



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Informática

## **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA REALIZAR CONSULTAS EN ÁLGEBRA RELACIONAL**

Por

**Sebastián Andrés Segovia Cordero**

Trabajo realizado para optar al Título de  
**INGENIERO CIVIL INFORMÁTICO**  
Prof. Guía: Eliana Paz Providel Godoy  
Marzo 2015

Certifico que he leído este documento y que, en mi opinión, es adecuado en ámbito y calidad como trabajo para optar al título de Ingeniero Civil en Informática.

---

Eliana Paz Providel Godoy Profesor Guía

Aprobado por la Escuela de Ingeniería Civil en Informática, UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO.

# Resumen

La Escuela de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso cuenta dentro de su malla curricular con una asignatura llamada Modelo de Datos. Ahí se imparten los fundamentos necesarios para entender lo que es una Base de Datos y sus clasificaciones, centrándose en Bases de Datos Relacionales. Cada concepto relacionado es impartido y ejercitado sin mayor dificultad, pero hay uno que muestra una falencia a la hora de ser impartido y estudiado por el alumno, básicamente por ser algo totalmente teórico y su complejidad para medir el grado de avance en los alumnos, el Álgebra Relacional.

En este Trabajo de Título se presenta un estudio a fondo de los conceptos relacionados al Modelo Relacional y al Álgebra Relacional, ambos necesarios para la formación de cualquier ingeniero en informática. Además se muestra el estado actual de las aplicaciones para trabajar y ejecutar consultas en Álgebra Relacional, los cuales presentan grandes falencias a la hora de ser utilizados, ya sea porque en su mayoría son aplicaciones de escritorio que dificultan el aprendizaje, por su bajo nivel de retroalimentación hacia el usuario, o simplemente porque el acceso a ellos se limita a tener la aplicación instalada en un computador. Bajo este escenario, se ha implementado una aplicación WEB capaz de ejecutar consultas en álgebra relacional, entregando una lista de bases de datos y ejercicios predefinidos con el fin de invitar a los alumnos a ejercitarse sus conocimientos en Álgebra Relacional, y además permitiendo al profesor estudiar cómo se comportan los alumnos al resolver problemas de Álgebra Relacional.

Cada objetivo definido y requerimiento analizado es en pos de mejorar el aprendizaje. Todos y cada uno de los objetivos y requerimientos son enfocados a las necesidades de la Escuela de Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso. Se ha realizado un extenso trabajo de análisis y diseño para este sistema. Cada modelo y vista diseñada son herramientas necesarias para crear un sistema de calidad. Desde la interfaz gráfica hasta el acceso a la base de datos, incluyendo la etapa de testing, todo ha sido confeccionado e implementado para entregar una mejor experiencia educativa del alumno y al profesor.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco Conceptual</b>	<b>4</b>
2.1. Terminología . . . . .	4
2.2. Modelo Relacional . . . . .	5
2.2.1. Definición de Relación . . . . .	6
2.2.2. Relaciones v/s Archivos . . . . .	8
2.2.3. Claves en las Relaciones . . . . .	8
2.2.4. Claves Foráneas en las Relaciones . . . . .	9
2.2.5. Reglas de Integridad . . . . .	11
2.2.6. Operaciones de Actualización . . . . .	12
2.3. Álgebra Relacional . . . . .	13
2.3.1. Selección . . . . .	15
2.3.2. Proyección . . . . .	17
2.3.3. Renombrar y Asignación de Relaciones . . . . .	18
2.3.4. Operaciones de la Teoría de Conjuntos . . . . .	20
2.3.5. Reunión . . . . .	24
2.3.6. División . . . . .	26
2.3.7. Funciones Agregadas y de Agrupación . . . . .	27
2.3.8. Reunión Externa . . . . .	29
2.4. Traducción de Álgebra Relacional a SQL . . . . .	31
2.5. Aplicaciones Existentes . . . . .	33
2.5.1. Comparación entre Herramientas Existentes . . . . .	36
2.6. Trabajos Existentes . . . . .	38
2.7. Álgebra Relacional en la Universidad de Valparaíso . . . . .	42
<b>3. Problema</b>	<b>44</b>
3.1. Definición del Problema . . . . .	44

3.1.1.	Problema . . . . .	44
3.1.2.	Solución Propuesta . . . . .	45
3.1.3.	Importancia del trabajo . . . . .	45
3.2.	Objetivos . . . . .	46
3.2.1.	Objetivo General . . . . .	46
3.2.2.	Objetivos Específicos . . . . .	46
<b>4.</b>	<b>Ánalysis</b>	<b>48</b>
4.1.	Especificación de Requerimientos . . . . .	48
4.1.1.	Requerimientos Funcionales . . . . .	48
4.1.2.	Requerimientos No Funcionales . . . . .	48
4.2.	Actores del Sistema . . . . .	49
4.3.	Funciones del Sistema . . . . .	51
4.4.	Casos de Usos . . . . .	51
4.4.1.	Modelo de Casos de Usos . . . . .	52
4.4.2.	Casos de Usos Extendidos . . . . .	52
4.5.	Modelo Conceptual . . . . .	53
<b>5.</b>	<b>Diseño</b>	<b>54</b>
5.1.	Diseño Arquitectónico . . . . .	54
5.1.1.	Modelo de Capas . . . . .	55
5.1.2.	Vista de Módulos . . . . .	55
5.1.3.	Vista de Componentes . . . . .	58
5.2.	Diseño Interfaz . . . . .	63
5.2.1.	Interfaces de Usuario . . . . .	63
5.2.2.	Esquema de Navegación . . . . .	63
5.3.	Diseño Lógico . . . . .	65
5.3.1.	Casos de Usos Reales . . . . .	65
5.3.2.	Diagrama de Clases . . . . .	65
5.4.	Diseño de Datos . . . . .	70
5.4.1.	Modelo Entidad/Relación . . . . .	70
5.4.2.	Modelo de Datos . . . . .	72
5.4.3.	Diccionario de Datos . . . . .	73
5.5.	Diseño de Pruebas . . . . .	73
5.5.1.	Usuarios de Pruebas . . . . .	73
5.5.2.	Pruebas Unitarias . . . . .	74
5.5.3.	Pruebas de Integración . . . . .	77
5.5.4.	Pruebas de Sistema . . . . .	79
5.5.5.	Pruebas de Aceptación . . . . .	80
5.5.6.	Pruebas de Usabilidad . . . . .	82

5.5.7. Pruebas de Estrés . . . . .	84
5.5.8. Pruebas de Seguridad . . . . .	84
<b>6. Implementación . . . . .</b>	<b>85</b>
6.1. Herramientas de Desarrollo . . . . .	85
6.1.1. Hardware de Desarrollo . . . . .	85
6.1.2. Lenguajes de Programación . . . . .	86
6.1.3. Gramática del Lenguaje de Álgebra Relacional . . . . .	86
6.1.4. Interfaz y Presentación . . . . .	87
6.1.5. Almacenamiento de Datos . . . . .	88
6.2. Herramientas . . . . .	89
6.3. Interfaz del Sistema . . . . .	89
<b>7. Pruebas . . . . .</b>	<b>90</b>
7.1. Pruebas Unitarias . . . . .	91
7.1.1. Análisis de Resultados . . . . .	91
7.2. Pruebas Integración . . . . .	91
7.2.1. Análisis de Resultados . . . . .	92
7.3. Pruebas de Sistema . . . . .	92
7.3.1. Análisis de Resultados . . . . .	92
7.4. Pruebas de Aceptación . . . . .	93
7.4.1. Análisis de Resultados . . . . .	93
7.5. Pruebas de Usabilidad . . . . .	95
7.5.1. Análisis de Resultados . . . . .	95
7.6. Pruebas de Estrés . . . . .	96
7.6.1. Análisis de Resultados . . . . .	97
7.7. Pruebas de Seguridad . . . . .	98
7.7.1. SQL Inyección . . . . .	98
7.7.2. Acceso por URL . . . . .	98
<b>8. Implantación . . . . .</b>	<b>100</b>
8.1. Infraestructura . . . . .	100
8.2. Actividades Previas a la Implantación . . . . .	101
8.2.1. Configuración del Motor de Base de Datos . . . . .	101
8.3. Actividades para la Implantación . . . . .	101
8.3.1. Instalación del Sistema en el Servidor de Aplicaciones . . . . .	101
8.4. Actividades Posteriores a la Implantación . . . . .	102
<b>9. Conclusiones . . . . .</b>	<b>103</b>
9.1. Trabajos Futuros . . . . .	104

<b>A. Casos de Usos Extendidos</b>	<b>105</b>
<b>B. Interfaces de Usuario</b>	<b>165</b>
<b>C. Casos de Usos Reales</b>	<b>171</b>
<b>D. Diccionario de Datos</b>	<b>217</b>
<b>E. Interfaz del Sistema</b>	<b>221</b>
<b>F. Pruebas</b>	<b>231</b>
F.1. Pruebas Unitarias . . . . .	231
F.2. Pruebas de Integración . . . . .	242
F.3. Pruebas de Sistemas . . . . .	248
F.4. Pruebas de Aceptación . . . . .	250
F.5. Pruebas de Usabilidad . . . . .	260
F.6. Pruebas de Estrés . . . . .	264
<b>G. Manual de Usuario</b>	<b>266</b>
G.1. Página de Inicio . . . . .	266
G.1.1. Registrarse . . . . .	267
G.1.2. Login . . . . .	271
G.2. Home . . . . .	272
G.2.1. Vista Profesor . . . . .	272
G.2.2. Vista Alumno . . . . .	274
G.3. Gestionar Usuarios . . . . .	277
G.3.1. Crear Cuenta . . . . .	277
G.3.2. Eliminar Cuenta . . . . .	281
G.3.3. Modificar Cuenta . . . . .	285
G.4. Gestionar Bases de Datos . . . . .	289
G.4.1. Crear Base de Datos . . . . .	289
G.4.2. Eliminar Base de Datos . . . . .	292
G.4.3. Modificar Base de Datos . . . . .	295
G.4.4. Cargar Base de Datos . . . . .	298
G.5. Gestionar Relaciones . . . . .	303
G.5.1. Agregar Relación . . . . .	303
G.5.2. Eliminar Relación . . . . .	306
G.5.3. Modificar Relación . . . . .	310
G.6. Gestionar Tuplas . . . . .	316
G.6.1. Ver Relación . . . . .	316
G.6.2. Agregar Tupla . . . . .	320

G.6.3. Eliminar Tupla . . . . .	323
G.6.4. Modificar Tupla . . . . .	325
G.7. Gestionar Ejercicios . . . . .	328
G.7.1. Gestión de Ejercicios . . . . .	329
G.7.2. Responder Ejercicios . . . . .	336
G.7.3. Obtener Calificación . . . . .	341
G.8. Hacer Consulta . . . . .	344
G.9. Ver Estadísticas . . . . .	349
G.10. Modificar Cuenta Propia . . . . .	354
<b>Bibliografía</b>	<b>360</b>

# Índice de tablas

2.1.	Esquema y extensión de <i>EDIFICIOS_EMP</i> . . . . .	15
2.2.	Esquema y extensión de <i>DESPACHOS</i> . . . . .	15
2.3.	Esquema y extensión de <i>EMPLEADOS_ADM</i> . . . . .	15
2.4.	Esquema y extensión de <i>EMPLEADOS_PROD</i> . . . . .	15
2.5.	Restultado gráfico de una selección . . . . .	17
2.6.	Restultado gráfico de una proyección. . . . .	18
2.7.	Resultado gráfico de una selección y una proyección anidadas. . . . .	20
2.8.	Resultado gráfico de una unión. . . . .	22
2.9.	Resultado gráfico de una intersección. . . . .	22
2.10.	Resultado gráfico de una diferencia. . . . .	23
2.11.	Restultado gráfico de un producto cartesiano. . . . .	24
2.12.	Restultado gráfico de una reunión. . . . .	25
2.13.	Restultado gráfico de una reunión natural. . . . .	26
2.14.	Relaciones <i>EDIFICIOS_EMPLEADOS</i> Y <i>EDIFICIOS_EMP</i> . . . . .	27
2.15.	Resultado de una división. . . . .	27
2.16.	Resultado de una suma con agrupación de atributos. . . . .	28
2.17.	Resultado de una suma sin agrupación de atributos. . . . .	29
2.18.	Resultado de una reunión externa izquierda. . . . .	30
2.19.	Resultado de una reunión externa derecha. . . . .	30
2.20.	Resultado de una reunión externa completa. . . . .	31
2.21.	Traducción de Álgebra Relacional a SQL. . . . .	33
2.22.	Tabla Comparativa entre Aplicaciones. . . . .	38
4.1.	Requerimientos funcionales del sistema. . . . .	49
4.2.	Requerimientos no funcionales del sistema. . . . .	49
4.3.	Nivel de conocimiento de los usuarios. . . . .	50
4.4.	Usuarios del sistema. . . . .	50
4.5.	Funciones del Sistema. . . . .	51
5.1.	Pruebas Unitarias (1/3). . . . .	75
5.2.	Pruebas Unitarias (2/3). . . . .	76

5.3.	Pruebas Unitarias (3/3). . . . .	77
5.4.	Plantilla Pruebas Unitarias. . . . .	77
5.5.	Plantilla Pruebas de Integración. . . . .	78
5.6.	Plantilla Pruebas de Sistema. . . . .	79
5.7.	Tareas Perfil Alumno . . . . .	80
5.8.	Tareas Perfil Profesor . . . . .	81
5.9.	Parámetros de Evaluación. . . . .	82
5.10.	Formulario de Aceptación. . . . .	82
5.11.	Formulario de Usabilidad. . . . .	83
6.1.	Tabla comparativa entre Sistemas Gestores de Base de Datos. . . . .	88
A.1.	Lista de Casos de Usos. . . . .	106
A.2.	Caso de Uso Extendido - Ir Inicio. . . . .	107
A.3.	Caso de Uso Extendido - Iniciar Sesión. . . . .	109
A.4.	Caso de Uso Extendido - Sesión Profesor. . . . .	111
A.5.	Caso de Uso Extendido - Gestionar Cuentas. . . . .	113
A.6.	Caso de Uso Extendido - Crear Cuenta Alumno. . . . .	115
A.7.	Caso de Uso Extendido - Eliminar Cuenta. . . . .	117
A.8.	Caso de Uso Extendido - Modificar Cuenta. . . . .	119
A.9.	Caso de Uso Extendido - Gestionar BD. . . . .	121
A.10.	Caso de Uso Extendido - Crear BD. . . . .	123
A.11.	Caso de Uso Extendido - Eliminar BD. . . . .	125
A.12.	Caso de Uso Extendido - Modificar BD. . . . .	127
A.13.	Caso de Uso Extendido - Cargar BD. . . . .	129
A.14.	Caso de Uso Extendido - Gestionar Ejercicios. . . . .	131
A.15.	Caso de Uso Extendido - Crear Ejercicios. . . . .	133
A.16.	Caso de Uso Extendido - Eliminar Ejercicios. . . . .	135
A.17.	Caso de Uso Extendido - Modificar Ejercicios. . . . .	137
A.18.	Caso de Uso Extendido - Responder Ejercicios. . . . .	139
A.19.	Caso de Uso Extendido - Gestionar Relación. . . . .	141
A.20.	Caso de Uso Extendido - Agregar Relación. . . . .	143
A.21.	Caso de Uso Extendido - Eliminar Relación. . . . .	145
A.22.	Caso de Uso Extendido - Modificar Relación . . . . .	147
A.23.	Caso de Uso Extendido - Ver Relación. . . . .	149
A.24.	Caso de Uso Extendido - Gestionar Tupla. . . . .	151
A.25.	Caso de Uso Extendido - Ingresar Tupla. . . . .	153
A.26.	Caso de Uso Extendido - Eliminar Tupla. . . . .	155
A.27.	Caso de Uso Extendido - Modificar Tupla. . . . .	157
A.28.	Caso de Uso Extendido - Sesión Alumno. . . . .	159
A.29.	Caso de Uso Extendido - Hacer Consulta. . . . .	161

A.30.Caso de Uso Extendido - Ver Estadísticas . . . . .	163
C.1. Lista de Casos de Usos Reales . . . . .	172
C.2. Caso de Uso Real - Ir Inicio. . . . .	173
C.3. Caso de Uso Real - Iniciar Sesión. . . . .	173
C.4. Caso de Uso Real - Crear Cuenta desde Inicio. . . . .	174
C.5. Caso de Uso Real - Sesión Profesor. . . . .	175
C.6. Caso de Uso Real - Gestionar Cuentas. . . . .	177
C.7. Caso de Uso Real - Crear Cuenta. . . . .	178
C.8. Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta. . . . .	180
C.9. Caso de Uso Real - Modificar Cuenta. . . . .	182
C.10.Caso de Uso Real - Gestionar BD. . . . .	184
C.11.Caso de Uso Real - Crear BD. . . . .	185
C.12.Caso de Uso Real - Eliminar BD. . . . .	187
C.13.Caso de Uso Real - Modificar BD. . . . .	189
C.14.Caso de Uso Real - Cargar BD. . . . .	191
C.15.Caso de Uso Real - Gestionar Ejercicios. . . . .	192
C.16.Caso de Uso Real - Gestión de Ejercicios. . . . .	193
C.17.Caso de Uso Real - Responder Ejercicios. . . . .	195
C.18.Caso de Uso Real - Gestionar Relación. . . . .	197
C.19.Caso de Uso Real - Agregar Relación. . . . .	198
C.20.Caso de Uso Real - Eliminar Relación. . . . .	199
C.21.Caso de Uso Real - Modificar Relación . . . . .	201
C.22.Caso de Uso Real - Ver Relación. . . . .	203
C.23.Caso de Uso Real - Gestionar Tupla. . . . .	204
C.24.Caso de Uso Real - Ingresar Tupla. . . . .	205
C.25.Caso de Uso Real - Eliminar Tupla. . . . .	206
C.26.Caso de Uso Real - Modificar Tupla. . . . .	208
C.27.Caso de Uso Real - Sesión Alumno. . . . .	210
C.28.Caso de Uso Real - Hacer Consulta. . . . .	212
C.29.Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario. . . . .	214
C.30.Caso de Uso Real - Ver Estadísticas. . . . .	216
D.1. Diccionario de Datos - Usuario. . . . .	217
D.2. Diccionario de Datos - Alumnos. . . . .	218
D.3. Diccionario de Datos - Profesores. . . . .	219
D.4. Diccionario de Datos - Esquemas. . . . .	219
D.5. Diccionario de Datos - Resultados. . . . .	219
D.6. Diccionario de Datos - Respuestas. . . . .	220
D.7. Diccionario de Datos - Consultas. . . . .	220

F.1.	Pruebas Unitarias - Crear Alumno desde Inicio . . . . .	232
F.2.	Pruebas Unitarias - Iniciar Sesión . . . . .	232
F.3.	Pruebas Unitarias - Eliminar Cuenta . . . . .	233
F.4.	Pruebas Unitarias - Modificar Cuenta . . . . .	233
F.5.	Pruebas Unitarias - Crear BD . . . . .	234
F.6.	Pruebas Unitarias - Eliminar BD . . . . .	234
F.7.	Pruebas Unitarias - Modificar BD . . . . .	235
F.8.	Pruebas Unitarias - cargar BD . . . . .	235
F.9.	Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Eliminar Ejercicio) . . . . .	236
F.10.	Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Modificar Ejercicio) . . . . .	236
F.11.	Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Crear Ejercicio) . . . . .	237
F.12.	Pruebas Unitarias - Responder Ejercicio . . . . .	237
F.13.	Pruebas Unitarias - Agregar Relación . . . . .	238
F.14.	Pruebas Unitarias - Eliminar Relación . . . . .	238
F.15.	Pruebas Unitarias - Modificar Relación . . . . .	239
F.16.	Pruebas Unitarias - Ver Relación . . . . .	239
F.17.	Pruebas Unitarias - Ingresar Tupla . . . . .	240
F.18.	Pruebas Unitarias - Eliminar Tupla . . . . .	240
F.19.	Pruebas Unitarias - Modificar Tupla . . . . .	241
F.20.	Pruebas Unitarias - Hacer Consulta . . . . .	241
F.21.	Pruebas Unitarias - Ver Estadísticas . . . . .	242
F.22.	Pruebas de Integración - Primera Iteración . . . . .	243
F.23.	Pruebas de Integración - Segunda Iteración . . . . .	244
F.24.	Pruebas de Integración - Tercera Iteración . . . . .	245
F.25.	Prueba de Integración - Cuarta Iteración . . . . .	246
F.26.	Prueba de Integración - Quinta Iteración . . . . .	247
F.27.	Pruebas de Integración - Sexta Iteración . . . . .	248
F.28.	Resultado Pruebas de Sistemas. . . . .	250
F.29.	Resultados Tareas Alumnos. . . . .	251
F.30.	Resultados Tareas Profesor. . . . .	252
F.31.	Resultados Formulario de Aceptación. . . . .	254
F.32.	Resultado Formulario de Usabilidad. . . . .	260
F.33.	Resultado Pruebas de Estrés. . . . .	265

# Índice de figuras

2.1.	Visualización de una relación. . . . .	6
2.2.	Esquema y Extensión de una Relación. . . . .	7
2.3.	Extensión de la relación de un esquema. . . . .	7
2.4.	Ejemplo de clave foránea. . . . .	10
2.5.	Aplicación Relational. . . . .	34
2.6.	Aplicación Relational Algebra Translator (RAT). . . . .	35
2.7.	Aplicación WinRDBI. . . . .	36
4.1.	Diagrama de Casos de Usos. . . . .	52
4.2.	Modelo Conceptual. . . . .	53
5.1.	Arquitectura del Sistema. . . . .	56
5.2.	Vista de Módulos y dependencia entre ellos. . . . .	57
5.3.	Vista de Componentes. . . . .	59
5.4.	Esquema de Navegación Profesor. . . . .	64
5.5.	Esquema de Navegación Alumno. . . . .	64
5.6.	Diagrama de Clases. . . . .	69
5.7.	Modelo Entidad/Relación. . . . .	70
5.8.	Modelo de Datos. . . . .	72
5.9.	Pruebas de Integración. . . . .	78
A.1.	Diagrama de Secuencia - Ir Inicio. . . . .	107
A.2.	Diagrama de Estados - Ir Inicio. . . . .	108
A.3.	Diagrama de Secuencia - Iniciar Sesión. . . . .	109
A.4.	Diagrama de Estados - Iniciar Sesión. . . . .	110
A.5.	Diagrama de Secuencia - Sesión Profesor. . . . .	112
A.6.	Diagrama de Estados - Sesión Profesor. . . . .	112
A.7.	Diagrama de Secuencia - Gestionar Cuentas. . . . .	113
A.8.	Diagrama de Estados - Gestionar Cuentas. . . . .	114
A.9.	Diagrama de Secuencia - Crear Cuenta Alumno. . . . .	115
A.10.	Diagrama de Estados - Crear Cuenta Alumno. . . . .	116
A.11.	Diagrama de Secuencia - Eliminar Cuenta. . . . .	117

A.12. Diagrama de Estados - Eliminar Cuenta. . . . .	118
A.13. Diagrama de Secuencia - Modificar Cuenta. . . . .	120
A.14. Diagrama de Estados - Modificar Cuenta. . . . .	120
A.15. Diagrama de Secuencia - Gestionar BD. . . . .	121
A.16. Diagrama de Estados - Gestionar BD. . . . .	122
A.17. Diagrama de Secuencia - Crear BD. . . . .	123
A.18. Diagrama de Estados - Crear BD. . . . .	124
A.19. Diagrama de Secuencia - Eliminar BD. . . . .	125
A.20. Diagrama de Estados - Eliminar BD. . . . .	126
A.21. Diagrama de Secuencia - Modificar BD. . . . .	128
A.22. Diagrama de Estados - Modificar BD. . . . .	128
A.23. Diagrama de Secuencia - Cargar BD. . . . .	129
A.24. Diagrama de Estados - Cargar BD. . . . .	130
A.25. Diagrama de Secuencia - Gestionar Ejercicios. . . . .	131
A.26. Diagrama de Estados - Gestionar Ejercicios. . . . .	132
A.27. Diagrama de Secuencia - Crear Ejercicios. . . . .	133
A.28. Diagrama de Estados - Crear Ejercicios. . . . .	134
A.29. Diagrama de Secuencia - Eliminar Ejercicios. . . . .	135
A.30. Diagrama de Estados - Eliminar Ejercicios. . . . .	136
A.31. Diagrama de Secuencia - Modificar Ejercicios. . . . .	138
A.32. Diagrama de Estados - Modificar Ejercicios. . . . .	138
A.33. Diagrama de Secuencia - Responder Ejercicios. . . . .	140
A.34. Diagrama de Estados - Responder Ejercicios. . . . .	140
A.35. Diagrama de Secuencia - Gestionar Relación. . . . .	141
A.36. Diagrama de Estados - Gestionar Relación. . . . .	142
A.37. Diagrama de Secuencia - Agregar Relación. . . . .	143
A.38. Diagrama de Estados - Agregar Relación. . . . .	144
A.39. Diagrama de Secuencia - Eliminar Relación. . . . .	145
A.40. Diagrama de Estados - Eliminar Relación. . . . .	146
A.41. Diagrama de Secuencia - Modificar Relación. . . . .	147
A.42. Diagrama de Estados - Modificar Relación. . . . .	148
A.43. Diagrama de Secuencia - Ver Relación. . . . .	149
A.44. Diagrama de Estados - Ver Relación. . . . .	150
A.45. Diagrama de Secuencia - Gestionar Tupla. . . . .	151
A.46. Diagrama de Estados - Gestionar Tupla. . . . .	152
A.47. Diagrama de Secuencia - Ingresar Tupla. . . . .	153
A.48. Diagrama de Estados - Ingresar Tupla. . . . .	154
A.49. Diagrama de Secuencia - Eliminar Tupla. . . . .	155
A.50. Diagrama de Estados - Eliminar Tupla. . . . .	156
A.51. Diagrama de Secuencia - Modificar Tupla. . . . .	158

