguntas: [Crear Pregunta](#)

NOMBRE TEMA	NOMBRE UNIDAD
Family	Unidad
TemaCarga1	Unidad carga
TemaCarga2	Unidad carga
TemaCarga3	Unidad carga
Farm Animals	Unidad Básica

ENUNCIADO	TIPO PREGUNTA	OPERACIONES
ENUNCIADO PREGUNTA 3	Hablar (Fácil)	Ver items
ENUNCIADO PREGUNTA 5	Escuchar y Hablar (Difícil)	Ver items
ENUNCIADO PREGUNTA 4	Hablar (Medio)	Ver items

[Eliminar Tema](#)

Pantalla Ver Resultados (Administrador)

Estadística Evaluación

Resultado en la Unidad: 22.570%

Resultado Conocimiento de temas

NOMBRE	Apellido	Operación
Rosmery	Anahi	Ver Resultados
Juan	carpio	Ver Resultados
Paty	Apellido	Ver Resultados
Estudiante	Testing	Ver Resultados
EstCarga	Prueba	Ver Resultados
EstCarga1	Prueba	Ver Resultados

Pantalla Principal (Estudiante)

Learning English

Home Test Entrenar

TEMAS

RESULTADOS A+

Choose a theme

FARM ANIMALS

Sistema de enseñanza Inglés por Katherine Ramón y Silvia Vacacala se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Pantalla Empezar Test



Pantalla evaluación



Pantalla Ver Resultados (Estudiante)



**ANEXO VII: RESPALDO DE PRUEBAS EN LA ESCUELA
ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO**

Loja, 08 de enero del 2016

Mg. SANDRA HURTADO MARTÍNEZ
DIRECTORA DE LA ESCUELA ZOILA ALVARADO DE JARAMILLO

CERTIFICA:

Que la señorita **KATHERINE IVANOVA RAMÓN CAMPOVERDE**, con CI: **1105206088**, tesista de la Universidad Nacional de Loja, carrera Ingeniería en Sistemas, realizó las pruebas de validación del trabajo de titulación: **Desarrollo de un sistema web utilizando redes bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo.**

Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la institución los días 6 y 8 de enero del 2016.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Evaluación de inglés con métodos tradicionales.
- Evaluación con el sistema SEEL.



Mg. Sandra Hurtado Martínez

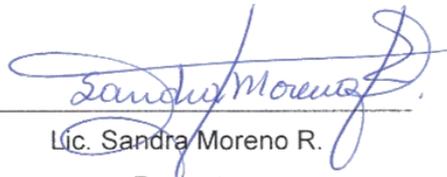
DIRECTORA



RESPALDO DE PRUEBAS REALIZADAS

Yo, Sandra Moreno Robles, con número de cédula 1102713375, en calidad de docente de la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo, certifico que se realizaron las pruebas de evaluación de inglés con métodos tradicionales y con la utilización del Sistema SEEII, en el paralelo a mi cargo, tales pruebas se llevaron a cabo en las instalaciones de la institución y estuvieron dirigidas por la tesista responsable.

Para constancia adjunto la firma correspondiente.



Lic. Sandra Moreno R.

Docente

ANEXO IX: LICENCIA CREATIVE COMMONS



© Desarrollo de un sistema web utilizando Redes Bayesianas para enseñanza del idioma inglés en la escuela Zoila Alvarado de Jaramillo by Ramón Campoverde Katherine Ivanova. Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.