A.52. Diagrama de Estados - Modificar Tupla. . . . .	158
A.53. Diagrama de Secuencia - Sesión Alumno . . . . .	160
A.54. Diagrama de Estados - Sesión Alumno. . . . .	160
A.55. Diagrama de Secuencia - Hacer Consulta. . . . .	162
A.56. Diagrama de Estados - Hacer Consulta. . . . .	162
A.57. Diagrama de Secuencia - Ver Estadísticas. . . . .	163
A.58. Diagrama de Estados - Ver Estadísticas. . . . .	164
B.1. Interfaz Ventana Inicial. . . . .	167
B.2. Interfaz Inicial de Usuario Profesor. . . . .	167
B.3. Interfaz Inicial de Usuario Alumno. . . . .	168
B.4. Interfaz Crear Cuenta Alumno (Interfaz Profesor). . . . .	168
B.5. Interfaz Cargar BD. . . . .	169
B.6. Interfaz Hacer Consulta. . . . .	169
B.7. Interfaz Crear Ejercicios. . . . .	170
B.8. Interfaz Responder Ejercicios. . . . .	170
C.1. Caso de Uso Real - Ir Inicio, Iniciar Sesión y Crear Cuenta desde Inicio. . . . .	174
C.2. Caso de Uso Real - Sesión Profesor. . . . .	176
C.3. Caso de Uso Real - Gestionar Cuenta. . . . .	177
C.4. Caso de Uso Real - Crear Cuenta. . . . .	179
C.5. Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta (Seleccionar). . . . .	181
C.6. Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta (Confirmar). . . . .	181
C.7. Caso de Uso Real - Modificar Cuenta (Seleccionar). . . . .	183
C.8. Caso de Uso Real - Modificar Cuenta (Confirmar). . . . .	183
C.9. Caso de Uso Real - Gestionar BD. . . . .	184
C.10. Caso de Uso Real - Crear BD. . . . .	186
C.11. Caso de Uso Real - Eliminar BD (Seleccionar). . . . .	188
C.12. Caso de Uso Real - Eliminar BD (Confirmar). . . . .	188
C.13. Caso de Uso Real - Modificar BD (Seleccionar). . . . .	190
C.14. Caso de Uso Real - Eliminar BD (Base de Datos). . . . .	190
C.15. Caso de Uso Real - Cargar BD. . . . .	191
C.16. Caso de Uso Real - Gestionar Ejercicios. . . . .	192
C.17. Caso de Uso Real - Gestión de Ejercicios. . . . .	194
C.18. Caso de Uso Real - Responder Ejercicios (Consulta). . . . .	196
C.19. Caso de Uso Real - Responder Ejercicios (Resultados). . . . .	196
C.20. Caso de Uso Real - Gestionar Relación. . . . .	197
C.21. Caso de Uso Real - Agregar Relación. . . . .	198
C.22. Caso de Uso Real - Eliminar Relación (Seleccionar). . . . .	200
C.23. Caso de Uso Real - Eliminar Relación (Confirmar). . . . .	200
C.24. Caso de Uso Real - Modificar Relación (Seleccionar). . . . .	202

C.25. Caso de Uso Real - Modificar Relación (Modificar). . . . .	202
C.26. Caso de Uso Real - Ver Relación. . . . .	203
C.27. Caso de Uso Real - Gestionar Tupla. . . . .	204
C.28. Caso de Uso Real - Ingresar Tupla. . . . .	205
C.29. Caso de Uso Real - Eliminar Tupla (Seleccionar). . . . .	207
C.30. Caso de Uso Real - Eliminar Tupla (Confirmar). . . . .	207
C.31. Caso de Uso Real - Modificar Tupla (Seleccionar). . . . .	209
C.32. Caso de Uso Real - Modificar Tupla (Modificar). . . . .	209
C.33. Caso de Uso Real - Sesión Alumno. . . . .	211
C.34. Caso de Uso Real - Hacer Consulta (Consulta). . . . .	213
C.35. Caso de Uso Real - Hacer Consulta (Respuesta). . . . .	213
C.36. Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario (Cuenta). . . . .	215
C.37. Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario (Confirmar). . . . .	215
C.38. Caso de Uso Real - Ver Estadísticas. . . . .	216
E.1. Interfaz de Login y Registro. . . . .	221
E.2. Interfaz Crear Cuenta. . . . .	222
E.3. Interfaz Eliminar Cuenta. . . . .	223
E.4. Interfaz Modificar Cuenta. . . . .	224
E.5. Interfaz Cargar Base de Datos. . . . .	225
E.6. Interfaz Hacer Consultas. . . . .	226
E.7. Interfaz Gestionar Ejercicios. . . . .	227
E.8. Interfaz Responder Ejercicios. . . . .	228
E.9. Interfaz Obtener Calificación. . . . .	229
E.10. Interfaz Ver Estadísticas . . . . .	230
F.1. Resultados Tareas Alumnos . . . . .	253
F.2. Resultados Tareas Profesor . . . . .	253
F.3. Resultados Formulario de Aceptación. . . . .	254
F.4. Nivel de Aceptación para Pregunta 1. . . . .	255
F.5. Nivel de Aceptación para Pregunta 2. . . . .	255
F.6. Nivel de Aceptación para Pregunta 3. . . . .	256
F.7. Nivel de Aceptación para Pregunta 4. . . . .	256
F.8. Nivel de Aceptación para Pregunta 5. . . . .	258
F.9. Nivel de Aceptación para Pregunta 6. . . . .	258
F.10. Nivel de Aceptación para Pregunta 7. . . . .	259
F.11. Nivel de Aceptación para Pregunta 8. . . . .	259
F.12. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 1. . . . .	261
F.13. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 2. . . . .	261
F.14. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 3. . . . .	262
F.15. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 4. . . . .	262

F.16. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 5 . . . . .	263
F.17. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 6 . . . . .	263
F.18. Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 7 . . . . .	264
G.1. Página de Inicio. . . . .	266
G.2. Página de Inicio - Cree su Cuenta. . . . .	267
G.3. Registrarse. . . . .	267
G.4. Registrarse - Datos Personales. . . . .	268
G.5. Registrarse - Datos de la Cuenta. . . . .	268
G.6. Registrarse - Datos Académicos. . . . .	269
G.7. Registrarse - Verificar Datos. . . . .	269
G.8. Registrarse - Etiqueta de Ayuda. . . . .	270
G.9. Registrarse - Ventana de Ayuda. . . . .	270
G.10.Login. . . . .	271
G.11.Home - Vista de Profesor. . . . .	272
G.12.Home - Vista de Profesor - Menú. . . . .	273
G.13.Home - Vista de Profesor - Datos Usuario. . . . .	273
G.14.Home - Vista de Profesor - Bases de Datos Creadas. . . . .	273
G.15.Home - Vista de Profesor - ¿Qué es GCAR?. . . . .	274
G.16.Home - Vista de Profesor - Datos de la Base de Dato Cargada. . . . .	274
G.17.Home - Vista de Alumno. . . . .	275
G.18.Home - Vista de Alumno - Menú. . . . .	275
G.19.Home - Vista de Alumno - Datos Usuario. . . . .	276
G.20.Home - Vista de Alumno - Bases de Datos Creadas. . . . .	276
G.21.Home - Vista de Alumno - ¿Qué es GCAR?. . . . .	276
G.22.Home - Vista de Alumno - Datos de la Base de Dato Cargada. . . . .	277
G.23.Gestionar Usuarios. . . . .	278
G.24.Gestionar Usuarios - Crear Cuenta. . . . .	278
G.25.Crear Cuenta - Datos Personales. . . . .	279
G.26.Crear Cuenta - Datos de la Cuenta. . . . .	279
G.27.Crear Cuenta - Datos Académicos. . . . .	280
G.28.Crear Cuenta - Verificar Datos. . . . .	280
G.29.Crear Cuenta - Etiqueta de Ayuda. . . . .	280
G.30.Crear Cuenta - Ventana de Ayuda. . . . .	281
G.31.Gestionar Usuarios - Eliminar Cuenta. . . . .	281
G.32.Eliminar Cuenta - Tabla de Usuarios. . . . .	282
G.33.Eliminar Cuenta - Etiquetas de Página. . . . .	282
G.34.Eliminar Cuenta - Buscar Alumno. . . . .	282
G.35.Eliminar Cuenta - Seleccionar Alumno. . . . .	283
G.36.Eliminar Cuenta - Ventana de Alumno. . . . .	283

G.37.Eliminar Cuenta - Etiqueta de Ayuda. . . . .	284
G.38.Eliminar Cuenta - Ventana de Ayuda. . . . .	284
G.39.Gestionar Usuarios - Modificar Cuenta. . . . .	285
G.40.Modificar Cuenta - Tabla de Usuarios. . . . .	286
G.41.Modificar Cuenta - Buscar Alumno. . . . .	286
G.42.Modificar Cuenta - Seleccionar Alumno. . . . .	286
G.43.Modificar Cuenta - Ventana de Alumno. . . . .	287
G.44.Modificar Cuenta - Modificar Alumno. . . . .	287
G.45.Modificar Cuenta - Etiqueta de Ayuda. . . . .	288
G.46.Modificar Cuenta - Ventana de Ayuda. . . . .	288
G.47.Gestionar Bases de Datos. . . . .	289
G.48.Gestionar Base de Datos - Crear Base de Datos. . . . .	290
G.49.Crear Base de Datos - Datos de la Base de Datos - Profesor. . . . .	290
G.50.Crear Base de Datos - Datos de la Base de datos - Alumno. . . . .	290
G.51.Crear Base de Datos - Verificar Datos - Profesor. . . . .	291
G.52.Crear Base de Datos - Verificar Datos - Alumno. . . . .	291
G.53.Crear Base de Datos - Etiqueta de Ayuda. . . . .	292
G.54.Crear Base de Datos - Ventana de Ayuda. . . . .	292
G.55.Gestionar Base de Datos - Eliminar Base de Datos. . . . .	293
G.56.Eliminar Base de Datos - Tabla de Bases de Datos. . . . .	293
G.57.Eliminar Base de Datos- Etiquetas de Página. . . . .	293
G.58.Eliminar Base de Datos - Buscar Base de Datos. . . . .	294
G.59.Eliminar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos. . . . .	294
G.60.Eliminar Base de Datos- Ventana de Base de Datos. . . . .	294
G.61.Eliminar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda. . . . .	295
G.62.Eliminar Base de Datos - Ventana de Ayuda. . . . .	295
G.63.Gestionar Base de Datos - Modificar Base de Datos. . . . .	296
G.64.Modificar Base de Datos - Tabla de Base de Datos. . . . .	296
G.65.Modificar Base de Datos - Buscar Base de Datos. . . . .	296
G.66.Modificar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos. . . . .	297
G.67.Modificar Base de Datos - Ventana de Base de Datos. . . . .	297
G.68.Modificar Base de Datos - Modificar. . . . .	298
G.69.Modificar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda. . . . .	298
G.70.Modificar Base de Datos- Ventana de Ayuda. . . . .	298
G.71.Gestionar Base de Datos - Cargar Base de Datos. . . . .	299
G.72.Cargar Base de Datos - Tabla de Bases de Datos. . . . .	300
G.73.Cargar Base de Datos - Buscar Base de Datos. . . . .	300
G.74.Cargar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos. . . . .	300
G.75.Cargar Base de Datos- Ventana de Base de Datos. . . . .	300
G.76.Home - Cargar Base de Datos - Datos de la Base de Dato Cargada. . . . .	301

G.77.Cargar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda. . . . .	301
G.78.Eliminar Base de Datos - Ventana de Ayuda. . . . .	302
G.79.Gestionar Relaciones. . . . .	303
G.80.Gestionar Relaciones - Agregar Relación. . . . .	304
G.81.Agregar Relación - Datos de la Relación. . . . .	304
G.82.Agregar Relación - Cantidad de Atributos. . . . .	304
G.83.Agregar Relación - Seleccionar Atributos. . . . .	305
G.84.Agregar Relación - Ventana de Atributos. . . . .	305
G.85.Agregar Relación - agregar. . . . .	306
G.86.Agregar Relación - Etiqueta de Ayuda. . . . .	306
G.87.Agregar Relación - Ventana de Ayuda. . . . .	307
G.88.Gestionar Relaciones - Eliminar Relación. . . . .	307
G.89.Eliminar Relación - Tabla de Relaciones. . . . .	308
G.90.Eliminar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos. . . . .	308
G.91.Eliminar Relación- Ventana de Relación. . . . .	309
G.92.Eliminar Relación - Etiqueta de Ayuda. . . . .	309
G.93.Eliminar Relación - Ventana de Ayuda. . . . .	310
G.94.Gestionar Relaciones - Modificar Relación. . . . .	310
G.95.Modificar Relación - Tabla de Relaciones. . . . .	311
G.96.Modificar Relación - Seleccionar Relación. . . . .	311
G.97.Modificar Relación - Ventana de Relación. . . . .	312
G.98.Modificar Relación - Datos de la Relación. . . . .	312
G.99.Modificar Relación - Cantidad de Atributos. . . . .	313
G.100Modificar Relación - Seleccionar Atributos. . . . .	313
G.101Modificar Relación - Modificar Atributo. . . . .	314
G.102Modificar Relación - Aceptar o Cancelar Cambios. . . . .	314
G.103Modificar Relación - Modificar. . . . .	314
G.104Modificar Relación - Etiqueta de Ayuda. . . . .	315
G.105Modificar Relación - Ventana de Ayuda. . . . .	315
G.106Gestionar Tuplas. . . . .	316
G.107Ver Relación - Tabla de Relaciones. . . . .	317
G.108Ver Relación - Seleccionar Relación. . . . .	317
G.109Ver Relación - Botón Ver Relación. . . . .	318
G.110Ver Relación - Tabla de Tuplas. . . . .	318
G.111Ver Relación - Interfaz Profesor y Alumno dueño de la Base de Datos Cargada. . . . .	319
G.112Ver Relación - Interfaz Alumno no dueño de la Base de Datos Cargada. . . . .	319
G.113Ver Relación - Etiqueta de Ayuda. . . . .	320
G.114Ver Relación - Ventana de Ayuda. . . . .	320
G.115Gestionar Tuplas - Ver Tuplas. . . . .	321

G.116	Agregar Tuplas - Botón Agregar Tupla.	321
G.117	Agregar Tuplas - Tabla de Tuplas.	322
G.118	Agregar Tuplas - Etiqueta de Clave Primaria (Primary Key) y Tipo de Dato.	322
G.119	Agregar Tupla - Etiqueta de Ayuda.	322
G.120	Agregar Tupla - Ventana de Ayuda.	323
G.121	Eliminar Tupla - Tabla de Tuplas.	324
G.122	Eliminar Tupla - Seleccionar Tupla.	324
G.123	Eliminar Tupla- Botón Eliminar Tupla.	324
G.124	Eliminar Tuplas - Botones Aceptar y Cancelar.	325
G.125	Agregar Tuplas - Etiqueta de Clave Primaria (Primary Key) y Tipo de Dato.	325
G.126	Modificar Tupla - Tabla de Tuplas.	326
G.127	Modificar Tupla - Seleccionar Tupla.	326
G.128	Modificar Tupla- Botón Editar Tupla.	326
G.129	Modificar Tupla - Ventana de Modificar.	327
G.130	Modificar Tupla - Editar Tupla Seleccionada.	327
G.131	Modificar Tupla - Editar Campos de la Tupla Seleccionada.	327
G.132	Modificar Tupla - Aceptar o Cancelar Cambios en la Tupla Seleccionada.	328
G.133	Modificar Relación - Modificar.	328
G.134	Gestionar Ejercicios - Interfaz Profesor.	329
G.135	Responder Ejercicios - Interfaz Alumno.	329
G.136	Gestionar Ejercicios - Gestión de Ejercicios.	330
G.137	Gestión de Ejercicios - Datos de la Base de Datos Cargada.	331
G.138	Gestión de Ejercicios - Cantidad de Ejercicios.	331
G.139	Gestión de Ejercicios - Ejercicios.	332
G.140	Gestión de Ejercicios - Cantidad de Ejercicios - Modificado.	332
G.141	Gestión de Ejercicios - Botón Editar.	332
G.142	Gestión de Ejercicios - Editar Ejercicio.	333
G.143	Gestión de Ejercicios - Botón Eliminar Ejercicio.	333
G.144	Gestión de Ejercicios - Confirmación de Eliminación de Ejercicio.	334
G.145	Gestión de Ejercicios - Botón Ver Respuesta.	334
G.146	Gestión de Ejercicios - Resultado de Ver Respuesta.	334
G.147	Gestión de Ejercicios - Botón Listo.	334
G.148	Gestión de Ejercicios - Botones Guardar Cambios y Cancelar Cambios.	335
G.149	Gestión de Ejercicios - Etiqueta de Ayuda.	335
G.150	Gestión de Ejercicios - Ventana de Ayuda.	336
G.151	Gestionar Ejercicios - Responder Ejercicios.	337
G.152	Responder Ejercicios - Datos de la Base de Dato Cargada.	337
G.153	Responder Ejercicios - Ejercicios.	338
G.154	Responder Ejercicios - Botón Responder.	338
G.155	Responder Ejercicios - Formulario de Ejercicio.	338

G.156	Responder Ejercicios - Herramienta de Consulta.	339
G.157	Responder Ejercicios - Botón Aceptar.	339
G.158	Responder Ejercicios - Botón Obtener Enviar Respuestas.	340
G.159	Responder Ejercicios - Etiqueta de Ayuda.	340
G.160	Responder Ejercicios - Ventana de Ayuda.	340
G.161	Gestionar Ejercicios - Obtener Calificación.	341
G.162	Obtener Calificación - Resultado por Ejercicio.	342
G.163	Obtener Calificación - Botones Ver tu Respuesta y Ver Respuesta Esperada.	342
G.164	Obtener Calificación - Resultados Globales.	342
G.165	Obtener Calificación - Volver al Inicio.	342
G.166	Obtener Calificación - Etiqueta de Ayuda.	343
G.167	Obtener Calificación - Ventana de Ayuda.	343
G.168	Hacer Consulta - Menú.	344
G.169	Hacer Consulta.	344
G.170	Hacer Consulta - Datos de la Base de Datos Cargada.	345
G.171	Hacer Consulta - Consultas.	346
G.172	Hacer Consulta - Herramienta de Consultas.	346
G.173	Hacer Consulta - Resultado de una Consulta.	346
G.174	Hacer Consulta - Botones de Álgebra Relacional	347
G.175	Hacer Consulta - Historial de Consultas	347
G.176	Hacer Consulta - Etiqueta de Ayuda.	347
G.177	Hacer Consulta - Ventana de Ayuda.	348
G.178	Ver Estadísticas - Menú.	349
G.179	Ver Estadísticas.	349
G.180	Ver Estadísticas - Descargar.	350
G.181	Ver Estadísticas - Descargas Activadas.	350
G.182	Ver Estadísticas - Estadísticas.	351
G.183	Ver Estadísticas - Seleccionar una Base de Datos.	351
G.184	Ver Estadísticas - Estadísticas Descriptivas y Gráficos de la Base de Datos.	352
G.185	Ver Estadísticas - Etiqueta de Ayuda.	352
G.186	Ver Estadísticas - Ventana de Ayuda.	353
G.187	Modificar Cuenta Propia.	354
G.188	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor.	354
G.189	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno.	355
G.190	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Datos Académicos.	355
G.191	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Datos de la Cuenta.	356
G.192	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Verificar Datos.	356
G.193	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos Académicos.	357
G.194	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos de la Cuenta.	357
G.195	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos Académicos.	358

G.196	Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Verificar Datos. . . . .	358
G.197	Modificar Cuenta Propia - Etiqueta de Ayuda. . . . .	359
G.198	Modificar Cuenta Propia - Ventana de Ayuda. . . . .	359

# Capítulo 1

## Introducción

En una era donde guardar y recuperar grandes colecciones de datos se ha convertido en una necesidad, ya sea para mantener un historial de las transacciones realizadas en un banco para un determinado tiempo o para recopilar y procesar datos obtenidos durante alguna simulación, las Bases de Datos han otorgado una eficiente forma para ordenar, mantener y recuperar todo tipo de información.

Para dar solución de forma efectiva al almacenamiento de datos han surgido muchos tipos de Bases de Datos, tales como: jerárquicas, orientada a objetos, deductivas, espaciales, entre otros; todas ellas con diferentes objetivos y paradigmas. Pero hay una en especial que se ha instalado fuertemente en el universo de las aplicaciones de Base de Datos, de fácil acceso y con fuertes fundamentos teóricos: las Bases de Datos Relacionales [4].

Las Bases de Datos Relacionales se presentan como una colección de datos y las relaciones existentes entre ellas, donde cada relación es visualizada como una *tabla* de valores denominada *relación*. En ella, cada *fila* o *tupla* representa un grupo de datos relacionados entre sí y cada *columna* se explica como un valor de algún dominio específico que pertenece a una *tupla*, comúnmente llamado *atributo*. En una Base de Datos Relacional, el nombre de las *tablas* y los nombres de los *atributos* ayudan a entender el significado de los valores que contiene cada *tupla*, además cada *tupla* contiene un atributo único llamado *clave primaria* que ayuda a identificarlas y diferenciarlas entre ellas. Una Base de Datos Relacional comúnmente contiene muchas *relaciones* y en éstas las *tuplas* están conectadas de diferentes maneras manteniendo a su vez una integridad en los datos. Esta integridad es obtenida mediante distintos tipos de restricciones que especifican cómo debe comportarse un esquema relacional y cada una de sus instancias. Estas son: *Integridad de Entidades*, que indica que ninguna clave primaria debe ser nula para poder así diferenciar una tupla de otra; e *integridad referencial*, que se centra en las referencias entre relaciones gracias a un atributo llamado *Clave Externa*. Éste último debe cumplir con 2 reglas: primero debe

pertenecer al mismo dominio que los atributos de la tabla que se quiere referenciar y su valor debe ocurrir en alguna tupla de la tabla referenciada o bien ser nulo [4].

Dentro de las Bases de Datos Relacionales, existen variadas operaciones que permiten actualizar y obtener los datos de ella. Cada una de estas operaciones debe seguir las *Restricciones de Integridad* definidas anteriormente. Dentro de las actualizaciones, hay 3 operaciones que son básicas: *insertar*, que sirve para agregar una o más *tuplas* nuevas en una relación; *eliminar*, que permite eliminar una o más *tuplas*; y *modificar* que sirve para modificar los valores de algunos *atributos*.

Para la obtención, organización y gestión de datos, existe un lenguaje que permite la comunicación con el Sistema Gestor de Base de Datos<sup>1</sup> (SGBD) llamado Lenguaje Estructurado de Consultas o SQL (Structured Query Language). Este es un lenguaje tan popular en Bases de Datos Relacionales que muchos lenguajes de programación adicionan sentencias SQL como parte de su colección. Entre sus principales características se destaca que es un lenguaje para todo tipo de usuarios, desde administradores, desarrolladores e incluso usuarios sin conocimientos avanzados; es un lenguaje declarativo, es decir, solamente se especifica qué se quiere, no donde ni cómo; y es utilizado tanto como para realizar consultas, como para actualizaciones, definiciones de datos y controles de acceso de usuarios y de transacciones [10].

De esta forma SQL proporciona un gran repertorio de sentencias que se usan en distintas tareas, tales como consultar datos, crear, actualizar y eliminar *tablas* y sus datos, controlar el acceso a la base de datos y a *las tablas* [10]. Pero existe una mejor forma de entender las consultas en una Base de Datos Relacional previo a SQL, el Álgebra Relacional.

El Álgebra Relacional es un lenguaje que consta de una colección de operaciones que se utilizan para manipular *tablas* y especificar consultas. Estas operaciones, por ejemplo, permiten obtener una *tupla* específica o el valor de un *atributo* de un conjunto de *tuplas*. El resultado de estas consultas es una nueva relación, así poder seguir aplicando operaciones de Álgebra Relacional para depurar una consulta. Estas operaciones se clasifican en 2 grupos: uno pertenece a las operaciones básicas de la Teoría Matemática de Conjuntos (Unión, Intersección, Diferencia, Producto Cartesiano, entre otras.) y el otro consta de operaciones específicas para Bases de Datos Relacionales (Seleccionar, Proyectar, Reunión, Renombrar, División, Asignar, entre otras.) [4].

En este contexto, la Escuela de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de

---

<sup>1</sup>Sistema Gestor de Base de Datos: “Colección de datos relacionados entre sí, estructurados y organizados, y un conjunto de programas que acceden y gestionan esos datos” [10].

Valparaíso, dentro de su malla curricular, contiene una asignatura que se especializa en el conocimiento de las Bases de Datos Relacionales, llamado INC402 - Modelo de Datos. En él, se enseñan los distintos enfoques de modelo de bases de datos, centrándose principalmente en el Modelo Relacional, ya que éste “*se ha implementado en un gran número de sistemas comerciales a lo largo de los últimos veinte años*” [4].

De esta forma, el Álgebra Relacional se transforma en un lenguaje potente a la hora de realizar consultas, ya que provee de simples pero poderosas operaciones para manipular de manera efectiva los datos en una Base de Datos Relacional. Su importancia es clave para entender el tratamiento de las Bases de Datos Relacionales y cómo realizar consultas en él, pero con una gran falencia, la forma como enseña es sólo teórica. A consecuencia de esta falla surgen una serie de dudas. ¿Es posible entregar una base consistente para que los alumnos de la Escuela de Ingeniería civil Informática que deben aprender este lenguaje puedan entender claramente de qué trata y cómo funciona el Álgebra Relacional? ¿Existen herramientas para medir el grado de conocimiento que adquieren los alumnos a la hora de enseñarles este lenguaje?

Este Trabajo de Título tiene como objetivo desarrollar una herramienta para Álgebra Relacional tal que pueda aportar a los alumnos en su aprendizaje y detectar los errores que ocurren con mayor frecuencia, para así encaminar de manera personalizada la enseñanza de este lenguaje.

El Capítulo 2 se introduce el Marco Conceptual, el Capítulo 3 habla del problema detectado y una posible solución a éste, en el Capítulo 4 se muestra el análisis completo de la aplicación a desarrollar, en el Capítulo 5 se muestra el diseño de la solución, en el Capítulo 6 se detalla la implementación del sistema, en el Capítulo 7 se ejecutan las pruebas de validación del sistema, en el Capítulo 8 se describe el procedimiento de implantación del sistema y finalmente en el Capítulo 9 se realizan las conclusiones pertinentes.

# **Capítulo 2**

## **Marco Conceptual**

### **2.1. Terminología**

Este Trabajo de Título se centra en el área de Bases de Datos, específicamente en Bases de Datos Relacionales y Álgebra Relacional. Por ello es necesario definir algunos conceptos necesarios para entenderlo.

- **Base de Datos (BD):** Una Base de Datos es un conjunto de datos relacionados entre sí. Las Bases de Datos representan algún aspecto del mundo real; son lógicamente coherente y con cierto significado inherente; diseñadas, construidas y pobladas para una intención específica. Es decir, tienen una fuente donde provienen los datos, algún grado de interacción con hechos del mundo real y un público que se encuentra interesado en su contenido [4].
- **Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD):** Es un conjunto de programas que permiten acceder y gestionar la información en una Base de Datos. Consta con servicios de: creación y definición de una Base de Datos, manipulación de datos, acceso controlado a los datos, mantener integridad y consistencia, acceso compartido a los Datos y mecanismos de respaldo y recuperación [10].
- **Modelo de Datos:** Son el instrumento principal de abstracción de los datos que se desean representar, almacenar y manipular. Éste trabaja en tres niveles de abstracción: nivel físico, que es el nivel más bajo de abstracción y describe cómo se almacenan realmente los datos, nivel lógico o conceptual, donde se describen los datos que se almacenan en la base de datos y sus relaciones; y el nivel externo o de vistas, que describe la parte de la base de datos a la que los usuarios pueden acceder [10].

- **Modelo Relacional:** Es un modelo de datos que tiene en cuenta tres factores: la estructura, que permite representar la información que es de interés en el mundo real, la manipulación de datos por medio de operaciones de actualización y consulta de datos; y la integridad, que es facilitada a través del establecimiento de reglas y condiciones que se deben cumplir [2].
- **Álgebra Relacional (AR):** Es un conjunto básico de operaciones basados en la teoría matemática de conjuntos y otras creadas específicamente para bases de datos relacionales, que permiten al usuario especificar peticiones de recuperaciones de datos. Entre las operaciones basadas en la teoría de conjuntos se encuentra la unión, la intersección, la diferencia y el producto cartesiano; y dentro de las operaciones específicas para base de datos relacionales se encuentra la selección, proyección y reunión entre otros. [4]
- **Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL):** Es el lenguaje de consultas más utilizado por los SGBD y contiene dos componentes principales: uno para la definición de estructuras de datos, relaciones y controles de acceso a los datos; y otro para la recuperación y actualización de datos, además de una sintaxis para controles de flujo. Este lenguaje puede ser utilizado de dos formas: ya sea ingresando sentencias a través de una terminal o incorporando sentencias SQL en algún lenguaje procedural [3].

## 2.2. Modelo Relacional

En la Sección 2.1 se definió a grandes rasgos lo que es el **Modelo Relacional**, en esta sección se dará una descripción más a fondo de las características de este modelo y sus componentes.

Es de suma importancia recalcar, que la estructura de datos por excelencia del modelo relacional se basa en el concepto de **relación**. Informalmente, se puede obtener una idea intuitiva de ésta si se imagina como una *tabla*. Como se aprecia en la Figura 2.1 [2], cada fila contiene un grupo de datos relacionados entre sí denominados *tuplas*, además la *tabla* y cada una de sus *columnas* tienen un *nombre*. Ésto ayuda a comprender el significado de los datos que contiene la *tabla* y los valores de cada *fila* que están relacionados [2].

Luego de esta explicación, se puede definir formalmente que son las *relaciones*, además de otros conceptos vinculados con ellas.

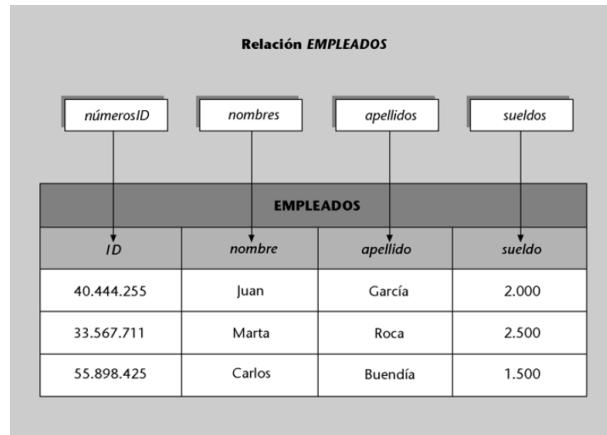


Figura 2.1: Visualización de una relación.

### 2.2.1. Definición de Relación

Un **dominio**  $D$  es un conjunto de valores atómicos, es decir, indivisibles. Éstos pueden ser de dos tipos: *dominios predefinidos* que son los tipos de datos que proporcionan los lenguajes de bases de datos, por ejemplo los enteros, cadena de caracteres, reales, entre otros; y los *dominios definidos por el usuario*, que pueden ser más específicos. Estos últimos deben constar con un nombre de dominio y una descripción de valores que forman parte de él, por ejemplo el dominio de edades de los trabajadores se denomina *dom\_edad* y éste contiene valores enteros entre 16 y 65 [2].

Una **relación**  $R$  consta de un *esquema* y una *extensión*. Como se muestra en la Figura 2.2 [2], el esquema es el nombre de la tabla junto con el nombre de sus columnas. El **esquema de la relación** contiene el nombre de la relación y un conjunto de atributos, es decir,  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , donde  $R$  es el nombre de la relación y  $A_1, A_2, \dots, A_n$  es una lista de **atributos**. Cada **atributo**  $A_i$  es el nombre del rol que ejerce un *dominio*  $D$  en un esquema de relación, por ejemplo al revisar la Figura 2.1, se observa que el *atributo* *nombre* se refiere a los nombres de los empleados que serán almacenados en esa *tabla*.  $D$  es el **dominio de**  $A_i$  y se denota por  $\text{dom}(A_i)$  [2, 4].

Cada *atributo* es único, por ende no tiene sentido que un mismo *dominio* realice dos veces el mismo rol en un mismo *esquema*. Por ende, no existen dos *atributos* con el mismo nombre en un *esquema*, pero sí se puede repetir un nombre de un *atributo* en distintas *relaciones*. Por ejemplo, no tendría sentido que el *atributo* *nombre* de la *tabla* que se presenta en la Figura 2.2 se repita por cada *tupla*, a menos que se desee guardar el

Empleados			
ID	nombre	apellido	sueldo
40.444.255	Juan	García	2.000
33.567.711	Marta	Roca	2.500
55.898.425	Carlos	Buendía	1.500

Figura 2.2: Esquema y Extensión de una Relación.

segundo nombre de ellos, entonces ese nuevo *atributo* estaría realizando un rol distinto al anterior. Los *dominios* no necesariamente deben ser diferentes en una *relación*[2].

La **extensión de la relación** del esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  es un conjunto de  **$n$ -tuplas**  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ . Cada  **$n$ -tupla** es una lista de  $n$  valores  $t = <v_1, v_2, \dots, v_n>$ , donde cada valor  $v_i$  con  $1 \leq i \leq n$ , es un elemento de  $\text{dom}(A_i)$  o un valor especial denominado *nulo*. Los valores *nulos* representan los *atributos* cuyos valores no existen para algunas *tuplas* o simplemente se desconocen. Al denotar el esquema de la Figura 2.1 como *EMPLEADOS*(*ID*, *nombre*, *apellido*, *sueldo*) el conjunto de **tuplas** se muestra en la Figura 2.3 [2, 4].

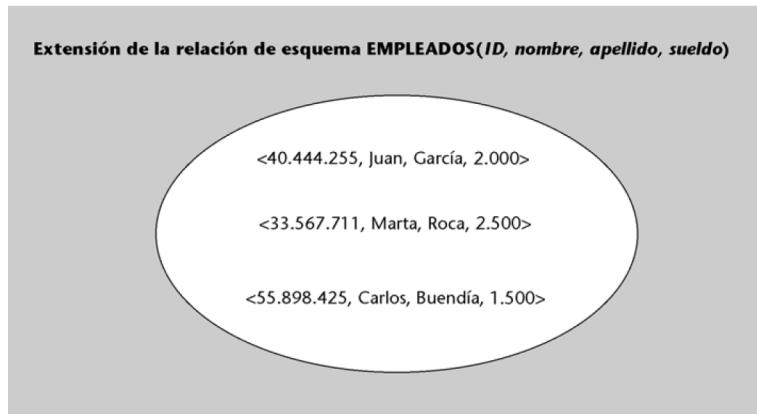


Figura 2.3: Extensión de la relación de un esquema.

El **grado** de una *relación* es el número de *atributos* que pertenecen a su *esquema*. Por ejemplo, de la Figura 2.3 se aprecia que el grado de la relación del esquema es 4 [2].

La **cardinalidad** de una *relación* es el número de *tuplas* que pertenecen a su extensión. Por ejemplo, observando la Figura 2.3 se intuye que la cardinalidad de la relación es 3 [2].

### 2.2.2. Relaciones v/s Archivos

A continuación se explican las diferencias entre relaciones y archivos. A simple vista ambos resultan similares, pero a pesar de esto, el Modelo Relacional define ciertas características que hacen de los archivos clásicos totalmente diferentes de las relaciones.

1. **Atomicidad de los valores de los atributos:** como se explicó en la Sección 2.2.1, los valores de los *atributos* de una *relación* no deben tener una estructura interna, ya que siempre deben tomar un valor de su *dominio* o un valor *nulo*. Se define *nulo* como un valor que representa la información desconocida o que no se puede aplicar para ciertas *tuplas* [2].
2. **No-repetición de las tuplas:** en un archivo se puede dar el caso de que dos registros tengan los mismos datos. En el Modelo Relacional no es posible que una relación tenga *tuplas* repetidas. Tal como se dijo en la Sección 2.2.1, la *extensión* es un conjunto de *tuplas*, y en un conjunto no existen elementos repetidos [2].
3. **No-ordenación de las tuplas:** anteriormente en la Sección 2.2.1 se especificó que la *extensión* de una *relación* es un conjunto de *tuplas*, por ende no es posible que haya ordenación entre los elementos de un conjunto. La idea es conseguir que se puedan representar los datos en un nivel abstracto, independiente de su estructura en el mundo real. A pesar de que los SGBD almacenan las *tuplas* en un orden en concreto dada su implementación física, esto no es visible si se trabaja a un nivel conceptual. De alguna forma, no tiene sentido consultar por "la primera tupla" en una relación. Ésto dista completamente de como se trabaja en un archivo, donde el orden sí es importante a la hora de manipular datos [2].
4. **No-ordenación de los atributos:** Un esquema  $R$  consta de un conjunto de atributos  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , tal como se definió en la Sección 2.2.1. Así, no hay orden entre los atributos ya que éstos también forman un conjunto. La idea es representar los hechos independientemente de su estructura real, a diferencia de los archivos donde la estructura de los datos al almacenarlos o manipularlos, deben seguir un orden pre-establecido [2].

### 2.2.3. Claves en las Relaciones

Toda información contenida en una Base de Datos se debe identificar de alguna manera. En el Modelo Relacional, se utilizan las llamadas *claves*. En esta sección se define

qué es una *clave candidata*, *clave primaria* y *clave alternativa* en una relación, pero antes se debe definir el concepto de *superclave*.

Una **superclave** de una *relación de esquema*  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  es un subconjunto de atributos tal que no puede haber dos *tuplas* que tengan la misma combinación de valores para los *atributos* de ese subconjunto. Ésto permite identificar y diferenciar todas las *tuplas* que contiene una *relación*, cumpliéndose la propiedad que indica que toda relación no debe tener *tuplas* repetidas [2].

Toda relación por lo menos tiene una *superclave* que es formada por todos los atributos de su esquema, esto podría ocasionar que tenga *atributos* repetidos, sería más útil tener una *clave* que carezca de redundancia. Una *superclave mínima* es una *superclave* a la cual no se puede quitarle atributos sin que deje de cumplirse la restricción de unicidad [4].

En general, un *esquema de relación* puede tener más de una clave y a cada una de ellas se le llama **clave candidata**. Es común definir a una de las *claves candidatas* como **clave primaria** y sirven para identificar las *tuplas* en una relación, además es posible que una *clave primaria* conste de más de un *atributo*. Las *claves candidatas* que no sean elegidas como primaria se les llama **claves alternativas** [4, 2].

#### 2.2.4. Claves Foráneas en las Relaciones

Hasta ahora se ha explicado las relaciones en forma individual, pero en una Base de Datos Relacional existen más de una relación para explicar distintos tipos de hechos que ocurren en el mundo real, además de los posibles lazos o vínculos que éstos tengan.

De manera formal se define que una **clave foránea** de una *relación*  $R$  es un subconjunto de *atributos* del *esquema*, que denominamos  $CF$  y debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Existe una relación  $S$  ( $S$  no debe ser necesariamente diferente de  $R$ ) y que tiene por clave primaria a  $CP$  [2].
2. Se cumple que, para toda tupla  $t$  de la extensión de  $R$ , los valores para  $CF$  son nulos o coinciden con los valores para  $CP$  de alguna tupla  $s$  de  $S$  [2].

Entonces, se dice que la clave foránea  $CF$  referencia a la clave primaria  $CP$  de la relación  $S$ , y también que la clave foránea  $CF$  referencia a la relación  $S$  [2].

En la Figura 2.4 [2] se muestra un ejemplo de claves foráneas. La relación *EMPLEADOS* tiene dos claves foráneas: una es el  $\{IDjefe\}$  que referencia la clave primaria de la misma relación indicando que para cada empleado quién es su jefe y los atributos  $\{edificiodesp, numerodesp\}$  que se refieren a la clave primaria de la relación despachos e indica el despacho donde trabaja cada empleado [2].

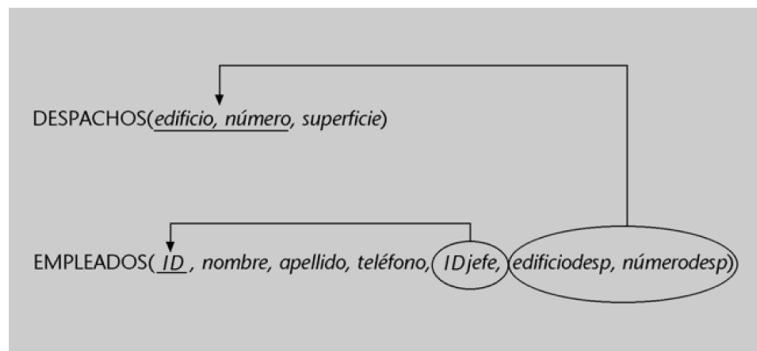


Figura 2.4: Ejemplo de clave foránea.

Dada la definición de *clave foránea*, es posible extraer algunas consecuencias:

1. Si una clave foránea  $CF$  referencia a una clave primaria  $CP$ , entonces la cantidad de atributos de  $CF$  y de  $CP$  deben coincidir. Como se muestra en la Figura 2.4, tanto la clave foránea  $\{edificiodesp, numerodesp\}$  y la clave primaria  $\{edificio, numero\}$  tienen dos atributos [2].
2. Dado lo anterior, se puede establecer una biyección entre los atributos de la clave foránea y los atributos de la clave primaria que referencia. De la Figura 2.4, *edificiodesp* le corresponde a *edificio*, y *numerodesp* le corresponde a *numero* [2].
3. Los dominios de los atributos de la clave foránea deben coincidir con los dominios de los atributos de la clave primaria a la que referencia. Por ejemplo, de la Figura 2.4 se aprecia que  $dom(edificioesp) = dom(edificio)$  y  $dom(numerodesp) = dom(numero)$  [2].

### 2.2.5. Reglas de Integridad

Se denomina **integridad** a la “*propiedad de los datos de representar posibles casos del mundo real*” [2]. Para hacer efectivo que los datos sean íntegros, es preciso que se cumplan una serie de condiciones, éstas pueden ser de dos tipos:

1. Las **restricciones de integridad de usuario** que son definida por los mismos. Ellas se cumplen en bases de datos particulares, ya que posiblemente no son relevantes en otras. Por ejemplo, no pueden existir sueldos negativos [2].
2. Las **reglas de integridad del modelo** son condiciones generales propias del Modelo Relacional, y éstas deben se deben cumplir en toda base de datos que estén bajo este modelo [2].

A continuación se describirán las *reglas de integridad de modelo* con un mayor detalle. Es importante agregar que todo SGBD que sea relacional, debe obligar y cumplir estas restricciones.

#### Regla de Integridad de Unidad de la Clave Primaria

“*La regla de integridad de unidad de la clave primaria indica que si el conjunto de atributos de CP es clave primaria de una relación R, entonces la extensión de R no puede tener dos tuplas con la misma combinación de valores para los atributos de CP*” [2]. Es decir, toda clave primaria que se elija para una relación no debe tener valores repetidos.

#### Regla de Integridad de Entidad de la Clave Primaria

“*La regla de integridad de entidad de la clave primaria establece que si el conjunto de atributos CP es la clave primaria de una relación R, la extensión de R no debe tener ninguna tupla con algún valor nulo para ninguno de los atributos de CP*” [2]. En otras palabras, los atributos de clave primaria de alguna relación no deben ser nulos, de esta manera, es posible identificar las tuplas de las relaciones.

### Regla de Integridad Referecial

*“La regla de integridad referencial indica que si un conjunto de atributos  $CF$  es una clave foránea de una relación  $R$  que referencia a una relación  $S$  no necesariamente diferente a  $R$ , que tiene por clave primaria  $CP$ , entonces, para toda tupla  $t$  de la extensión  $R$ , los valores del conjunto de atributos  $CF$  de  $t$  son valores nulos o que coinciden con los valores para  $CP$  de alguna tupla  $s$  de  $S$ ” [2]. O sea, los valores de una clave foránea deben ser nulos o deben existir en la clave primaria que referencian.*

### Regla de Integridad de Dominio

Dentro de esta regla, existen dos condiciones:

1. La **primera condición** consiste en que “*un valor no nulo de un atributo  $A_i$  debe pertenecer a  $\text{dom}(A_i)$* ” [2]. Ésto implica que todos los valores distintos de nulo que contengan la base de datos para cierto atributo debe pertenecer al dominio declarado de ese atributo.
2. La **segunda condición** sirve para “*establecer que los operadores pueden aplicarse sobre los valores dependen de los valores, es decir, un operador determinado sólo se puede aplicar sobre valores que tengan dominios que le sean adecuados*” [2].

### 2.2.6. Operaciones de Actualización

En el Modelo Relacional, es posible clasificar las operaciones en 2 tipos: *recuperaciones* y *actualizaciones*. Las operaciones de recuperación serán atendidas en la Sección 2.3, en esta sección se presentan las operaciones básicas de actualización.

*La actualización de los datos consiste en realizar que los cambios que suceden en la realidad se reflejen en la base de datos* [2]. Existen tres operadores básicos de actualización, cada uno de ellas deben seguir las *reglas de integridad* que fueron explicadas en la Sección 2.2.5:

- **Inserción:** sirve para añadir una o más tuplas a una relación. La inserción puede violar cualquiera de los cuatro tipos de restricciones. Por ejemplo, las restricciones de dominio se violan si se da un valor de atributo que no aparezca en el dominio que le corresponde, las restricciones de clave son violadas si un valor clave de la tupla ya

existe en dicha relación, la integridad de entidades se violan si la clave primaria de la nueva tupla es nula y la integridad referencial es transgredida si el valor de cualquier clave foránea hace referencia a una tupla que no existe en la relación referenciada [4, 2].

- **Eliminación:** que sirve para eliminar una o más tuplas de una relación. Esta operación sólo puede violar la integridad referencial si las claves foráneas de otras tuplas hacen referencia a la tupla que se desea eliminar [4, 2].
- **Actualización:** o modificación, sirve para cambiar los valores de una o más tuplas en una relación para uno o más de sus atributos. Modificar un valor es equivalente a eliminar una tupla e insertar una nueva con los datos modificados, por ende, las restricciones violadas tanto para la *inserción* como la *eliminación* pueden ser transgredidas en esta operación [4, 2].

## 2.3. Álgebra Relacional

En la Sección 2.2.6 se han explicado las operaciones de actualización en una base de datos relacional. En la presente sección se ahondará a fondo en las operaciones de recuperaciones o manipulaciones de los datos, el **Álgebra Relacional**.

El **Álgebra Relacional** contiene operaciones que permiten al usuario especificar peticiones de recuperaciones básicas. El resultado de estas operaciones es una nueva *relación* formada a partir de una o más *relaciones*. Por ende, estas operaciones producen nuevas *relaciones* que podrán ser utilizadas para manipularse en un futuro utilizando operaciones de la misma álgebra. A esta propiedad se le denomina **cierre relacional** [4, 2].

Dentro de las operaciones del *Álgebra Relacional* existen dos grupos reconocidos:

1. **Operaciones específicamente relacionales:** este grupo consiste en operaciones creadas específicamente para las bases de datos relacionales [4].
2. **Operaciones conjuntistas:** ésta contiene el conjunto de operaciones de la teoría matemática de conjuntos y es posible aplicarlas dado que las relaciones se definen como conjuntos de tuplas [4].

En las siguientes secciones, se explicarán cada una de las operaciones que respectan al Álgebra Relacional. En primera instancia se explicará las operaciones *seleccionar* y *proyectar* ya que son las más sencillas de entender[4], luego se explicarán las operaciones de conjuntos, finalizando con la *reunión* y otro tipo de operaciones un poco más complejas [4].

Para un mayor entendimiento del lector, se presenta un ejemplo para ilustrar las operaciones del *Álgebra Relacional* [2], el cual será ampliamente utilizado en las secciones posteriores.

1. La relación *EDIFICIOS\_EMP* contiene los distintos edificios de una empresa para desarrollar sus actividades.
2. La relación *DESPACHOS* contiene los datos de los despachos de cada uno de los edificios anteriores.
3. La relación *EMPLEADOS\_ADM* contiene los datos de los empleados de la empresa que llevan a cabo tareas administrativas.
4. La relación *EMPLEADOS\_PROD* almacena los datos de los empleados de la empresa que se ocupan de las tarea de producción.

La descripción y esquema de las relaciones anteriores se muestran en las Tablas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

EDIFICIOS_EMP	
<u>edificio</u>	<u>supmediadesp</u>
Marina	15
Diagonal	10

Tabla 2.1: Esquema y extensión de *EDIFICIOS\_EMP*.

DESPACHOS		
<u>edificio</u>	<u>numero</u>	<u>superficie</u>
Marina	120	10
Marina	230	20
Diagonal	120	10
Diagonal	440	10

Tabla 2.2: Esquema y extensión de *DESPACHOS*.

EMPLEADOS_ADM				
<u>ID</u>	<u>nombre</u>	<u>apellido</u>	<u>edificiodesp</u>	<u>numerodesp</u>
40.444.255	Juan	García	Marina	120
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120

Tabla 2.3: Esquema y extensión de *EMPLEADOS\_ADM*.

EMPLEADOS_PROD				
<u>ID</u>	<u>nombreemp</u>	<u>apellidoemp</u>	<u>edificiodesp</u>	<u>numerodesp</u>
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120
55.898.425	Carlos	Buendía	Diagonal	120
77.232.144	Elena	Pla	Marina	230
21.335.245	Jorge	Soler	NULO	NULO
88.999.210	Pedro	Ginzález	NULO	NULO

Tabla 2.4: Esquema y extensión de *EMPLEADOS\_PROD*.

### 2.3.1. Selección

La operación **selección** sirve para seleccionar un subconjunto de tuplas de una relación que satisfacen alguna **condición de selección**. Se denota la operación **selección** como se muestra en la Consulta 2.1

$$\sigma_{<\text{condicion\_de\_seleccion}>} (R) \quad (2.1)$$

donde  $\sigma$  es el operador de **selección** y la condición de selección es una expresión booleana que se especifica en términos de los atributos de la relación  $R$ . El resultado de esta operación tiene los mismos atributos que  $R$ . La expresión booleana se descompone de una o más cláusulas, como se muestra en la Consulta 2.2 ó 2.3.

$$<\text{nombre\_de\_atributo}><\text{operador\_de\_comparacion}><\text{valor\_constante}> \quad (2.2)$$

$$<\text{nombre\_de\_atributo}><\text{operador\_de\_comparacion}><\text{nombre\_de\_atributo}> \quad (2.3)$$

donde *nombre\_de\_atributo* es el nombre de algún atributo de  $R$ , *operador\_de\_comparacion* es uno de los operadores  $\{=, <, \leq, >, \geq, \neq\}$ , y *valor\_constante* es un valor perteneciente al dominio del atributo. Las cláusulas pueden conectarse mediante los operadores booleanos AND ( $\wedge$ ), OR ( $\vee$ ), y NOT ( $\neg$ ), formando una condición más general [4].

El operador *selección* sólo se aplica a una relación. A su vez, esta operación se aplica a cada tupla individualmente, por ende las condiciones de selección no pueden implicar a más de una tupla. El **grado** del resultado de esta operación es el mismo que  $R$ . El número de tuplas resultante siempre es menor o igual al número de tuplas de  $R$  para cualquier condición. [4].

La operación **seleccionar** es commutativa, por ende se cumple la Fórmula 2.4.

$$\sigma_{<\text{cond1}>}(\sigma_{<\text{cond2}>}(R)) = \sigma_{<\text{cond2}>}(\sigma_{<\text{cond1}>}(R)) \quad (2.4)$$

Además, siempre se puede combinar una serie de operaciones **selección** en una sola operación con una condición conjuntiva ( $\wedge$ ), como se muestra en la Fórmula 2.5.

$$\sigma_{<\text{cond1}>}(\sigma_{<\text{cond2}>}(\dots(\sigma_{<\text{condn}>}(R))\dots)) = \sigma_{<\text{cond1}>\wedge<\text{cond2}>\wedge\dots\wedge<\text{condn}>}(R) \quad (2.5)$$

Por ejemplo, si se desea obtener una relación  $R$  con los despachos en el edificio Marina y que tienen una superficie de más de 12 metros cuadrados, la operación queda como se muestra en la Consulta 2.6.

$$\sigma_{edificio=Marina \wedge superficie > 12}(DESPACHOS) \quad (2.6)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.6 se aprecia en la Tabla 2.5.

<b>R</b>		
<i>edificio</i>	<i>numero</i>	<i>superficie</i>
Marina	230	20

Tabla 2.5: Restultado gráfico de una selección

### 2.3.2. Proyección

Si se desea extraer ciertos atributos de una relación, entonces se usa la operación **proyección** para seleccionar esos atributos y desechar los otros. Esta operación se muestra en la Consulta 2.7.

$$\pi_{<\text{lista\_de\_atributos}>}(R) \quad (2.7)$$

donde  $\pi$  es el símbolo utilizado para representar la **proyección** y *lista\_de\_atributos* es una lista de atributos de la relación  $R$ . El resultado de la **proyección** contiene únicamente los atributos especificados y en el mismo orden que se especifican. Su grado es igual al número de atributos en *lista\_de\_atributos*. Además, esta operación elimina cualquier tupla repetida. A esto se le conoce como **eliminación de duplicados** [4].

El número de tuplas de la relación resultante de la operación **proyección** es menor o igual que el numero de tuplas de  $R$ . Si la lista de atributos a proyectar es una superclave de  $R$ , entonces el resultado tendrá el mismo número de tuplas que  $R$  [4]. Además se cumple lo que se muestra en la Consulta 2.8

$$\pi_{\langle lista1 \rangle}(\pi_{\langle lista2 \rangle}(R)) = \pi_{\langle lista1 \rangle}(R) \quad (2.8)$$

Ésto, siempre que *lista1* sea un subconjunto de los atributos de *lista2*, sino el lado izquierdo será incorrecto. A su vez, la **proyección** no es una operación conmutativa [4].

Por ejemplo, se desea obtener una relación *R* con el nombre y apellido de todos los empleados de la relación *EMPLEADOS ADM*, entonces la operación se hace como se muestra en la Consulta 2.9.

$$\pi_{nombre,apellido}(EMPLEADOS\_ADM) \quad (2.9)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.9 se muestra en la Tabla 2.6

<b>R</b>	
<i>nombre</i>	<i>apellidp</i>
Juan	García
Marta	Roca

Tabla 2.6: Restultado gráfico de una proyección.

### 2.3.3. Renombrar y Asignación de Relaciones

Es posible que se necesite aplicar varias operaciones de *Álgebra Relacional*. Para esto, se puede escribir las operaciones en una sola expresión de *Álgebra Relacional* anidándolas, o se puede aplicar una operación a la vez y crear relaciones con resultados intermedios, renombrando estos últimos [4]. La operación **renombrar** cuando se aplica a una relación *R* de grado *n* se denota como se muestra en la Consulta 2.10 ó 2.11 ó 2.12.

$$\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R) \quad (2.10)$$

$$\rho_S(R) \quad (2.11)$$

$$\rho_{(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R) \quad (2.12)$$

El símbolo  $\rho$  se refiere a la operación **renombrar**,  $S$  es el nuevo nombre de la relación, y  $B_1, B_2, \dots, B_n$  son los nuevos nombres de los atributos. La primera expresión renombra la relación y los atributos, la segunda renombró solamente la relación y la tercera únicamente los atributos. Si los atributos de  $R$  son  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  en ese orden, entonces cada  $A_i$  se renombra como  $B_i$  [4].

En algunos casos, resulta cómodo **asignar** relaciones resultantes de alguna consulta cuando se desea hacer muchas operaciones anidadas. Para esto se utiliza la operación **asignar**, como se denota en la Consulta 2.13.

$$S \leftarrow R \quad (2.13)$$

Donde  $\leftarrow$  indica la acción **renombrar**,  $S$  el nuevo nombre de la relación y  $R$  la relación antes de ser renombrada.

Por ejemplo, si se desea obtener una relación  $R$  con los despachos que están en el edificio Marina y tienen una superficie de más de 12 metros cuadrados, y además extraer únicamente el número de ese departamento, la operación se formula como se muestra en la Consulta 2.14 y 2.15.

$$AUX \leftarrow \sigma_{edificio=Marina \wedge superficie > 12}(DESPACHOS) \quad (2.14)$$

$$\pi_{numero}(AUX) \quad (2.15)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.14 y la Consulta 2.15 se aprecia en la Tabla 2.7. Notar que se utilizó la operación **asignar** para generar una relación intermedia en la Consulta 2.14 y utilizarla en la Consulta 2.15

.

R
numero
230

Tabla 2.7: Resultado gráfico de una selección y una proyección anidadas.

### 2.3.4. Operaciones de la Teoría de Conjuntos

En el Modelo Relacional, se utilizan varias operaciones de la **teoría de conjuntos** para combinar de diversas maneras los elementos de dos conjuntos, entre ellas: **unión, intersección y diferencia**. Estas tres operaciones son binaria, o sea, se aplican a dos conjuntos; y las relaciones implicadas deben tener el mismo tipo de tuplas. A esta última condición se le llama **compatibilidad con la unión** [4].

De manera general, se dice que dos relaciones  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, B_2, \dots, B_n)$  son **compatibles con la unión** si tienen grado  $n$  y si  $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i)$  para  $1 \leq i \leq n$ . Esto indica que las dos relaciones deben tener el mismo número de atributos y que cada par de ellos tiene el mismo dominio [4].

- Se define la **unión** como una operación cuyo resultado incluye todas las tuplas que están en  $R$ , en  $S$  o en ambas. Además, es importante recalcar que las tuplas resultantes que se repitan serán eliminadas. Esta operación se denota como se muestra en la Consulta 2.16.

$$R \cup S \quad (2.16)$$

- Se define la **intersección** como una operación cuyo resultado incluye todas las tuplas que están tanto en  $R$  como en  $S$ , y es denotado como se muestra en la Consulta 2.17.

$$R \cap S \quad (2.17)$$

- Se define **diferencia de conjuntos** como una operación cuyo resultado es una relación que incluye todas las tuplas que están en  $R$  pero no en  $S$ , y se denota como

se muestra en la Consulta 2.18.

$$R - S \quad (2.18)$$

Tanto la **unión** como la **intersección** son operaciones commutativas, por lo tanto se cumple la propiedad descrita por las Ecuaciones 2.19 y 2.20.

$$R \cup S = S \cup R \quad (2.19)$$

$$R \cap S = S \cap R \quad (2.20)$$

Además, la **unión** y la **intersección** pueden tratarse como operaciones n-arias, y estas dos operaciones son asociativas, por lo tanto se cumple la propiedad descrita por las Ecuaciones 2.21 y 2.22.

$$R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T \quad (2.21)$$

$$R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T \quad (2.22)$$

La operación **diferencia** no es commutativa, por lo tanto se cumple la propiedad descrita por la Ecuación 2.23.

$$R - S \neq S - R \quad (2.23)$$

Por ejemplo, si necesita obtener una relación  $R$  que tenga a todos los empleados de la empresa, entonces utilizamos la **unión** de las relaciones *EMPLEADOSADM* y

*EMPLEADOS\_PROD* como se muestra en la Consulta 2.24.

$$EMPLEADOS\_ADM \cup EMPLEADOS\_PROD \quad (2.24)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.24 se muestra en la Tabla 2.8.

<b>R</b>				
<i>ID</i>	<i>nombre</i>	<i>apellido</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>
40.444.255	Juan	García	Marina	120
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120
55.898.425	Carlos	Buendía	Diagonal	120
77.232.144	Elena	Pla	Marina	230
21.355.245	Jorge	Soler	NULO	NULO
88.999.210	Pedro	González	NULO	NULO

Tabla 2.8: Resultado gráfico de una unión.

Si se necesita obtener una relación *R* que tenga a todos los empleados de la empresa que trabajen tanto en administración como en producción, entonces se realiza una **intersección** de las relaciones *EMPLEADOS\_ADM* y *EMPLEADOS\_PROD* como se muestra en la Consulta 2.25.

$$EMPLEADOS\_ADM \cap EMPLEADOS\_PROD \quad (2.25)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.25 se muestra en la Tabla 2.9.

<b>R</b>				
<i>ID</i>	<i>nombre</i>	<i>apellido</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>
33.597.711	Marta	Roca	Marina	120

Tabla 2.9: Resultado gráfico de una intersección.

Si se quiere obtener una relación *R* con todos los empleados de la empresa que trabajan en administración, pero no en producción, se hace una **diferencia** entre las relaciones *EMPLEADOS\_ADM* y *EMPLEADOS\_PROD* como se muestra en la Consulta 2.26.

$$EMPLEADOS\_ADM \setminus EMPLEADOS\_PROD \quad (2.26)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.23 se muestra en la Tabla 2.10.

<b>R</b>				
<i>ID</i>	<i>nombre</i>	<i>apellido</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>
40.444.255	Juan	García	Marina	120

Tabla 2.10: Resultado gráfico de una diferencia.

A continuación se explica la operación **producto cartesiano**. Ésta es una operación binaria de conjuntos, pero las relaciones implicadas no necesariamente deben ser compatibles con la unión [4].

Se define **producto cartesiano** como una operación que sirve para combinar tuplas de dos relaciones de forma combinatorial y se denota como se muestra en la Consulta 2.27.

$$R \times S \quad (2.27)$$

En general, el resultado de  $R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$  es una relación  $Q$  con  $n + m$  atributos  $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$  en ese orden.  $Q$  tiene una tupla por cada combinación de tuplas entre  $R$  y  $S$ . Por ende, si  $R$  tiene  $n_r$  tuplas y  $S$  tiene  $n_s$  tuplas,  $R \times S$  tendrá  $n_r \cdot n_s$  tuplas [4].

Por ejemplo, el **producto cartesiano** entre las relaciones *DESPACHOS* y *EDIFICIOS\_EMP* se escribe como se muestra en la Consulta 2.28.

$$\rho_{nombreedificio,supmediadesp} EDIFICIOS\_EMP \times DESPACHOS \quad (2.28)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.28 se aprecia en la Tabla 2.11. Para realizar esta operación, fue necesario cambiar el nombre del atributo *edificio* de la relación *EDIFICIOS\_EMP* por *nombreedificio*, para que no haya problema con el atributo *edificio* de la relación *DESPACHOS*.

Se debe señalar que el **producto cartesiano** es un operación que raramente se utiliza de forma explícita, ya que el resultado carece de significado. A pesar de esto, se incluye en

<b>R</b>				
<i>nombreedificio</i>	<i>supmediadesp</i>	<i>edificio</i>	<i>numero</i>	<i>superficie</i>
Marina	15	Marina	120	10
Marina	15	Marina	230	20
Marina	15	Diagonal	120	10
Marina	15	Diagonal	440	10
Diagonal	10	Marina	120	10
Diagonal	10	Marina	230	20
Diagonal	10	Diagonal	120	10
Diagonal	10	Diagonal	440	10

Tabla 2.11: Restultado gráfico de un producto cartesiano.

el *Álgebra Relacional* porque es una operación primitiva; a partir de la cual se define otra operación que se utiliza con frecuencia llamada **reunión** [2, 4].

### 2.3.5. Reunión

La operación **reunión** sirve para combinar tuplas relacionadas de dos relaciones en una sola tupla. Esta es una operación muy importante en cualquier base de datos relacional, ya que “permite procesar los vínculos entre las relaciones” [4].

De forma general, una **reunión** con dos relaciones  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$  se denota como se muestra en la Consulta 2.29.

$$R \bowtie_{\text{condicion\_de\_reunion}} S \quad (2.29)$$

El resultado de la **reunión** es una relación  $Q$  con  $n + m$  atributos  $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$  en ese orden.  $Q$  tienen una tupla por cada combinación de tuplas, siempre que ésta satisfaga la condición de reunión. La condición de reunión se especifica en términos de atributos de  $R$  y  $S$ , y se evalúa para cada combinación de tuplas. Cada combinación que cumpla con dicha condición, se incluirá en la relación resultante  $Q$  como una sola tupla [4].

El tratamiento de la condición de reunión es idéntico a la condición de selección explicada en la Sección 2.3.2, con la diferencia que la comparación se hace entre atributos de  $R$  y  $S$ . “Una **reunión** con una condición de reunión general cómo ésta se denomina **reunión theta**” [4].

Por ejemplo, si se desea encontrar los datos de los despachos que tienen una superficie mayor o igual que la superficie de los despachos del edificio donde están situados, entonces se utiliza la operación **reunión** como se muestra en la Consulta 2.30 y 2.31.

$$\rho_{nombreedificio, supmediadesp} EDIFICIOS\_EMP \quad (2.30)$$

$$EDIFICIOS\_EMP \bowtie_{nombreedificio=edificio \wedge supmediadesp \leq superficie} DESPACHOS \quad (2.31)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.30 y 2.31 se aprecia en la Tabla 2.12. Para realizar esta operación, fue necesario cambiar el nombre del atributo *edificio* de la relación *EDIFICIOS\_EMP* por *nombreedificio*, para que no haya problema con el atributo *edificio* de la relación *DESPACHOS*.

<b>R</b>				
<i>nombreedificio</i>	<i>supmediadesp</i>	<i>edificio</i>	<i>numero</i>	<i>superficie</i>
Marina	15	Marina	120	10
Diagonal	10	Diagonal	120	10
Diagonal	10	Diagonal	440	10

Tabla 2.12: Restultado gráfico de una reunión.

La **reunión** más utilizada contiene condiciones de comparación de igualdad exclusivamente. A este tipo de reunión se le denomina **equirreunión**. Los resultados de una **equirreunión** siempre tiene uno o más pares de atributos con valores idénticos en todas las tuplas, como se aprecia en la tabla 2.12, donde los valores de *nombreedificio* y *edificio* son iguales para cada tupla. Para evitar esto, se ha especificado otro tipo de operación llamada **reunión natural** [4].

Una **reunión natural**, se denota como se muestra en la Consulta 2.32.

$$R * S \quad (2.32)$$

Donde  $*$  es el operador de **reunión natural**, y  $S$  y  $R$  son relaciones que contengan al menos un atributo con el mismo nombre que se deseen reunir; sirve para deshacerse del

segundo atributo que se repite en una condición de **equirreunión** [4].

Como los atributos sobre los cuales se especifica la **reunión natural** tienen los mismos nombre en ambas relaciones, no hace falta renombrarlos. Ésto evita el trabajo hecho en los ejemplos de las Tablas 2.11 y 2.12, donde se debió cambiar el nombre del atributo *edificio* de la relación *EDIFICIOS\_EMP* para que no genere un problema con el atributo *edificio* de la relación *DESPACHOS* [4].

Por ejemplo, si se hace una **reunión natural** entre *EDIFICIOS\_EMP* y *DESPACHOS*, sin la necesidad de renombrar los atributos, se escribe como se muestra en la Consulta 2.33.

$$EDIFICIOS\_EMP * DESPACHOS \quad (2.33)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.33 se aprecia en la Tabla 2.13.

<b>R</b>			
<i>edificio</i>	<i>supmediadesp</i>	<i>numero</i>	<i>superficie</i>
Marina	15	120	10
Marina	15	230	20
Diagonal	10	120	10
Diagonal	10	440	10

Tabla 2.13: Restultado gráfico de una reunión natural.

### 2.3.6. División

La operación **división** es útil para un tipo especial de consultas que se presenta a veces en aplicaciones de bases de datos. Ésta se escribe como se muestra en la Consulta 2.34.

$$R \div S \quad (2.34)$$

Donde  $\div$  es el operador de la **división**. Ésta se aplica a dos relaciones  $R(Z)$  y  $S(X)$ , donde  $Z$  es el conjunto de atributos de  $R$ ,  $X$  es el conjunto de atributos de  $S$  y  $X \subseteq Z$ . Sea  $Y$  el conjunto de atributos de  $R$  que no son atributos de  $S$ , es decir  $Y = Z - X$ . Para que

cada tupla  $t$  aparezca en el resultado de  $T$  de la **división**, los valores de  $t$  deben aparecer en  $R$  en combinación con todas las tuplas de  $S$  [4].

Si se tiene una relación llamada *EDIFICIOS\_EMP* que contiene sólo los nombres de los edificios y otra llamada *EDIFICIOS\_EMPLEADOS* que tiene un historial de los edificios en los cuales han trabajado los empleados, ambas se muestran en la Tabla 2.14. Si se quiere saber cuáles empleados han trabajado en todos los edificios, se hace una **división** entre las relaciones *EDIFICIOS\_EMP* y *EDIFICIOS\_EMPLEADOS*. El resultado de esta **división** se muestra en la Tabla 2.15. Como se aprecia, tanto *Marta* y *Jorge* son valores de *EDIFICIOS\_EMPLEADOS(nombre)* que aparecen en combinación con todas las tuplas de *EDIFICIOS(edificio)*.

<b>EDIFICIOS_EMPLEADOS</b>	
<i>edificio</i>	<i>nombre</i>
Marina	Marta
Diagonal	Marta
Rosales	Marta
Almodovar	Marta
Marina	Carlos
Rosales	Carlos
Diagonal	Elena
Rosales	Elena
Almodovar	Elena
Marina	Jorge
Diagonal	Jorge
Rosales	Jorge

<b>EDIFICIOS_EMP</b>	
<i>edificio</i>	
Marina	
Diagonal	
Rosales	

Tabla 2.14: Relaciones *EDIFICIOS\_EMPLEADOS* Y *EDIFICIOS\_EMP*.

<b>R</b>
<i>nombre</i>
Marta
Jorge

Tabla 2.15: Resultado de una división.

### 2.3.7. Funciones Agregadas y de Agrupación

Hay consultas que el Álgebra Relacional no es capaz de responder, por ejemplo obtener el sueldo medio o total de todos los empleados o la cantidad de tuplas existentes en alguna relación. Entre las funciones que suelen aplicarse a colecciones de valores numéricos están **suma**, **promedio**, **máximo** y **mínimo**. La función **cuenta** sirve para

contar tuplas o valores [4].

Otra petición que se hace con frecuencia es agrupar las tuplas de una relación según el valor de sus atributos y luego aplicar una función agregada independientemente a cada grupo. Por ejemplo, agrupar una relación de empleados por los departamentos a los que pertenecen y luego calcular su sueldo promedio [4].

Se define una **función agregada** por el símbolo  $\mathfrak{F}$  como se muestra en la Consulta 2.35:

$$<\text{atributos\_de\_agrupacion}> \mathfrak{F} <\text{lista\_de\_funciones}> (R) \quad (2.35)$$

Donde *atributos\_de\_agrupacion* es la lista de atributos de  $R$ , *lista\_de\_funciones* es la lista de funciones expresadas de la forma  $\text{funcion}(\text{atributo})$ , donde *funcion* puede ser una **suma, promedio, máximo, mínimo o cuenta** y *atributo* es un atributo de  $R$ . La relación resultante tiene los atributos de agrupación más un atributo por cada elemento de la lista de funciones [4].

Por ejemplo, si deseamos saber la superficie total por cada edificio en la relación *DESPACHOS*, entonces se debe agrupar las tuplas por el atributo *edificio* y luego calcular la suma del atributo *superficie* de cada tupla agrupada, como se muestra en la Consulta 2.36.

$$\text{edificio} \mathfrak{F} \text{suma}(\text{superficie})(\text{DESPACHOS}) \quad (2.36)$$

El resultado gráfico de la Consulta 2.36 se muestra en la Tabla 2.16.

<b>R</b>	
<i>edificio</i>	<i>suma</i>
Marina	30
Diagonal	10

Tabla 2.16: Resultado de una suma con agrupación de atributos.

Si no se especifica el atributo de agrupación, como se muestra en la Consulta 2.37, entonces el resultado será el que se muestra en la Tabla 2.17.

$$\tilde{\mathfrak{F}}_{\text{suma}(\text{superficie})}(\text{DESPACHOS}) \quad (2.37)$$

R
suma
50

Tabla 2.17: Resultado de una suma sin agrupación de atributos.

### 2.3.8. Reunión Externa

Las operaciones de **reunión** descritas en la Sección 2.3.5 seleccionan tuplas que satisfacen una condición para dicha reunión, si las tuplas sin una tupla relacionada o que no satisfagan la condición de reunión, éstas se eliminan del resultado. Se puede utilizar las **reuniones externas** cuando se quiera conservar el resultado de todas las tuplas que estén en alguna de las relaciones que se quiera reunir o en ambas [4].

La operación **reunión externa izquierda** entre las relaciones  $R$  y  $S$  denotada por  $\bowtie$  conserva todas las tuplas de la *primera relación*, es decir, de  $R$ . Si no se encuentra alguna tupla coincidente en  $S$ , los atributos de  $S$  en el resultado se llenan con valores nulos [4]. Esta operación se muestra en la Consulta 2.38.

$$R \bowtie S \quad (2.38)$$

Por ejemplo, para hacer una **reunión externa izquierda** entre *EMPLEADOS\_PROD* y *DESPACHOS*, renombrando algunos atributos de *DESPACHO*, se debe hacer la Consulta 2.39 y 2.40. Su resultado se muestra en la Tabla 2.18.

$$D \leftarrow \rho_{\text{edificiodesp}, \text{numerodesp}, \text{superficie}}(\text{DESPACHOS}) \quad (2.39)$$

$$\text{EMPLEADOS\_PROD} \bowtie D \quad (2.40)$$

<b>R</b>					
<i>ID</i>	<i>nombreemp</i>	<i>apellidoemp</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>	<i>superficie</i>
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120	10
55.898.425	Carlos	Buendia	Diagonal	120	10
77.232.144	Elena	Pla	Marina	230	20
21.335.245	Jorge	Soler	NULO	NULO	NULO
88.999.210	Pedro	González	NULO	NULO	NULO

Tabla 2.18: Resultado de una reunión externa izquierda.

La **reunión externa derecha** entre las relaciones  $R$  y  $S$  denotada por  $\bowtie$  conserva todas las tuplas de la *segunda relación*, o sea, de  $S$ . Si no se encuentra alguna tupla coincidente en  $R$ , los atributos de  $R$  en el resultado se llenan con valores nulos [4]. Esta operación se muestra en la Fórmula 2.41.

$$R \bowtie S \quad (2.41)$$

Por ejemplo, para hacer una **reunión externa izquierda** entre *EMPLEADOS\_PROD* y *DESPACHOS*, renombrando algunos atributos de *DESPACHO*, se debe hacer la Consulta 2.42 y 2.43. Su resultado se muestra en la Tabla 2.19.

$$D \leftarrow \rho_{edificiodesp, numerodesp, superficie}(DESPACHOS) \quad (2.42)$$

$$EMPLEADOS\_PROD \bowtie D \quad (2.43)$$

<b>R</b>					
<i>ID</i>	<i>nombreemp</i>	<i>apellidoemp</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>	<i>superficie</i>
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120	10
55.898.425	Carlos	Buendia	Diagonal	120	10
77.232.144	Elena	Pla	Marina	230	20
NULO	NULO	NULO	Diagonal	440	10

Tabla 2.19: Resultado de una reunión externa derecha.

La **reunión externa completa** entre las relaciones  $R$  y  $S$  denotada por  $\bowtie$  conserva todas las tuplas de la *primera relación* y de la *segunda relación*, o sea, de  $R$  y  $S$ . Si no se encuentran tuplas coincidentes, se rellenarán con valores nulos [4]. Esta operación se muestra en la Fórmula 2.44.

$$R \bowtie S \quad (2.44)$$

Por ejemplo, para hacer una **reunión externa completa** entre *EMPLEADOS\_PROD* y *DESPACHOS*, renombrando algunos atributos de *DESPACHO*, se debe hacer la Consulta que se muestra en la Fórmula 2.45 y 2.46. Su resultado se muestra en la Tabla 2.20.

$$D \leftarrow \rho_{edificiodesp, numerodesp, superficie}(DESPACHOS) \quad (2.45)$$

$$EMPLEADOS\_PROD \bowtie D \quad (2.46)$$

<b>R</b>					
<i>ID</i>	<i>nombreemp</i>	<i>apellidoemp</i>	<i>edificiodesp</i>	<i>numerodesp</i>	<i>superficie</i>
33.567.711	Marta	Roca	Marina	120	10
55.898.425	Carlos	Buendia	Diagonal	120	10
77.232.144	Elena	Pla	Marina	230	20
21.335.245	Jorge	Soler	NULO	NULO	NULO
88.999.210	Pedro	González	NULO	NULO	NULO
NULO	NULO	NULO	Diagonal	440	10

Tabla 2.20: Resultado de una reunión externa completa.

## 2.4. Traducción de Álgebra Relacional a SQL

Las operaciones del Álgebra Relacional son muy importantes para entender el tipo de solicitudes que podemos especificar en una Base de Datos Relacional. Sin embargo, estas operaciones se consideran “demasiado técnicas para la mayoría de usuarios de Sistemas Gestores de Bases de Datos Relacionales”[4].

Por un lado, las consultas en Álgebra Relacional se escriben secuencialmente, por ende se debe especificar en qué orden se deben ejecutar las operaciones de consulta. Mientras que SQL proporciona una interfaz de lenguaje declarativo de alto nivel, es decir, el usuario sólo se preocupa en especificar cuál es el resultado deseado, dejando que el Sistema Gestor de Base de Datos se preocupe de la optimización de la consulta y de las decisiones sobre cómo ejecutarla [4].

Esta sección contiene las transformaciones de las operaciones en Álgebra Relacional a consultas SQL representadas en la Tabla 2.21, donde cada operación tiene su nombre, su sintaxis en Álgebra Relacional y su sintaxis en SQL.

Álgebra Relacional a SQL		
Operador	Álgebra Relacional	SQL
Selección	$\sigma_{<condicion>} (r)$	<code>SELECT * FROM r WHERE condicion</code>
Proyección	$\pi_{<lista\_atributos>} (r)$	<code>SELECT lista_atributos FROM r</code>
Renombrar	$\rho_s(<lista\_atributos>) (r)$	<code>SELECT * FROM r AS s(lista_atributos)</code>
Unión	$r \cup s$	<code>SELECT * FROM r UNION SELECT * FROM s</code>
Intersección	$r \cap s$	<code>SELECT * FROM r INTERSECT SELECT * FROM s</code>
Diferencia	$r - s$	<code>SELECT * FROM r EXCEPT SELECT * FROM s</code>
Producto Cartesiano	$r \times s$	<code>SELECT * FROM r, s</code>
Reunión	$r \bowtie s$	<code>SELECT * FROM r INNER JOIN s</code>
Reunión Natural	$r * s$	<code>SELECT * FROM r NATURAL JOIN s</code>
División	$r \div s$	<code>SELECT a FROM r WHERE b IN (SELECT b FROM s) GROUP BY A HAVING COUNT (*) = (SELECT COUNT (*) FROM s)</code>
Reunión Externa Izquierda	$r \bowtie L s$	<code>SELECT * FROM r LEFT OUTER JOIN s</code>
Reunión Externa Derecha	$r \bowtie R s$	<code>SELECT * FROM r RIGHT OUTER JOIN s</code>
Reunión Externa Completa	$r \bowtie C s$	<code>SELECT * FROM r FULL OUTER JOIN s</code>

Tabla 2.21: Traducción de Álgebra Relacional a SQL.

## 2.5. Aplicaciones Existentes

En esta sección se explicarán algunas de las herramientas existentes en relación al Álgebra Relacional, finalizando con una tabla comparativa de éstas.

**■ Relational<sup>1</sup> :**

Consta con una interfaz gráfica que permite ejecutar consultas tanto directamente por teclado o a través de botones para cada operador, mostrar resultados y guardar, cargar o modificar relaciones en formato CSV o texto plano. Esta herramienta es de código abierto y su repositorio se encuentra disponible para que cualquier persona pueda acceder a él. Esta disponible para Windows, OS y distribuciones de LINUX. Tiene muy poca documentación y la ayuda que ofrece al usuario para entenderla es bastante reducida, convirtiéndola en una herramienta de difícil uso. En la Figura 2.5 se muestra un ejemplo de ejecución de esta aplicación.

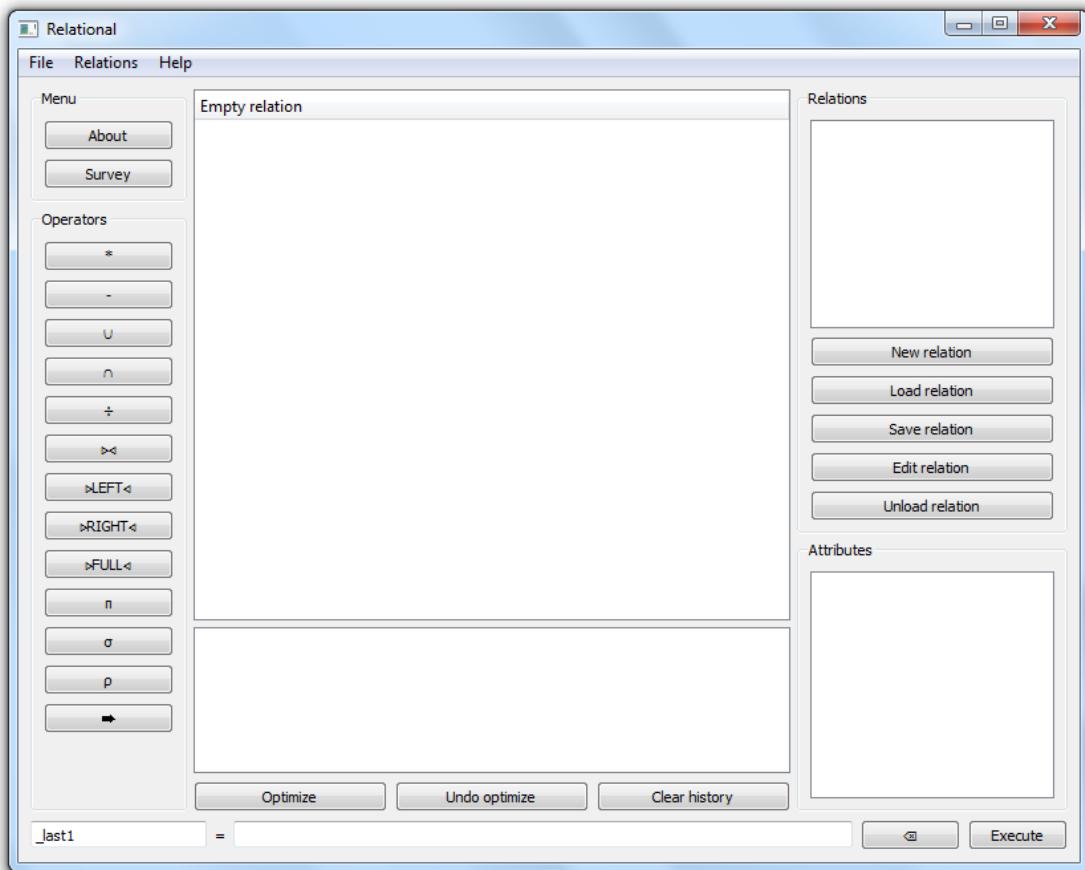


Figura 2.5: Aplicación Relational.

<sup>1</sup><https://github.com/ltworf/relational>

■ **Relational Algebra Translator (RAT)<sup>2</sup>:**

Es una aplicación diseñada por la Universidad Nacional de Costa Rica y es utilizada ahí para la práctica de sus alumnos en el Álgebra Relacional. Permite escribir y guardar consultas en Álgebra Relacional a través de botones con los operadores o directamente desde teclado, además traduce estas consultas a lenguaje SQL y permite exportar e importar textos en SQL. Permite conexiones a distintas Bases de Datos, pero para ésto es necesario que el usuario tenga instalado y configurado los conectores a las bases de datos que desea acceder; además, no es posible hacer una consulta con la herramienta mientras no esté conectada a alguna base de datos, por lo que su funcionamiento depende enteramente de una base de datos instalada. Es una herramienta multilenguaje (español, inglés, francés y alemán) y con una documentación bastante detallada; sólo disponible para Windows. En la Figura 2.6 se muestra un ejemplo de ejecución.

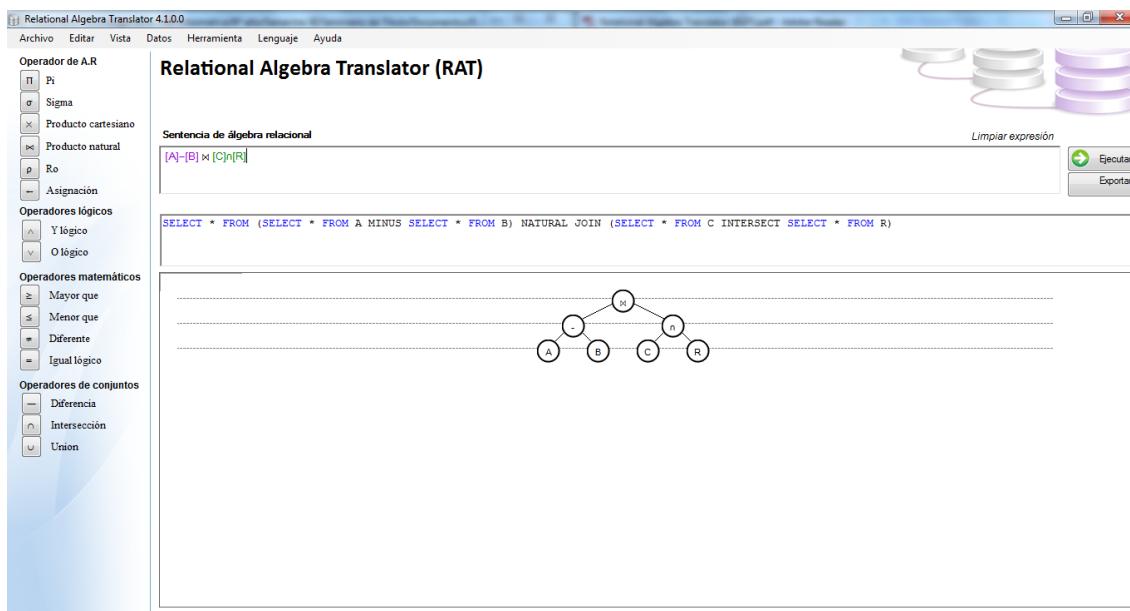


Figura 2.6: Aplicación Relational Algebra Translator (RAT).

<sup>2</sup><http://www.slinfo.una.ac.cr/rat/rat.html>

- **WinRDBI**<sup>3</sup>:

Es una herramienta para el aprendizaje del Álgebra Relacional desarrollada en Arizona State University. Es multiplataforma, dado que fue programada en JAVA. Contiene una interfaz gráfica que permite cargar y guardar bases de datos, relaciones y consultas; además de poder cargar dichas relaciones en diferentes formatos. Contiene una documentación muy completa, pero no tiene ayuda directa para la introducción de consultas, dándole un grado de dificultad a la hora de ingresar expresiones en Álgebra Relacional. Incluye ejemplos de bases de datos y consultas.

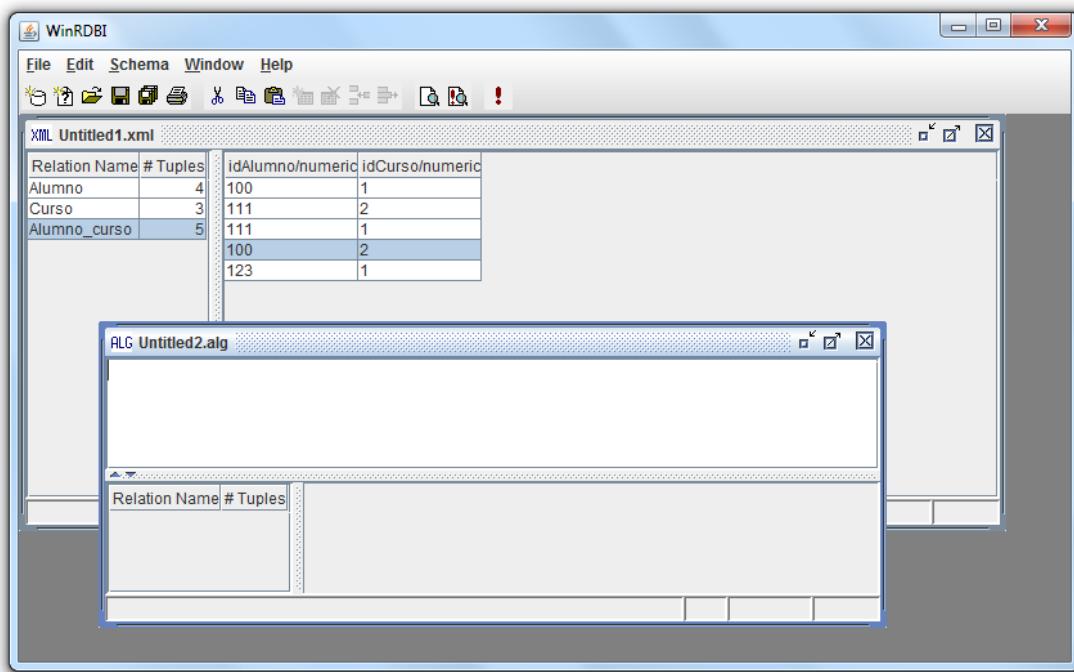


Figura 2.7: Aplicación WinRDBI.

### 2.5.1. Comparación entre Herramientas Existentes

En esta sección se comparan las herramientas explicadas en la Sección 2.5. Se consideran los siguientes aspectos en la comparación:

- **Software Libre:** Atributo que indica que la herramienta no tiene costo de adquisición. Éste puede ser:

---

<sup>3</sup><http://winrdbi.asu.edu/>

- Sí: No tiene costo de adquisición.
  - No: Sí tiene costo de adquisición.
- **Código Abierto:** Atributo que indica si se tiene o no acceso al código fuente. Éste puede ser:
    - Sí: Hay acceso al código.
    - No: No hay acceso al código.
  - **Interoperabilidad:** Atributo que indica en qué sistema operativo funciona la herramienta, el cuál puede ser:
    - W ó L ó M: Si sólo funciona para Windows(W), Linux(L) o OS(M).
    - W/L ó W/M ó L/M: Si funciona con Windows y Linux(WL), Windows y macOS(WM) o Linux y OS(LM).
    - W/L/M: Si funciona tanto para Windows, Linux y OS.
  - **Interfaz Gráfica:** Atributo que indica si la aplicación consta de interfaz gráfica o no. Éstos pueden ser:
    - Sí: Tiene interfaz gráfica.
    - No: No tiene interfaz gráfica.
  - **Ingreso de Consultas:** Atributo que verifica si el ingreso de consultas es directamente vía teclado o a través de botones:
    - T ó B: Si sólo se pueden hacer consultas a través de teclado(T) o Botones(B).
    - T/B: Si se pueden hacer consultas a través de teclado(T) y botones(B).
  - **Visualización de Errores:** Atributo que indica si muestra errores sintácticos en la consulta:
    - Sí: Si muestra errores sintácticos.
    - No: Si no muestra errores sintácticos.
  - **Operadores de Álgebra Relacional:** Atributo numérico que indica la cantidad de operadores de Álgebra Relacional que tiene la aplicación.
  - **Ayuda para Operadores:** Atributo que indica si la aplicación ofrece ayuda para el uso de los operadores de Álgebra Relacional:

- Sí: Si hay ayuda en todos los operadores.
  - Media: Si hay ayuda en algunos operadores.
  - No: Si no hay ayuda en los operadores.
- **Lista de Ejercicios:** Atributo que indica si la aplicación tiene problemas en Álgebra Relacional para su ejercitación:
- Sí: si tiene una lista de ejercicios.
  - No: si no tiene una lista de ejercicios.
- **Análisis de Datos de quienes usan la Herramienta:** Atributo que indica si la aplicación presenta alguna herramienta para el análisis de datos de actividad de los usuarios que utilizan la aplicación:
- Sí: si presenta alguna herramienta para el análisis de datos.
  - No: si no presenta alguna herramienta para el análisis de datos.

<b>Tabla Comparativa entre Aplicaciones</b>			
<i>Característica v/s Herramienta</i>	<i>Relational</i>	<i>RAT</i>	<i>WinRDBI</i>
Software Libre	Sí	Sí	Sí
Código Abierto	Sí	No	No
Interoperabilidad	WLM	W	W/L/M
Interfaz Gráfica	Sí	Sí	Sí
Ingreso de Consultas	T/B	T/B	T
Visualización de Errores	Sí	Sí	Sí
Operadores de Álgebra Relacional	13	9	7
Ayuda para Operadores	No	Media	No
Lista de Ejercicios	No	No	No
<b>Análisis de Datos de quienes usan la Herramienta</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>

Tabla 2.22: Tabla Comparativa entre Aplicaciones.

## 2.6. Trabajos Existentes

- **Álgebra Relacional como lenguaje de acceso a bases de datos relacionales [6] :**

Este trabajo fue publicado en el año 1994. En él se explica la importancia del modelo relacional gracias a su simplicidad a la hora de almacenar datos y la facilidad

de acceso a la información que éste entrega. Indica también que su éxito se basa básicamente en su fuerte fundamentación teórica, es decir, la teoría de conjuntos, el cálculo matricial y de predicados, entre otros; haciendo que el esquema de tratamiento de información de este modelo sea bien conocido y probado. Agrega además que el Álgebra Relacional radica la incidencia más directa sobre el mundo informático de las bases de datos relacionales. Plantea que algunos lenguajes de manipulación de datos en bases de datos relacionales se han alejado de su inspiración teórica y proponen una nueva notación para expresar directamente el potencial del Álgebra Relacional en el ámbito de las bases de datos relacionales, ofreciendo un primer acercamiento sobre un SGBD contemporáneo a su época llamado DB3 o DBASE III<sup>4</sup> llamado BAREL<sup>5</sup>.

BAREL es un lenguaje de programación que usa operadores en Álgebra Relacional implementados en C y diseñado como un lenguaje inmerso dentro de la aplicación de DB3. Un lenguaje inmerso es aquel que "*tiene estructura de lenguaje y se apoya, de alguna manera, sobre otro*" [6], es decir, debe poder invocar procedimientos de librería del lenguaje anfitrión y cederles el control, además de permitir el paso de información a estos procedimientos. De esta forma, cualquier consulta escrita en BAREL podrá ser insertada en un programa para DB3. Antes de que el código fuente original con BAREL inmerso sea ejecutado, éste debe ser preprocesado para conseguir una traducción correcta del mismo.

Para el proceso de traducción desde el código fuente hasta el ejecutable, se deben llevar a cabo cinco tareas: extracción, análisis, mezcla, compilación y linkage. En el proceso de extracción se extraen sólo las frases BAREL para reescribirlas en un archivo intermedio. Luego el analizador toma una por una las frases reescritas y les hace un análisis léxico-sintáctico, en caso de que se adecuen a las reglas gramaticales de BAREL, se genera código para cada una en forma de subfórmulas algebraicas. Todas estas etapas se llevan a cabo simultáneamente y solo se detiene cuando aparece al menos un error en alguna fórmula. Despues, el mezclador genera un archivo con las frases originales más las frases algebraicas sustituidas por sentencias permitidas en DB3. Posteriormente CLIPPER, que es el compilador de DB3, tomará el archivo anterior y lo compilará y linkeará para resolver las referencias que se realizan hacia librerías algebraicas para su posterior ejecución. De esta forma, el usuario podrá convertir textos escritos en DB3 combinados con el lenguaje inmerso BAREL, en programas ejecutables.

---

<sup>4</sup><http://www.dbase.com>

<sup>5</sup>BAREL: BAse RELational [6]

- **Herramienta para la creación y ejecución de consultas en Álgebra Relacional [9] :**

El trabajo, en primera instancia recalca la importancia del Modelo Relacional en Bases de Datos, ya que según el texto: *"permite representar la información del mundo real de una manera intuitiva, introduciendo conceptos cotidianos fáciles de entender"* [9], explicando a su vez, cada concepto básico necesario para entender este modelo. Indica también que el Álgebra Relacional es un conjunto de operaciones que permite interactuar con la información almacenada en una Base de Datos relacional y explica las operaciones que éste contiene. Además, señala que el estudio del Álgebra Relacional es de suma importancia pues: *"ayuda a entender qué servicios de consultas debe proporcionar un lenguaje relacional, facilita la comprensión de algunas de las construcciones de SQL y también sirve de base para el tratamiento de consultas que efectúan los SGBD internamente"* [9]. Agrega la importancia del aprendizaje del Álgebra Relacional pues los alumnos aprenden de mejor forma si poseen un buen dominio del mismo, indicando que lo ideal sería enfocarse en entender este lenguaje antes de entrar en los detalles particulares de SQL y finalmente recalca la dificultad de enseñanza de este lenguaje ya que según este trabajo: *"es necesario que los estudiantes posean un alto nivel de abstracción debido a que no se usa ninguna herramienta que permita realizar pruebas y obtener resultados"* [9].

Por ésto, utilizando C# y el framework Microsoft .net, se desarrolló una herramienta con interfaz gráfica que permite la creación y ejecución de código en Álgebra Relacional, ya que las herramientas existentes no son de afines a lo que propone el autor. Los términos empleados son los utilizados en la enseñanza de Álgebra Relacional en su universidad y permite además utilizar una expresión que agregue todas las operaciones con sus respectivos paréntesis o descomponer la expresión la expresión en varios pasos donde cada uno de ellos explique una operación y su resultado sea utilizado para realizar las operaciones que siguen.

- **Una herramienta para el aprendizaje del Álgebra Relacional [5] :**

Este trabajo indica que el Modelo Relacional se ha establecido como el principal modelo para la construcción de Base de Datos, ya que *"consta con fundamentos matemáticos basados en la teoría de conjuntos, ayudando al procesamiento eficiente de las consultas en Base de Datos"* [5]. Indica además que uno de los lenguajes para extraer datos de una Base de Datos Relacional es el Álgebra Relacional, agregando también que el estudio de las Base de Datos Relacionales está contemplado en

el currículum de su universidad y que presenta una gran falencia, ya que “*se ha demostrado por los docentes que a los alumnos les resulta difícil saber que consultas expresadas en papel de Álgebra Relacional son correctas*” [5], ya que “*esta dificultad se extiende al profesor, al tener que controlar la corrección de algunas consultas creativas que a veces se proponen*” [5]. Es por esto que ofrecen una herramienta para el aprendizaje de Álgebra Relacional, ya que a pesar de estar utilizando un prototipo desarrollado en Arizona State University, no se ajusta a los requisitos que ellos plantean.

La herramienta construida permite según los autores “*facilitar el aprendizaje de los operadores que constituyen el Álgebra Relacional, combinaciones de operadores para formar consultas, semántica del Álgebra Relacional y sintaxis y semántica de SQL*” [5]. La idea es que en todo momento exista una interactividad entre el alumno y la herramienta diseñada, de forma que el sistema siempre mantenga informado al usuario de sus errores. El programa contiene un interprete que toma las sentencias de Álgebra Relacional y las transforma en instrucciones SQL para Access<sup>6</sup> para obtener el resultado de las consultas; un editor visual que se encarga de entregar las herramientas necesarias para crear, editar, compilar y guardar sentencias de Álgebra Relacional y un módulo de administración para determinar con qué base de datos el usuario desea trabajar. Visualmente consta de una barra de operaciones la cual contiene las operaciones de Álgebra Relacional más utilizadas y una ventana con tres pestañas con información relevante para el usuario como los una descripción de los errores que han ocurrido en el proceso de ejecución del programa, las instrucciones SQL resultantes del proceso de compilación de consultas y las tablas de la base de datos con la que se trabaja.

- **Herramienta para el aprendizaje del Álgebra Relacional y optimización de consultas [1] :**

El autor realza la importancia de las Bases de Datos Relacionales en muchos ámbitos de la vida cotidiana. Indica que estas interacciones son finalmente consultas que se hacen a un Sistema Gestor de Base de Datos, y la importancia de realizar estas consultas de forma eficiente hace que el estudio de las Bases de Datos Relacionales sea algo tan imprescindible. Indica que el lenguaje para hacer consultas en un Sistema Gestor de Base de Datos es SQL, pero “*antes de aprender a realizar consultas en este lenguaje es necesario comprender las bases en las que se asienta*” [1], e indica que “*el estudio y la comprensión del Álgebra Relacional y sus principios*” [1].

---

<sup>6</sup><http://office.microsoft.com/es-hn/access/>

*son un aspecto importante en la formación en Base de Datos de los Alumnos de Ingeniería en Informática” [1]. Por ende, decide generar un herramienta que permita manipular expresiones en Álgebra Relacional, traducirlas a SQL, optimizar consultas y trabajar con ejercicios de ejemplo.*

Define a grandes rasgos que es el Modelo Relacional, el Álgebra Relacional y explica sus operaciones. A su vez, nombra algunas herramientas existentes durante el desarrollo del trabajo y las compara para dar contraste con la herramienta que desarrolló. Adiciona un Manual de Usuario que contiene una guía de instalación del programa y un tutorial completo de cómo trabajar con la herramienta. Agrega que la herramienta generada es capaz de crear y modificar consultas en Álgebra Relacional a través de una interfaz sencilla e intuitiva, crea y modifica árboles de expresiones en Álgebra Relacional de una forma visual, ejecuta consultas en la aplicación como en bases de datos externas, optimiza consultas considerando las reglas del Álgebra Relacional, traduce consultas en Álgebra Relacional a SQL e introduce relaciones y tuplas de ejemplo para ejercitarse.

## 2.7. Álgebra Relacional en la Universidad de Valparaíso

La carrera de Ingeniería Civil en Informática en la Universidad de Valparaíso es una carrera que dura 12 Semestres y el título profesional que ofrece es Ingeniero Civil Informático con mención en Gestión de Software, Gestión y Diseño de Bases de Datos y Redes y Telecomunicaciones. Dentro de su plan de estudios consta con 63. Entre ellas, se encuentra una asignatura que se imparte en el séptimo semestre, **INC402 - Modelo de Datos**.

**INC402 - Modelo de Datos** tiene una duración de 18 semanas y consta de 2 cátedras por semana de 3 horas cada una, no tiene ayudantías ni laboratorios para su ejercitación. En ella, se espera que los alumnos sean capaces de entender el papel de las bases de datos dentro de una organización, y como apoyo a los sistemas de información presentes en ésta; conocer las fases de ciclo de vida de una base de datos; conocer, analizar y aplicar las distintas técnicas de modelamiento de datos. Abarca 5 unidades: Introducción a las Bases de Datos, Diseño de Base de Datos, Álgebra y Cálculo Relacional, Modelo Relacional. La evaluación de esta asignatura consta de 2 certámenes que equivalen al 60 % de la nota final, 2 controles teóricos que equivalen al 20 % de la nota final y 1 proyecto dividido en 2 partes que equivale al 20 % de la nota final. El alumno aprueba con una nota igual o superior a 4.0 y repreuba con nota inferior a 3.5; si el alumno obtiene una nota entre 3.5 y 3.9, entonces opta por una prueba especial de toda la materia del curso. En este último caso, si obtiene

una nota igual o superior a 4.0 entonces aprobará con nota final 4.0, sino reprueba con la nota que se presenta a prueba especial. Es una asignatura de suma importancia ya que es el punta pié inicial para el estudio de las Bases de Datos, especialmente sobre el modelo Relacional, que de hecho es el fuerte de esta asignatura.

La metodología utilizada en esta asignatura son clases teóricas, apoyada de ejercicios. En ellas, el profesor de cátedra y a través de clases presenciales, enseñan los conceptos básicos que encierran el mundo de las Bases de Datos. Es un ramo muy teórico, y necesita de mucha práctica para que el alumno sea capaz de entender los conceptos que atiende este curso.

La Unidad 4 de esta asignatura es sobre **Álgebra y Cálculo Relacional** consta de 9 cátedras y en él se estudian las operaciones fundamentales, las operaciones extendidas y las funciones agregadas para el Álgebra Relacional. Durante esta etapa, el docente a cargo del curso enseña y ejemplifica en pizarra los problemas de Álgebra Relacional y los alumnos por su parte ejercitan los problemas de Álgebra Relacional a base de lápiz y papel. Por ende, no poseen herramientas automáticas que se adecuen a las necesidades de la universidad para la enseñanza y práctica de ejercicios de Álgebra Relacional. La idea es entregar a este curso una aplicación poderosa y que soluciones los problemas tanto del alumnado para poder ejercitarse y obtener resultados inmediatos de sus problemas y consultas en Álgebra Relacional, como para el docente encargado que necesita de una herramienta que sea capaz de decirle dónde y cómo se equivocan los alumnos para poder encaminar de mejor manera la asignatura.

En el Capítulo 3 se analiza a fondo cuál es la problemática que se presenta en esta asignatura, tanto como profesores como alumnos y se presenta una solución factible y viable que será capaz de satisfacer las necesidades del curso.

# **Capítulo 3**

## **Problema**

### **3.1. Definición del Problema**

En esta sección se presenta el problema que se tratará en el presente Trabajo de Título, la solución propuesta para resolver el problema, finalizando con la importancia de éste.

#### **3.1.1. Problema**

La Escuela de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso dentro de su malla curricular contiene una asignatura que se especializa en el conocimiento de las Bases de Datos Relacionales, llamado INC402 - Modelo de Datos. En esta asignatura se enseña los distintos enfoques de modelos de bases de datos, centrándose principalmente en el modelo relacional, cómo generar modelos relationales y comprender el tratamiento de consultas mediante el Álgebra Relacional. Es un curso totalmente teórico y es la base para entender los Sistemas Gestores de Bases de Datos que utilizan Base de Datos Relacionales. Si bien el curso presenta un temario suficiente para comenzar a trabajar directamente con Bases de Datos Relacionales, presenta falencias importantísimas a la hora de enseñar y medir el conocimiento de los alumnos, sobretodo en Álgebra Relacional.

Tal como el pseudo-código nos ayuda a entender como trabajar con distintos lenguajes de programación, el Álgebra Relacional es la base de todo Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL) y su comprensión es de suma importancia al momento de realizar consultas en cualquier Sistema Gestor de Base de Datos.

La metodología utilizada para enseñar el lenguaje se centra en clases presenciales donde se explica qué es el Álgebra Relacional y cómo trabajar con él, ejemplos hechos

desde el pizarrón y guías en papel con ejercicios para practicarlo. Esto acarrea una serie de problemas tanto para los alumnos como para el profesor. Uno de ellos es que cuando se realizan ejercicios en papel los alumnos no tienen forma de saber si sus consultas funcionan correctamente, es decir, no saben si su resultado es el deseado o si la sintaxis utilizada es la correcta, obligándolos a esperar hasta encontrarse con algún Sistema Gestor de Base de Datos para recién probar sus consultas. El profesor por su parte puede formular muchos problemas, guiar el trabajo en clases y entregar una manera correcta de resolverlo, pero los ejercicios realizados por los alumnos fuera de la clase no pueden ser revisados en su totalidad. Herramientas automáticas para trabajar con Álgebra Relacional ya están implementadas, pero ninguna se adecua a las necesidades de la asignatura, por ende no son utilizadas. Junto con esto, y dado la situación anterior, no existe forma de saber cómo y en qué se equivocan los alumnos a la hora de enfrentarse a un problema donde se utilice el Álgebra Relacional fuera del aula. Además, no existe un registro de los errores más cometidos ni la frecuencia de los mismos.

### **3.1.2. Solución Propuesta**

Este Trabajo de Título tiene como objetivo crear una aplicación que permita trabajar directamente con consultas en Álgebra Relacional, de tal manera que los alumnos de Modelo de Datos de la Escuela de Ingeniería Civil Informática puedan aprender y ejercitarse de forma didáctica sus consultas en Bases de Datos Relacionales. Junto con ésto, se implementará un módulo de extracción de datos con el fin de recopilar información de entrada ingresada por los alumnos que utilicen la aplicación para así obtener un feedback más representativo y directo a través de alguna técnica de Minería de Datos. Ésta información tendrá todo tipo de datos del alumno y acciones que ejecute en el programa como errores de consulta, tiempos entre consultas, errores en respuestas de ejercicios, entre otros. Finalmente, por medio de alguna técnica de Minería de Datos, obtener datos descriptivos de cómo trabajan los alumnos y cuales son sus errores.

### **3.1.3. Importancia del trabajo**

Gracias a esto, el alumno podrá detectar de manera inmediata y automática si sus consultas tienen una sintaxis adecuada o si estas entregan los resultados esperados. De esta forma, el alumno se enfocará directamente en trabajar con Álgebra Relacional y no tendrá la necesidad de enfrentarse directamente con un Sistema Gestor de Base de Datos, evitando la tarea de aprender la sintaxis en lenguaje SQL.

Por otra parte, y gracias al sistema de extracción de datos, se podrá hacer un

seguimiento del trabajo de cada alumno al momento de realizar sus consultas. De esta forma el profesor tendrá la posibilidad de realizar un análisis sobre los datos obtenidos con el fin de saber, por ejemplo, cuáles son los errores más comunes, la frecuencia de ellos o la cantidad de alumnos que no comenten ningún error. Esto resulta de mucha ayuda para el profesor, ya que el feedback obtenido gracias al estudio de estos datos puede ser utilizado para reforzar las áreas donde los alumnos presenten más problemas, personalizando aún más el aprendizaje de los alumnos.

## 3.2. Objetivos

En esta sección se da a conocer el Objetivo General del Trabajo de Título, junto con los Objetivos Específicos que se desprenden de él.

### 3.2.1. Objetivo General

El objetivo principal de este Trabajo de Título es desarrollar una aplicación que ejecute consultas de Álgebra Relacional con el fin de entregar una herramienta didáctica para fomentar el aprendizaje de este lenguaje, además de construir un módulo de extracción de datos para el posterior estudio del comportamiento de los alumnos mientras usan la aplicación, mediante alguna técnica de Minería de Datos, con la finalidad ser un apoyo en la enseñanza del Álgebra Relacional.

### 3.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar una toma de requerimientos con el fin de establecer el dominio de trabajo, delimitar la frontera y analizar las necesidades fundamentales que la aplicación debe satisfacer.
- Diseñar, codificar y testear la aplicación para consultas de Álgebra Relacional.
- Desarrollar una Base de Datos que recopile los datos de las consultas realizadas y conductas de los sujetos de prueba en tiempo de ejecución.
- Crear distintas Bases de Datos de ejemplo para importar a la aplicación a desarrollar.

- Desarrollar un set de ejercicios de ejemplos para cada base de datos de ejemplo.
- Diseñar, codificar y testear un módulo para la captura de datos de las consultas realizadas de los sujetos de prueba en tiempo de ejecución, es decir, errores cometidos, sintaxis, entre otros.
- Utilizando técnicas de Minería de Datos, analizar e interpretar los datos obtenidos de las pruebas desde la Base de Datos de recolección de información.

# **Capítulo 4**

## **Análisis**

### **4.1. Especificación de Requerimientos**

En esta sección se presenta los requerimientos que debe satisfacer la aplicación a desarrollar. Estos requerimientos serán diferenciados en dos tipos: los requerimientos funcionales que se muestran en la Sección 4.1.1 y los requerimientos no funcionales que están en la Sección 4.1.2.

#### **4.1.1. Requerimientos Funcionales**

La Tabla 4.1 contiene los requerimientos funcionales del sistema. Cada uno contiene un identificador, una descripción y un atributo que describe si el requerimiento es obligatorio (O), deseable (D) o prescindible (P).

#### **4.1.2. Requerimientos No Funcionales**

La Tabla 4.2 contiene los requerimientos no funcionales del sistema. Cada uno contiene un identificador, el atributo de calidad que satisface dicho requerimiento, una descripción de él y un atributo que describe si el requerimiento es obligatorio (O), deseable (D) o prescindible (P).

<b>Requerimientos Funcionales</b>		
<i>Id</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>
RF01	El Programa debe permitir realizar consultas en Álgebra Relacional, es decir, utilizando operadores básicos y funciones agregadas.	O
RF02	La aplicación debe contar con un set de Base de Datos que sirvan de ejemplo para los alumnos.	O
RF03	La aplicación debe tener un set de preguntas relacionadas a cada Base de Datos de ejemplo.	O
RF04	El alumno debe tener la posibilidad de generar relaciones e insertar tuplas en ellas.	D
RF05	El alumno puede insertar funciones de consultas en Álgebra Relacional vía botones presentados en la interfaz gráfica del programa o directamente desde teclado.	O
RF06	El alumno debe ser capaz de observar gráficamente por medio de una tabla el resultado de sus consultas.	O
RF07	El programa debe identificar e informar los errores ocurridos a la hora de ejecutar las consultas ingresadas.	O
RF08	La aplicación debe tener un manual de usuario que explique cómo utilizar la herramienta.	O
RF09	La aplicación debe poder guardar alumnos, además de un login para poder ingresar a él.	O
RF10	El programa debe ser capaz de guardar y exportar los datos de ingreso y salida de datos de cada consulta durante una sesión, es decir, todo lo que realiza el usuario.	O
RF11	El programa debe poder transformar las consultas en Álgebra Relacional a Lenguaje SQL.	D
RF12	La aplicación debe poder guardar la sesión en la que trabaja un alumno.	P
RF13	El alumno puede crear sus propias Bases de Datos	D
RF14	El programa debe permitir mostrar resultados del trabajo realizado por los alumnos utilizando algún algoritmo de Minería de Datos.	O

Tabla 4.1: Requerimientos funcionales del sistema.

<b>Requerimientos No Funcionales</b>			
<i>Id</i>	<i>Atributo de Calidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>
RNF 01	Rendimiento	El programa debe tener un tiempo de respuesta no mayor a 5 segundos en carga y creación de relaciones y tuplas.	D
RNF 02	Mantenibilidad	La plataforma debe contener código debidamente comentado y programado en módulos para que se entienda y sea más fácil su mantenimiento.	O
RNF 03	Disponibilidad	La aplicación debe ser una plataforma WEB, con la finalidad de que cualquier alumno o profesor con internet, pueda acceder a él.	O
RNF 04	Usabilidad	Al usuario no le debe tomar más de 1 hora entender las funcionalidades básicas del sistema, específicamente: cargar relaciones, hacer consultas y ver resultados.	D

Tabla 4.2: Requerimientos no funcionales del sistema.

## 4.2. Actores del Sistema

Dentro de la aplicación que se desarrollará para este Trabajo de Título se pueden identificar distintos tipos de usuarios. La Tabla 4.3 muestra el nivel de conocimiento que

tienen los usuarios que interactuan con la aplicación.

Nivel de Conocimiento	Descripción
Experto	Usuario con conocimientos avanzados en Bases de Datos y Álgebra Relacional
Básico	Usuario con conocimientos básicos en Base de Datos y Álgebra Relacional

Tabla 4.3: Nivel de conocimiento de los usuarios.

La Tabla 4.4 contiene los usuarios del sistema, cada uno descrito por un identificador, el nombre de dicho usuario, su nivel de conocimiento y una breve descripción de él.

Id	Nombre	Nivel de Conocimiento	Descripción
USR 01	Profesor	Experto	Es el usuario que administra la plataforma. Principalmente es el encargado de permitir y denegar usuarios, generar las bases de datos de ejemplos y ejecutar los algoritmos necesarios para la extracción de datos del trabajo hecho por los alumnos.
USR 02	Alumno	Básico	Usuario que está interesado en el estudio del Álgebra Relacional. Su principal tarea es realizar consultas en Álgebra Relacional y obtener resultado de éstas.

Tabla 4.4: Usuarios del sistema.

### 4.3. Funciones del Sistema

En esta sección se listan las Funciones del Sistema que debe tener la aplicación a desarrollar. Esta lista se muestra en la Tabla 4.5, donde para cada función se tiene un identificador, una breve descripción y atributo que describe si el requerimiento es obligatorio (O), deseable (D) o prescindible (P).

<b>Funciones del Sistema</b>		
<i>Id</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>
F01	Autorizar las creaciones de cuentas de alumnos y profesores.	O
F02	Autorizar la modificaciones de cuenta personales de los alumnos y los profesores.	O
F03	Autorizar al profesor la agregación, modificación y eliminación de datos de los alumnos.	O
F04	Permitir al profesor la creación, modificación y eliminación de bases de datos.	O
F05	Permitir al profesor la creación, modificación y eliminación de relaciones para cada base de datos.	O
F06	Permitir al profesor la creación, modificación y eliminación de tupla para cada relación.	O
F07	Permitir al profesor la creación, modificación y eliminación de ejercicios y su solución para cada base de datos.	O
F08	Permitir al alumno la carga de bases de datos.	O
F09	Permitir al alumno la creación, modificación y eliminación de sus propias relaciones.	D
F10	Permitir al alumno la creación, modificación y eliminación de sus propias tuplas.	D
F11	Permitir al alumno cargar y responder ejercicios de cada base de datos.	O
F12	Permitir a los usuarios ejecutar consultas en Álgebra Relacional, vía teclado o por medio de botones con cada operador relacional	O
F13	Permitir la visualización del resultado de las consultas.	O
F14	Permitir la visualización de errores, si es que existen, para cada consulta.	O
F15	Permitir el almacenamiento y carga de la sesión en la que trabaja un alumno.	D
F16	Permitir el almacenamiento de datos de la sesión en la que trabaja cada alumno.	O
F17	Permitir al profesor la ejecución de un algoritmo de Minería de Datos para el estudio de datos de la sesión de los alumnos.	O
F18	Permitir al alumno la creación de bases de datos propias	D

Tabla 4.5: Funciones del Sistema.

### 4.4. Casos de Usos

Esta sección describe el comportamiento del sistema por medio de los Casos de Usos. La Sección 4.4.1 contiene el modelo de casos de usos y la Sección 4.4.2 contiene el detalle de cada caso de uso.

#### 4.4.1. Modelo de Casos de Usos

En la Figura 4.1 se presenta el Diagrama de Casos de Usos de la aplicación a generar. Éste cuenta con todas las funcionalidades necesarias para satisfacer los requerimientos descritos en la Sección 4.1.

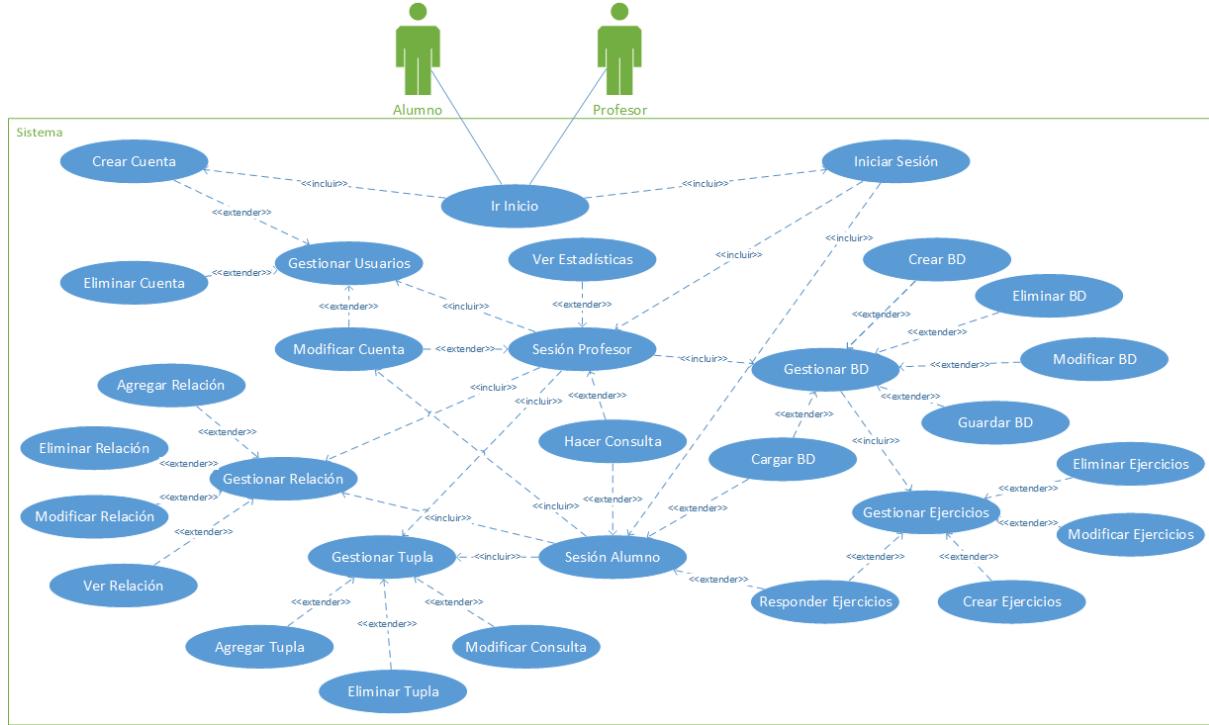


Figura 4.1: Diagrama de Casos de Usos.

#### 4.4.2. Casos de Usos Extendidos

En el Apéndice A se presentan los casos de Usos Extendidos del Sistema, junto con un diagrama de secuencias y un diagrama de estados.

## 4.5. Modelo Conceptual

La Figura 4.2 muestra el Modelo Conceptual perteneciente a la Aplicación a Desarrollar. En él se muestran las principales entidades participantes, además de las relaciones que hay entre ellas.

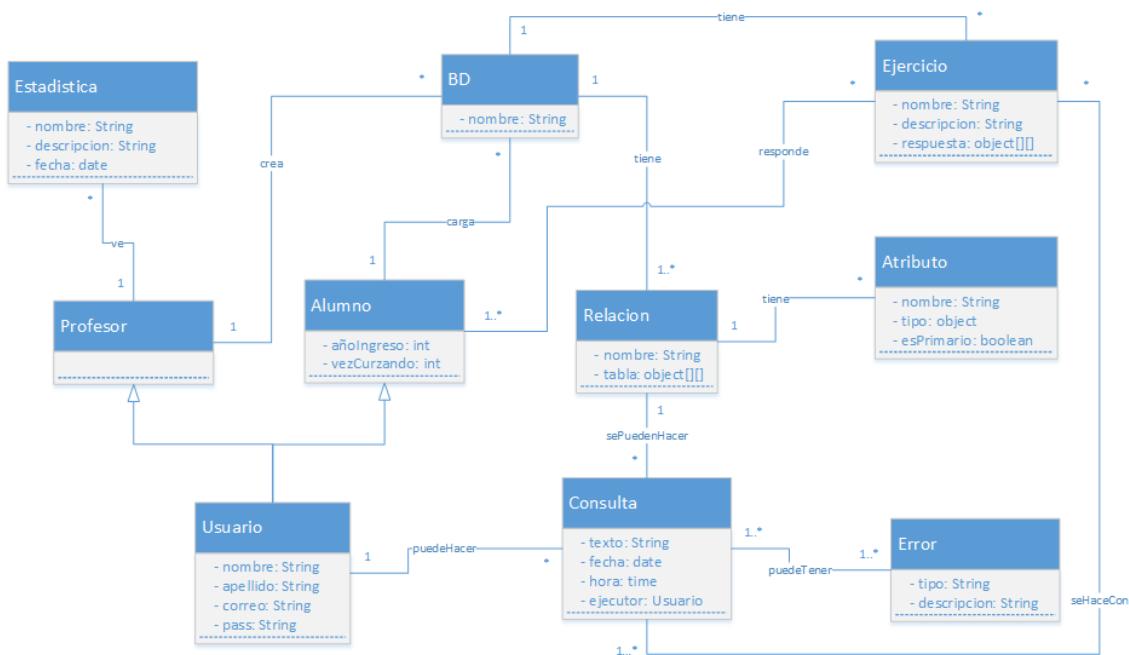


Figura 4.2: Modelo Conceptual.

# **Capítulo 5**

## **Diseño**

El presente capítulo corresponde a la descripción de la estructura del sistema a desarrollar, el cual considera un conjunto de modelos en distintos niveles de abstracción. Estos modelos detallan cada subsistema que lo compone, los datos que manipula y las distintas interfaces que tiene [11].

Este capítulo se divide de la siguiente forma: en la Sección 5.1 se detalla el Diseño Arquitectónico, luego en la Sección 5.2 se define el Diseño de la Interfaz del Sistema, después en la Sección 5.3 se define el Diseño Lógico, en la Sección 5.4 se muestra el Diseño de Datos y finalmente en la Sección 5.5 se define el Diseño de Pruebas.

### **5.1. Diseño Arquitectónico**

El Diseño Arquitectónico es la primera etapa en el proceso de diseño de aplicación y “*representa un enlace crítico entre los procesos de ingeniería de diseño y de requerimientos*” [11].

La arquitectura presente en la aplicación de este Trabajo de Título es un modelo de 3 capas, debido a que “*soporta el desarrollo incremental de sistemas*” [11]. Ésto es de suma importancia, ya que en primera instancia se puede implementar funcionalidades básicas del sistema y luego ir agregando más servicios. Además esta arquitectura permite un mejor mantenimiento de la aplicación, gracias a que cada capa se preocupa de un trabajo específico. También, esta arquitectura soporta muy bien los cambios ya que si hace alguna modificación en una capa, ésta impactará solamente en las capas adyacentes; e incluso si las interfaces de comunicación entre capas no presentan ningún cambio, una capa puede ser reemplazada por otra equivalente [11].

### 5.1.1. Modelo de Capas

El Modelo de Capas es una arquitectura que “*organiza el sistema en capas, cada una de las cuales proporciona un conjunto de servicios*” [11]. La arquitectura que se muestra en la Figura 5.1 consta de 3 capas, cada una de ellas posee una responsabilidad dentro del sistema.

- **Capa Vista:** En esta capa se encuentran todas las interfaces que permiten interactuar con las funcionalidades de la aplicación. Las interfaces presentes en este sistema son: Interfaz de Profesor e Interfaz de Alumno. Esta capa solamente se comunica con la Capa Lógica.
- **Capa Lógica:** Contiene todas las funcionalidades, operaciones y servicios que ofrece el sistema. En ésta, se recibe y procesan todas las peticiones de usuario provenientes desde la Capa Vista. En caso de ser necesario, ésta se comunicará con la Capa de Datos para almacenar o recuperar datos.
- **Capa Datos:** Aquí se encuentran toda la información almacenada del sistema. Acá se almacena y administra los distintos datos de los alumnos, ejercicios, relaciones, entre otros. Esta capa recibe las consultas de recuperación o almacenamiento provenientes desde la Capa Lógica.

### 5.1.2. Vista de Módulos

El programa a desarrollar se compone de distintos módulos que se muestran en la Figura 5.2. Cada uno de ellos agrupa una serie de funciones comunes entre sí, lo que permite visualizar todo el sistema modularmente. Los módulos que forman parte del sistema son:

- **Módulo Interfaz:** Contiene todos los componentes y funcionalidades encargadas de la visualización de las diferentes interfaces para cada tipo de usuario. Éstas permiten mostrar al usuario las funcionalidades que tiene el sistema y el resultado de éstas al ser utilizadas.
- **Módulo Controlador:** Engloba todos los componentes controladores que reciben peticiones desde la vista y las redirecciona hacia algún componente en la capa lógica

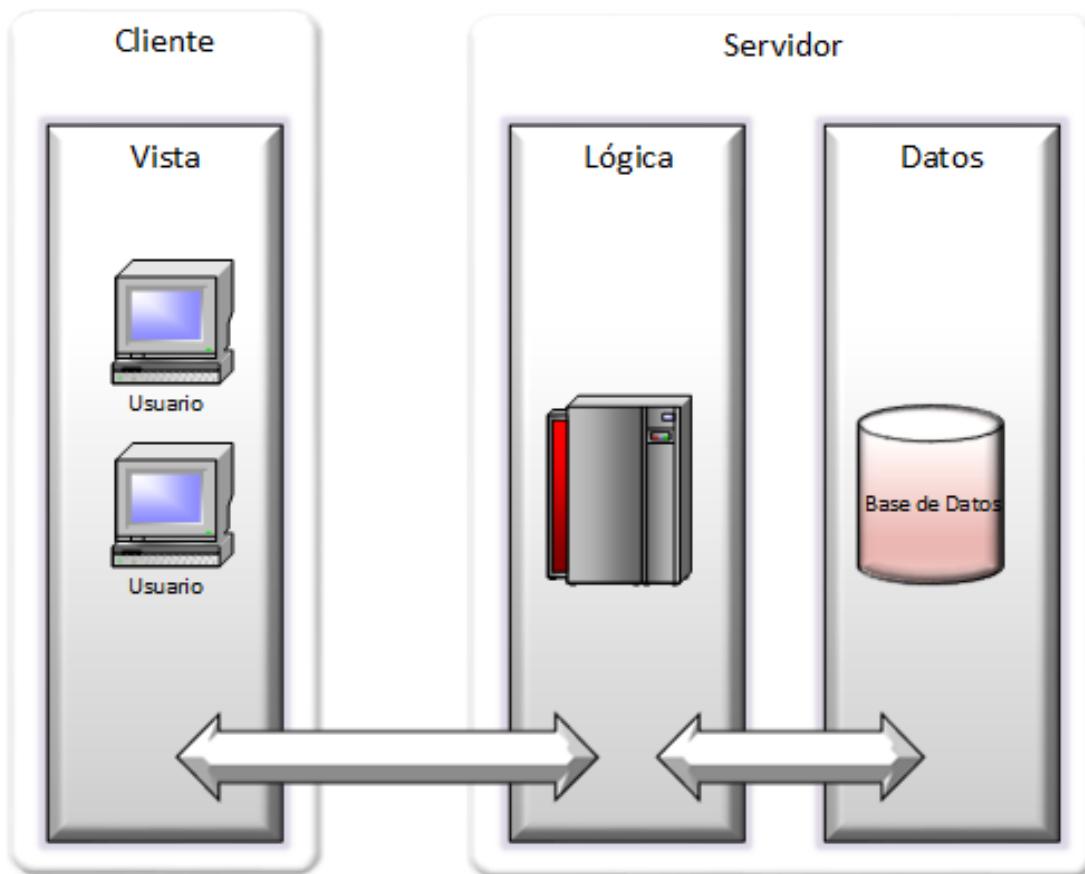


Figura 5.1: Arquitectura del Sistema.

que sea capaz de realizar dicha petición. Además, este componente es capaz de recibir información desde la lógica y enviarla a la capa vista para que sea visualizada por el usuario.

- **Módulo Gestión de Sesión:** Módulo encargado de la carga y almacenamiento de las sesiones de cada usuario que ingresa al sistema.
- **Módulo Gestión de Usuarios:** Es el encargado de la creación, eliminación y actualización de los usuarios que ingresan al sistema. Es importante recalcar que el sistema sólo permite la gestión de alumnos, y la existencia de un único profesor administrador del sistema.

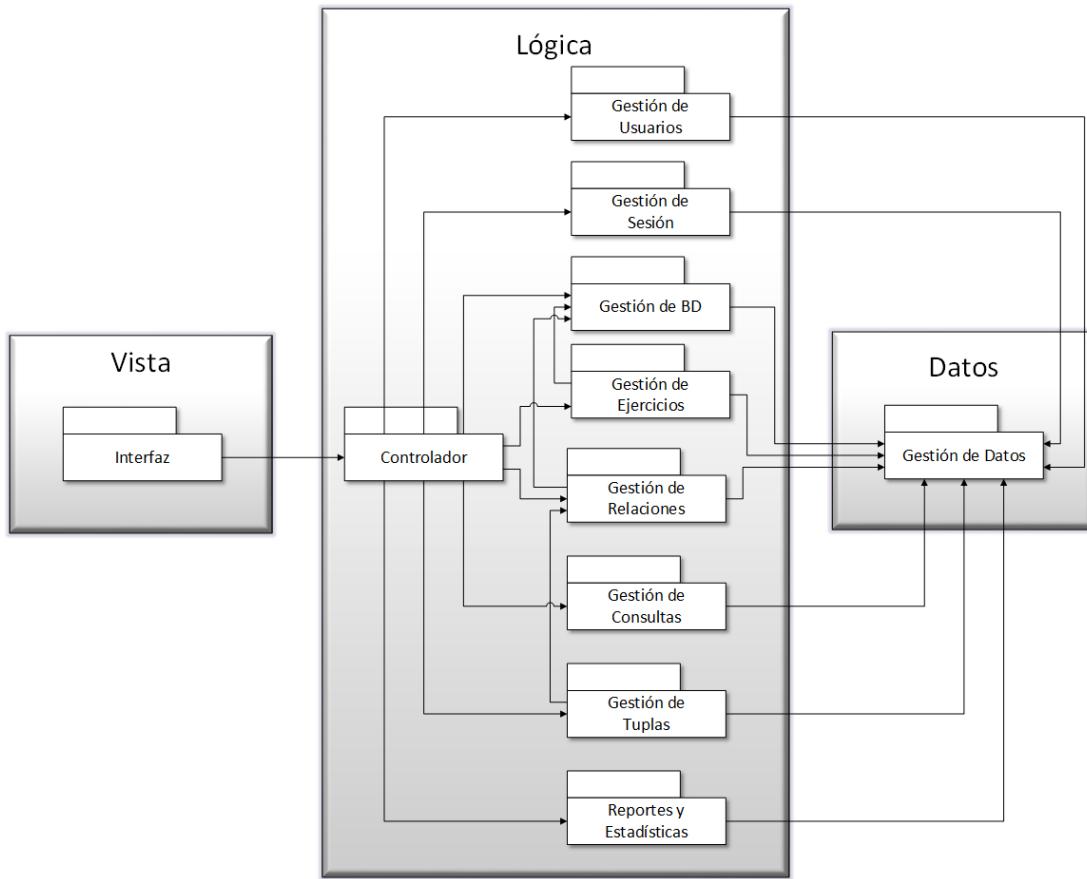


Figura 5.2: Vista de Módulos y dependencia entre ellos.

- **Módulo Gestión de BD:** Módulo que reúne todas las funcionalidades que pertenecen a la gestión de bases de datos, por ende tiene una dependencia con los módulos de Gestión de Ejercicios y Gestión de Relaciones, debido a que tanto los ejercicios como las relaciones pertenecen a cada base de datos.
- **Módulo Gestión de Ejercicios:** Engloba todos los componentes relacionados a la creación, modificación y eliminación de ejercicios para cada base de datos en el sistema.
- **Módulo Gestión de Relaciones:** Contiene las funcionalidades que pertenecen a la creación, modificación y eliminación de relaciones en cada base de datos que está en el sistema. Debido a que este módulo administra las relaciones del sistema, tiene una dependencia con el módulo Gestión de Tuplas ya que cada tupla pertenece a una

relación.

- **Módulo Gestión de Consultas:** Centraliza todos los componentes dirigidos a la gestión de consultas, es decir: ejecución y verificación de consultas realizadas por usuarios.
- **Módulo Gestión de Tuplas:** Módulo que contiene todas las funcionalidades que respectan a la creación, eliminación y modificación de tuplas para cada relación.
- **Módulo Reportes y Estadísticas:** Módulo encargado de agrupar las funcionalidades que tratan la carga de datos de sesiones de los alumnos y su posterior análisis vía alguna técnica de minería de datos.
- **Módulo Gestión de Datos:** Integra las funcionalidades y componentes de la gestión de datos hacia la base de datos central del sistema, ya sea para su lectura o actualización.

### 5.1.3. Vista de Componentes

En la Sección 5.1.2 se definieron y explicaron los módulos que componen el sistema. La Figura 5.3 contiene el modelo de Vista de Componentes del sistema, en él se aprecian todos los componentes, sus dependencias e interfaces. Cada módulo agrupa un conjunto de componentes, los cuales serán descritos a continuación.

- **Módulo Interfaz:** Este módulo contiene 3 componentes:
  - **Componente Interfaz Inicio:** Este componente contiene la interfaz de inicio y el formulario para identificar a los usuarios, tanto alumno como profesor, que ingresan al sistema. Además, contiene la interfaz para la creación de cuentas, para que los alumnos que entren a la aplicación por primera vez puedan hacer uso de ella.
  - **Componente Interfaz Alumno:** Componente que engloba todas las interfaces de las funcionalidades que un alumno puede utilizar en el sistema. Contiene menús y formularios, con el fin de acceder a estas funcionalidades de forma

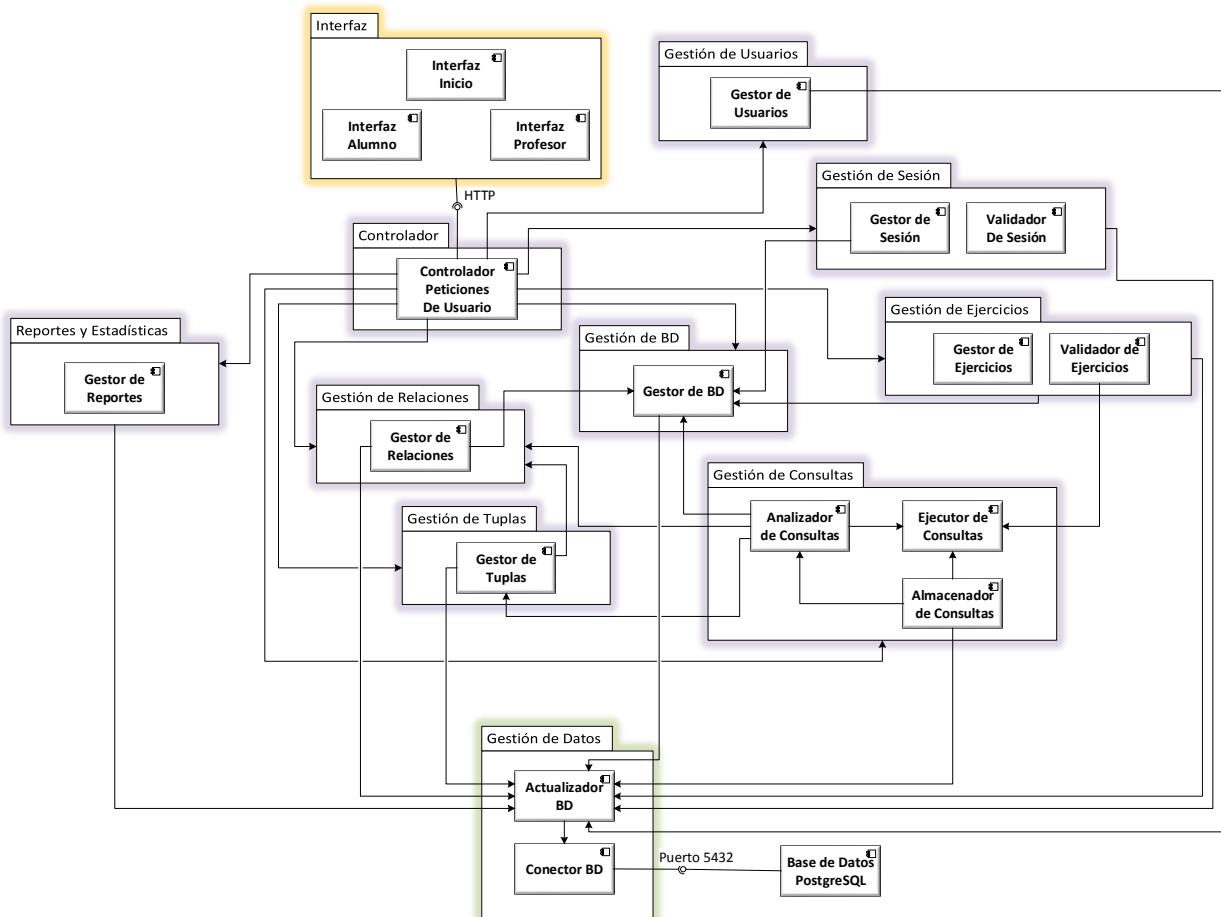


Figura 5.3: Vista de Componentes.

interactiva.

- **Componente Interfaz Profesor:** Componente que engloba todas las interfaces de las funcionalidades que el profesor puede utilizar en el sistema. Contiene menús y formularios, con el fin de acceder a estas funcionalidades de forma interactiva.
- **Módulo Controlador:** Este módulo contiene un componente:

- **Componente Controlador de Peticiones de Usuario:** Este componente contiene recibe las peticiones de los usuarios desde la Interfaz, las procesa y las redirecciona a los módulos correspondientes para resolver dicha tarea.
- **Módulo Gestión de Usuarios:** Este módulo contiene un componente:
  - **Componente Gestor de Usuarios:** Componente que contiene todas las funcionalidades para procesar los ingresos, modificaciones y eliminaciones de usuarios, específicamente de tipo alumno. Este componente depende del *Actualizador BD* para poder ingresar a la base de datos y poder ejecutar sus funciones.
- **Módulo Gestión de Sesión:** Este módulo contiene 2 componentes:
  - **Componente Gestor de Sesión:** Componente encargado de cargar y guardar la sesión en la que trabaja el usuario, en específico, las bases de datos generadas por el alumno. Por esto último, tiene una dependencia al componente *Gestor de BD*.
  - **Componente Validador de Sesión:** Este componente se preocupa de la validación de la sesión cargada, en otras palabras, de que si los datos ingresados para iniciar la sesión son válidos. Este componente tiene una dependencia con el componente *Actualizador BD*, ya que a través de él puede accesar a la base de datos para poder hacer la validación.
- **Módulo Gestión de Ejercicios:** Este módulo contiene 2 componentes:
  - **Componente Gestor de Ejercicios:** Componente que contiene las funcionalidades de guardado, modificación, eliminación y carga de la lista de ejercicios que contiene cada base de datos, por ende tiene una dependencia al componente **Gestor de BD**. Además, para poder aplicar sus funcionalidades, debe hacer uso del componente *Actualizador BD*. De esta forma, puede hacer uso de la base de datos del sistema.

- **Componente Validador de Ejercicios:** Componente que agrupa todas las funcionalidades de validación de ejercicios, es decir, que verifica si un ejercicio se responde correctamente o no. Éste tiene una dependencia al componente **Ejecutor de Consulta**, ya que por medio de una consulta en Álgebra Relacional, se responde un ejercicio. Además, tiene una dependencia con el componente *Actualizador BD*, ya que debe hacer uso de la base de datos del sistema.

- **Módulo Gestión de BD:** Este módulo contiene un componente:

- **Componente Gestor de BD:** Componente encargado de la carga, guardado, modificación y eliminación de bases de datos de Álgebra Relacional. Este componente tiene una dependencia con el componente *Actualizador BD*, ya que debe hacer uso de la base de datos del sistema para poder ejecutar sus funciones.

- **Módulo Gestión de Relaciones:** Este módulo contiene un componente:

- **Componente Gestor de Relaciones:** Este componente contiene funciones para guardado, modificación y eliminación de relaciones en una base de datos relacional. Éste componente tiene una dependencia con el componente *Gestor de BD*, ya que a través de él identifica que relaciones utilizar. Además tiene una dependencia con el componente **Actualizador BD**, debido al acceso a la base de datos del sistema para poder guardar, modificar o eliminar relaciones.

- **Módulo Gestión de Tuplas:** Este módulo contiene un componente:

- **Componente Gestor de Tuplas:** Componente que contiene todas las funciones de carga, ingreso, eliminación y modificación de tuplas en una relación. Este componente tiene una dependencia con el componente *Gestor de Relaciones*, ya que para cada relación existe una lista de tuplas. Además, tiene una dependencia con el componente *Actualizador BD*, ya que debe hacer ingreso a la base de datos del sistema para poder acceder a las tuplas.

- **Módulo Gestión de Consultas:** Este módulo contiene 3 componentes:

- **Componente Analizador de Consultas:** Este componente contiene todas las funcionalidades que respectan a analizar consultas, es decir, la verificación de errores sintácticos. Dentro de éste, existe una librería llamada ANTLR<sup>1</sup>, una herramienta para el reconocimiento, elaboración, ejecución y traducción de lenguaje estructurado; que por medio de una gramática, genera un analizador que puede construir árboles de análisis sintáctico.
  - **Componente Ejecutor de Consultas:** Componente que contiene las funcionalidades que respectan a la ejecución de consultas, es decir, la definición de las consultas en Álgebra Relacional. Tal como el componente *Analizador de Consulta*, utiliza la librería ANTLR para la ejecución de las consultas en Álgebra Relacional.
  - **Componente Almacenador de Consultas** Éste alberga todas las funcionalidades para el almacenamiento de consultas, es decir, si el resultado es correcto en función de un ejercicio, que tipo de errores contiene la consulta, que bases de datos, relaciones o consultas afecta, entre otros. Éste es clave, ya que es el que permite el almacenamiento de datos para su posterior estudio por medio de alguna técnica de Minería de datos. El Almacenador de consultas depende del *Analizador de Consultas*, ya que de ahí extrae los errores de la consulta, además de donde se ejecuta y del *Ejecutor de Consultas*, ya que de ahí obtiene el resultado de la consulta. Además, tiene una dependencia con el componente *Actualizador BD*, ya que debe hacer ingreso a la base de datos del sistema para poder guardar el resultado de la consulta.
- **Módulo Reportes y Estadísticas:** Este módulo contiene un componente:
- **Componente Reportes y Estadísticas:** Este componente es el encargado de revisar, verificar y encontrar patrones, por medio de alguna técnica de minería de datos, de todas las acciones ejecutadas en el sistema, específicamente: tipos de consultas, errores de consultas, errores en ejercicios, tiempos de respuesta entre ejercicios, entre otros. Éste componente tiene una dependencia con el componente *Actualizar BD*, ya que necesita hacer acceso a la base de datos del sistema, para cargar los datos generados desde el componente *Almacenador de Consultas*.

---

<sup>1</sup><http://www.antlr.org>

- **Módulo Gestión de Datos:** Este módulo contiene 2 Componentes:
  - **Componente Actualizador BD:** Componente que engloba todos los accesos a base de datos de todos los componentes del sistema. Éste tiene una dependencia con el componente *Conektor BD*, ya que el *Actualizador BD* prepara las consultas y las ejecuta por medio del componente *Conektor BD*.
  - **Componente Conektor BD:** Este componente contiene la interfaz de acceso a la base de datos. Se encarga de ser el puente conector entre la capa lógica y la capa de datos, y es el que tiene acceso directo con la base de datos.

## 5.2. Diseño Interfaz

En la presente sección, se explicará como será la interfaz de la aplicación. Para ello, en la Sección 5.2.1 se presentan las principales interfaces con la que el usuario trabajará y en la Sección 5.2.2 se muestra un árbol de cómo es la navegación dentro del sistema para cualquier usuario.

### 5.2.1. Interfaces de Usuario

En el Apéndice B se presentan las principales interfaces del usuario, junto con una explicación de cada uno de ellos.

### 5.2.2. Esquema de Navegación

El esquema de navegación presentado en la presente sección posee una topología jerárquica jerárquica, la que se visualiza al instante de ingresar ordenadamente a las funcionalidades a través de los elementos gráficos que contiene la interfaz. Las Figuras 5.4 y 5.5 contienen el modelo de navegación de usuario para Profesor y Alumno respectivamente.

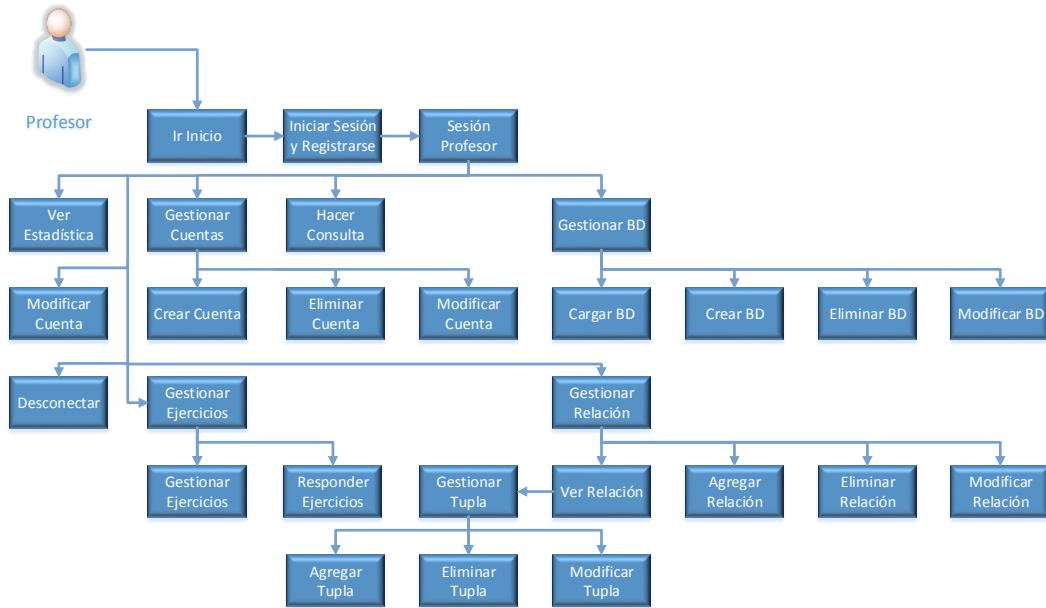


Figura 5.4: Esquema de Navegación Profesor.

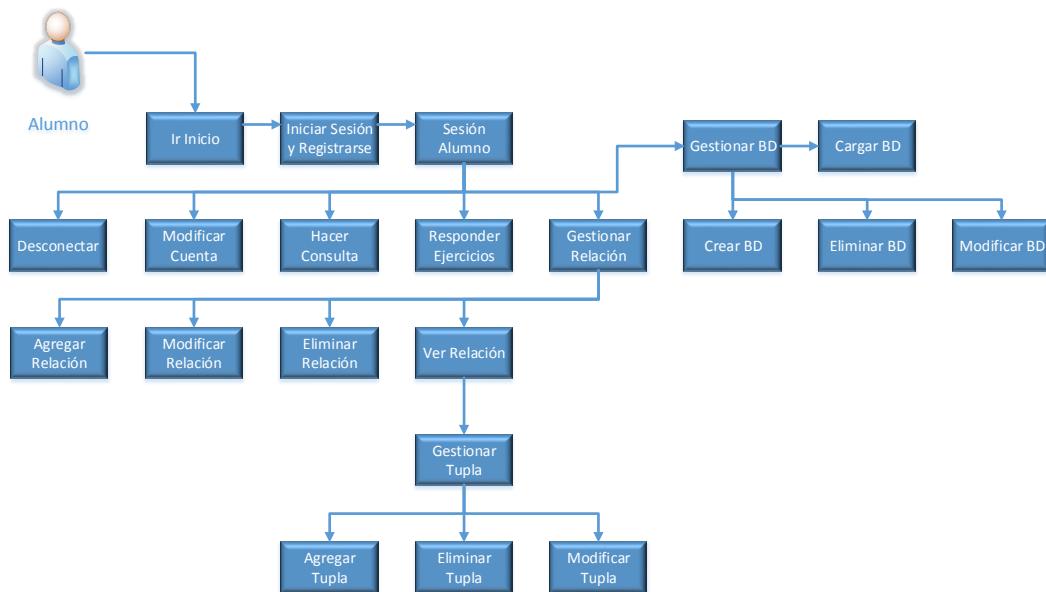


Figura 5.5: Esquema de Navegación Alumno.

## 5.3. Diseño Lógico

La presente sección tiene como objetivo proporcionar la estructura para el desarrollo del sistema. En la Sección 5.3.1 se muestran los Casos de Usos Reales y en la Sección 5.3.2 se define el Diagrama de Clases.

### 5.3.1. Casos de Usos Reales

En el Apéndice C se presentan los casos de usos reales de la aplicación, acompañados con figuras etiquetadas que explican donde se encuentran las funcionalidades explicada por cada caso de uso real.

### 5.3.2. Diagrama de Clases

En la Figura 5.6 se presenta el diagrama de clases de la aplicación a desarrollar. Ahí se presentan cada una de las clases implicadas en la funcionalidad del sistema y como interactúan entre ellas. A continuación se muestra una breve explicación de cada clase:

- **CargarBDBean:** Es la clase controladora encargada de la comunicación entre la interfaz y la lógica para poder cargar una base de datos seleccionada por un usuario.
- **CrearCuentaBean:** Clase controladora preocupada de la comunicación entre la interfaz y la capa lógica para la creación de usuarios alumnos por medio de una sesión de profesor.
- **EliminarCuentaBean:** Clase controladora encargada de la comunicación entre la interfaz y la capa lógica para la eliminación de cuentas de alumnos por medio de una sesión de profesor.
- **EstadisticasView:** Clase encargada de procesar las estadísticas cargadas desde la base de datos y enviarlas a la interfaz para que sea visualizadas por el usuario.
- **GestionarEjerciciosBean:** Clase preocupada de controlar todas las funcionalidades que respectan a la gestión de Ejercicios en el sistema desde la capa vista a la capa de negocio. En ella se puede crear, modificar o eliminar distintos ejercicios para alguna

base de datos cargada.

- **HacerConsultaBean:** Es la clase controladora encargada de procesar y comunicar las peticiones entre la interfaz y la capa lógica para las consultas en el lenguaje de Álgebra Relacional hechas por los usuarios.
- **LoginBean:** Clase controladora que se preocupa de gestionar, desde la interfaz a la lógica, las distintas funcionalidades para el inicio de sesión y para la creación de cuentas de alumnos.
- **MenuView:** Clase preocupada controlar los distintos menús que corresponden a cada usuario. De esta forma, un alumno no puede entrar vía menú a vistas que son exclusivamente del profesor.
- **ModificarCuentaBean:** Clase preocupada de controlar todas las funcionalidades que respectan a la eliminación de cuentas de alumno realizadas por un profesor.
- **ModificarCuentaAlumnoBean:** Clase encargada de todas las funcionalidades de modificación de cuenta del alumno. Ésta permite al alumno modificar sus propios atributos en el sistema.
- **ModificarCuentaProfesorBean:** Clase encargada de todas las funcionalidades de modificación de cuenta del profesor. Ésta permite al profesor modificar sus propios atributos en el sistema.
- **ObtenerCalificacionBean:** Clase controladora encargada de procesar los resultados del alumno y enviarlos a la capa vista para que sea visualizadas, además preparar estos datos para ser guardados en una base de datos.
- **ResponerEjerciciosBean:** Clase controladora encargada recibir y enviar a interfaz los distintos ejercicios que posee una base de datos. Además, esta clase envía estos resultados a la clase *ObtenerCalificacionBean* para que sean procesados por éste.

- **Util:** Clase encargada de guardar funcionalidades que se constantemente utilizadas por otras clases, entre ellas, obtener las variables de sesión activas y recargar una base de datos.
- **User:** Clase que encapsula los datos del Usuario en el sistema. Ésta clase contiene todos los datos del usuario, además de las distintas bases de datos.
- **Atributo:** Clase que encapsula la información de los atributos de una relación.
- **Consulta:** Clase que contiene todos los datos de las consultas realizadas durante la resolución de un ejercicio de alguna base de datos.
- **Ejercicio:** Ésta clase contiene toda la información de cada ejercicio que contiene una base de datos.
- **Esquema:** Clase que contiene todos los datos de las bases de datos relacionales en el sistema. Esta clase además contiene todas sus relaciones.
- **Relacion:** Clase que contiene los datos de cada relación de cualquier base de datos del sistema. Esta clase contiene además una serie de atributos y tuplas que son los que describen cada columna y cada fila de una tabla.
- **Respuesta:** Ésta clase encapsula todos los datos de las respuestas hechas por cada usuario a la hora de responder una guía de ejercicios de alguna base de datos.
- **Resultado:** Clase que engloba todos los datos de las respuestas de cada guía de ejercicios de alguna base de datos en el sistema.
- **Tupla:** Clase que contiene todos los datos de las tuplas de una relación perteneciente a alguna base de datos del sistema.
- **AlgebraRelacionalLexer:** Clase que contiene los datos relativos a los componentes del lenguaje de Álgebra Relacional, como por ejemplo las palabras reservadas del

lenguaje.

- **AlgebraRelacionalParser:** Clase que ejecuta una consulta y revisa sintácticamente una consulta realizada en el lenguaje de álgebra Relacional. Ésta indica si la consulta está válida o no.
- **Database:** Esta clase es la interfaz de conexión entre la lógica y la base de datos. Es de suma importancia, ya que gracias a ésta todas las clases de tipo DAO (Data Access Object) pueden hacer ingreso a la base de datos del sistema.
- **ConsultaDAO:** Clase preocupada del almacenamiento de consulta realizadas durante la resolución de un ejercicio a la base de datos del sistema. Se encarga de dar comunicación entre la base de datos y la capa lógica.
- **EjercicioDAO:** Clase de acceso a la base de datos del sistema encargada del ingreso, modificación o eliminación de ejercicios de una base de datos. Ésta clase es la interfaz de comunicación entre la capa de datos y la capa lógica.
- **EsquemaDAO:** Esta clase es la interfaz de comunicación entre la capa de datos y la capa lógica para el almacenamiento, carga y modificación de esquemas o base de datos en la base de datos del sistema.
- **RelacionDAO:** Clase preocupada del acceso a base de datos para la recuperación, ingreso o actualización de relaciones de cada base de datos relacional. Se encarga de dar comunicación entre la base de datos y la capa lógica.
- **UserDAO:** Clase de acceso a la base de datos encargada del ingreso, modificación o eliminación de usuarios del sistema. Ésta clase es la interfaz de comunicación entre la capa de datos y la capa lógica.

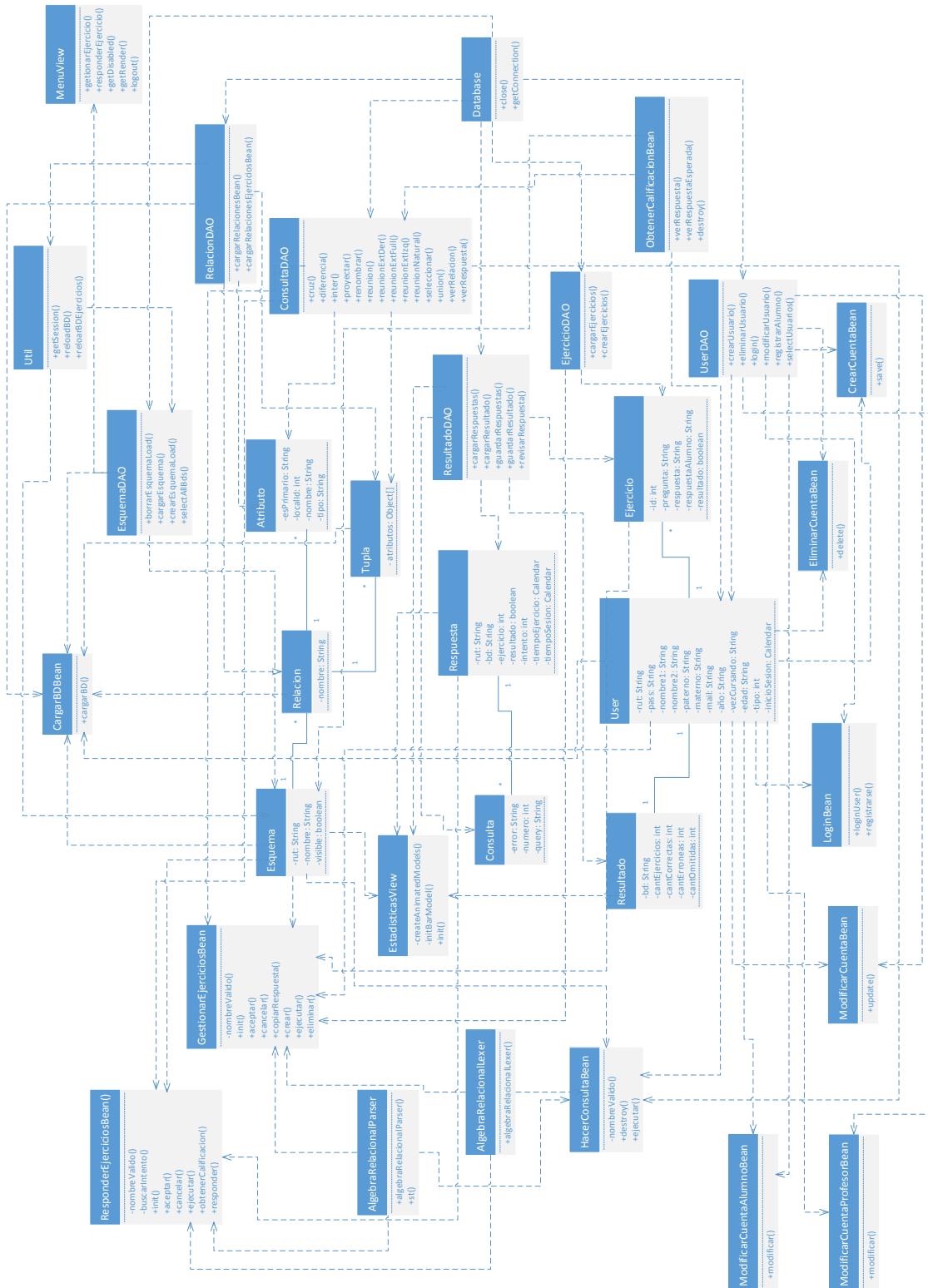


Figura 5.6: Diagrama de Clases.

## 5.4. Diseño de Datos

En la presente sección se muestra el diseño del manejo de datos de la aplicación a desarrollar. En la Sección 5.4.1 se explica el Modelo Entidad/Relación, en la Sección 5.4.2 se muestra el Modelo interno de Datos y en la Sección 5.4.3 se muestra el Diccionario de Datos que explica en detalle el modelo presentado en la Sección 5.4.2 Modelo de Datos.

### 5.4.1. Modelo Entidad/Relación

En la Figura 5.7 se presenta el Modelo Entidad/Relación de la aplicación a desarrollar. Ésta muestra las distintas entidades y las relaciones que hay entre ellas. A continuación se da una explicación de cada entidad:

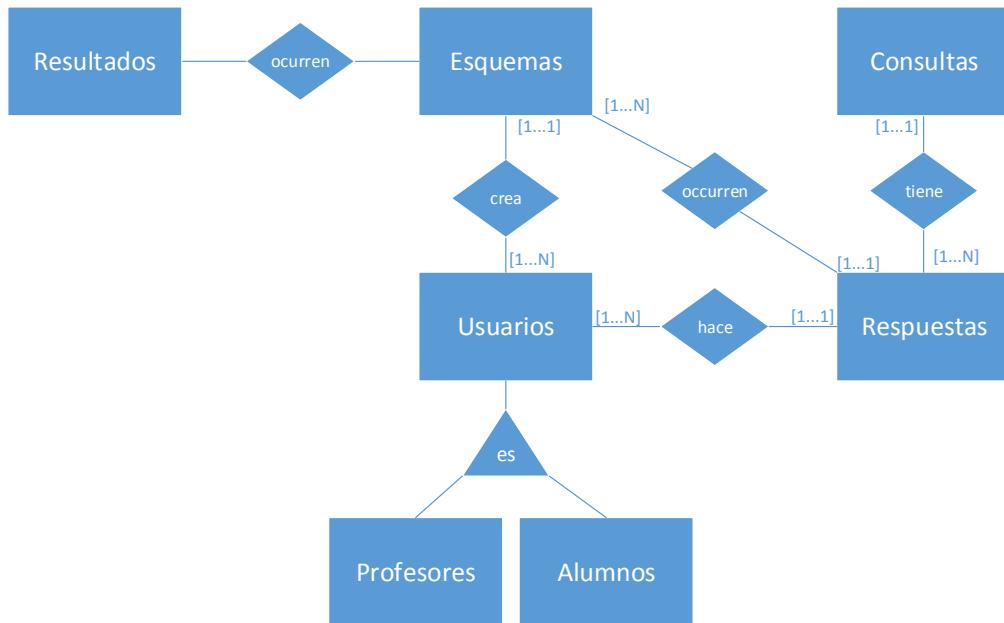


Figura 5.7: Modelo Entidad/Relación.

- **Usuarios:** Entidad que refleja los usuarios que interactúan con el sistema, tanto profesores como alumnos.
- **Profesores:** Entidad débil que depende de la existencia de la entidad *Usuarios*. Ésta indica el profesor que interactúa con el sistema.

- **Alumnos:** Entidad débil que depende de la existencia de la entidad *Usuarios*. Ésta indica los alumnos que interactúan con el sistema.
- **Esquemas:** Entidad que refleja las bases de datos que son creadas por los usuarios en el sistema.
- **Resultados:** Entidad que guarda los resultados de los ejercicios que tiene cada base de datos.
- **Respuestas:** Entidad que refleja las respuestas que se hacen al completar cualquier ejercicio.
- **Consultas:** Entidad que refleja las consultas que se hacen al responder cualquier ejercicio.

### 5.4.2. Modelo de Datos

En la Figura 5.8 se muestra el Modelo de Datos de la aplicación a desarrollar. En él, se aprecian las distintas entidades obtenidas en la Sección 5.4.1. La Sección 5.4.3 explica en detalle cada entidad y cómo se compone.

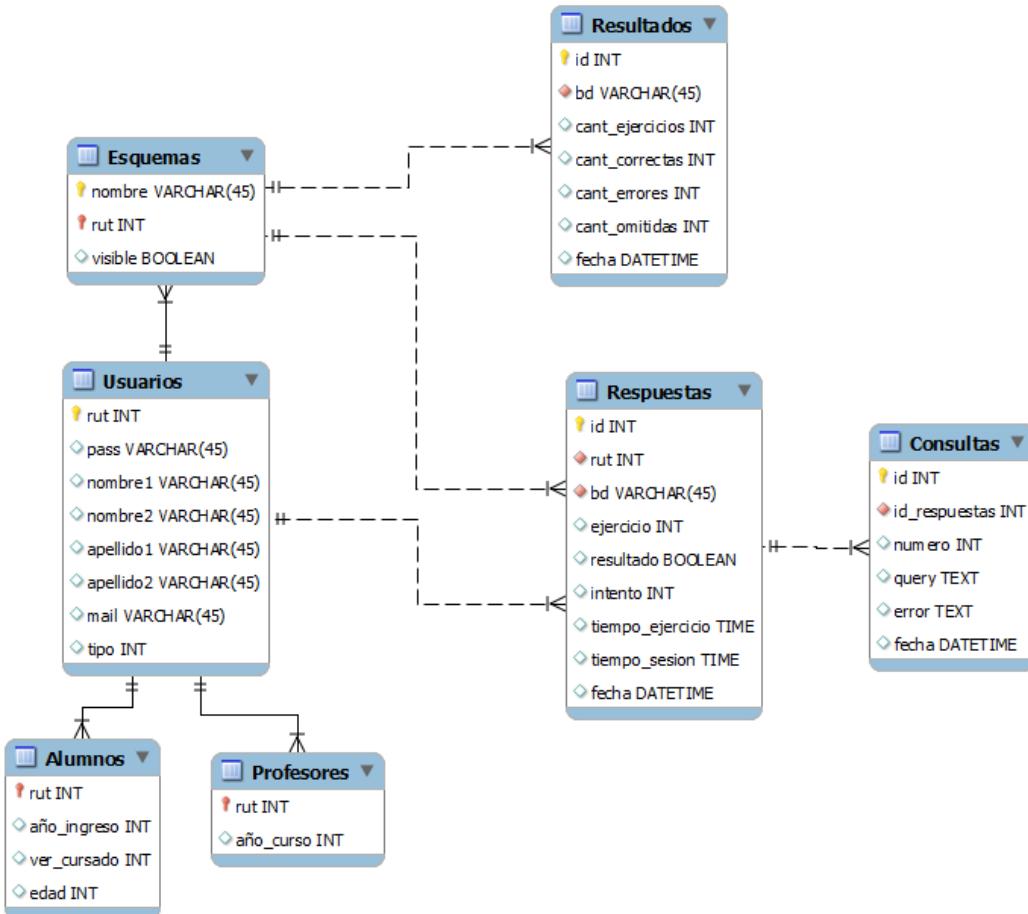


Figura 5.8: Modelo de Datos.

### 5.4.3. Diccionario de Datos

En el Apéndice D se muestra en detalle el diccionario de datos que utilizará el sistema.

## 5.5. Diseño de Pruebas

En esta sección se muestra la elaboración de distintas pruebas que tienen como objetivo principal la evaluación de la calidad del sistema, asegurando que éste cumpla con los requerimientos establecidos. En la Sección 5.5.1 se definen los usuarios que participarán en las pruebas, en la Sección 5.5.2 se definen las Pruebas Unitarias, después en la Sección 5.5.3 se muestran las Pruebas de Integración, en la Sección 5.5.4 se explican las Pruebas de sistemas, después en la Sección 5.5.5 se definen las Pruebas de Aceptación, luego en la Sección 5.5.6 se muestran las Pruebas de Usabilidad, en la Sección 5.5.7 se definen las Pruebas de Estrés y finalmente en la Sección 5.5.8 se describen las Pruebas de Seguridad.

### 5.5.1. Usuarios de Pruebas

Para la realización de las pruebas, será imperioso contar con la ayuda de diferentes usuarios agrupados en 4 asociaciones, quienes tendrán como objetivo evaluar la funcionalidad del sistema. Estos usuarios están clasificados en función a su nivel de conocimiento en Modelo de Datos y Álgebra Relacional. A continuación se muestran los distintos grupos, especificando las distintas pruebas que tendrán que ejecutar.

- **Grupo A:** En este grupo se encuentra el desarrollador del presente Trabajo de Título, quien con conocimientos sobre el funcionamiento, estructura e interacción del sistema, ejecutará las pruebas unitarias e integración.
- **Grupo B:** En este grupo se encuentra el profesor de la asignatura Modelo de Datos. Al ser el cliente del sistema y conocer a cabalidad los requerimientos funcionales y no funcionales, será el encargado de realizar las Pruebas de Sistema, además de participar en las Pruebas de Aceptación y Usabilidad.

- **Grupo C:** En este grupo está los alumnos de la Universidad de Valparaíso de la Escuela de Ingeniería Civil en Informática que hayan aprobado la asignatura de Modelo de Datos y Sistema de Base de Datos. Ésto debido a sus fuertes conocimientos en Modelo Relacional y Álgebra Relacional. Ellos participarán en las Pruebas de Aceptación y Usabilidad.
- **Grupo D:** En este grupo se encuentran los alumnos de la Universidad de Valparaíso de la Escuela de Ingeniería Civil Informática que hayan aprobado la Asignatura de Modelo de Datos durante el primer semestre del año 2014, ya que ellos tienen un grado de conocimiento Medio en Modelo Relacional y Álgebra Relacional. Este grupo participará de las Pruebas de Aceptación y Usabilidad.

### 5.5.2. Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias tienen como fin probar el correcto funcionamiento de las funciones del sistema, asegurando que cada procedimiento actúe de forma correcta. Estas pruebas serán efectuadas por el desarrollador al terminar la implementación de cada funcionalidad mediante pruebas de Caja Negra.

Para ejecutar este tipo de pruebas, es necesario analizar las funcionalidades del sistemas, las cuales son extraídas de la Sección 5.3.1 Casos de Usos Reales, luego se define la entrada específica y la salida esperada en función de dicha entrada. Si el resultado de la prueba no es el esperado, entonces se ha encontrado un error. Las Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 muestran la definición de todos los casos de pruebas. Para aprobar la evaluación, el comportamiento del sistema del 100 % de las pruebas realizadas, debe ser el esperado. En caso de que alguna funcionalidad no llegase a aprobar la evaluación, ésta se debe re-codificar y ser testeada nuevamente hasta ser aprobada.

<b>Id Prueba Unitaria</b>	<b>Id Caso de Uso Real</b>	<b>Nombre Caso de Uso Real</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida Esperada</b>
PU01	CUR01	Crear Cuenta desde Inicio	Rellenar todos los campos pedidos para la creación de una cuenta de tipo Alumno (ingresando desde el menú inicial), apretar el botón Siguiente y seguir ingresando los datos del nuevo Alumno, hasta apretar el botón Aceptar para crear la nueva cuenta	El sistema da aviso de la creación de la cuenta y redirecciona al menú Inicio.
PU02	CUR02	Iniciar Sesión	Ingresar datos de Username y Password válidos la cuenta de Profesor, luego seleccionar el botón Ingresar	El sistema carga la sesión del alumno ingresado y redirecciona al menú principal
PU03	CUR07	Eliminar Cuenta	Seleccionar de la lista una cuenta a eliminar y confirmar la cuenta para eliminarla apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la eliminación de la cuenta y redirecciona al menú principal
PU04	CUR08	Modificar Cuenta	Seleccionar de la lista una cuenta a modificar, modificar el campo de Nombre de la cuenta, apretar el botón Siguiente y confirmar la modificación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la modificación de la cuenta y redirecciona al menú principal
PU05	CUR10	Crear BD	Ingresar los campos para la creación de la BD, apretar Siguiente y apretar el botón Aceptar	El sistema da aviso de la base de datos creada y redirecciona al menú principal
PU06	CUR11	Eliminar BD	Seleccionar de la lista la base de datos a eliminar y confirmar la eliminación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la eliminación de la base de datos y redirecciona al menú principal
PU07	CUR12	ModificarBD	Seleccionar de la lista la base de datos a modificar, modificar el campo de Nombre de la base de datos, apretar el botón Siguiente y confirmar la modificación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la modificación de la base de datos y redirecciona al menú principal
PU08	CUR13	CargarBD	Seleccionar de la lista la base de datos a cargar y apretar el botón Aceptar	El sistema da aviso de la carga de la base de datos y redirecciona al menú principal
PU09	CUR15	Gestión Ejercicios	Seleccionar de la lista un ejercicio a eliminar y confirmar la eliminación	El sistema guarda los cambios y da aviso al usuario

Tabla 5.1: Pruebas Unitarias (1/3).

<b>Id Prueba Unitaria</b>	<b>Id Caso de Uso Real</b>	<b>Nombre Caso de Uso Real</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida Esperada</b>
PU10	CUR15	Gestión Ejercicios	Seleccionar de la lista un ejercicio a modificar, modificar los campos del ejercicio y confirmar la modificación	El sistema guarda los cambios y da aviso al usuario
PU11	CUR15	Gestión Ejercicios	Agregar un nuevo ejercicio y confirmar la acción	El sistema guarda los cambios y da aviso al usuario
PU12	CUR16	Responder Ejercicios	Para cada ejercicio hacer una serie de consultas, luego apretar el botón Responder, apretar el botón Siguiente para pasar a la siguiente pregunta hasta responderlas todas	El sistema muestra una lista de los ejercicios correctos e incorrectos y el porcentaje de acertadas en función de las respuestas dadas. El sistema entrega la opción para volver al menú principal
PU13	CUR18	Agregar Relación	Agregar los campos necesarios para la creación de la relación, apretar Siguiente y apretar el botón Aceptar	El sistema da aviso da la nueva relación y redirecciona al menú principal
PU14	CUR29	Eliminar Relación	Seleccionar de la lista la relación a eliminar y confirmar la eliminación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la eliminación de la relación y redirecciona al menú principal
PU15	CUR20	Modificar Relación	Seleccionar de la lista la relación a modificar, modificar el campo nombre de la relación, apretar el botón Siguiente y confirmar la modificación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la modificación de la relación y redirecciona al menú principal
PU16	CUR21	Ver Relación	Seleccionar de la lista la relación a ver y apretar el botón Siguiente	El sistema muestra por pantalla la relación seleccionada y el menú gestionar tupla
PU17	CUR23	Ingresar Tupla	Agregar los campos necesarios para la creación de la tupla y apretar el botón Aceptar	El sistema da aviso de la nueva tupla y redirecciona al menú gestionar tupla
PU18	CUR24	Eliminar Tupla	Seleccionar de la lista la tupla a eliminar y confirmar la eliminación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la eliminación de la tupla y redirecciona al menú gestionar tupla
PU19	CUR25	Modificar Tupla	Seleccionar de la lista la tupla a modificar, modificar algún campo de la tupla (exceptuando la clave primaria), apretar el botón Siguiente y confirmar la eliminación apretando el botón Aceptar	El sistema da aviso de la modificación de la tupla y redirecciona al menú gestionar tupla

Tabla 5.2: Pruebas Unitarias (2/3).

<b>Id Prueba Unitaria</b>	<b>Id Caso de Uso Real</b>	<b>Nombre Caso de Uso Real</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida Esperada</b>
PU20	CUR27	Hacer Consulta	Ingresar una consulta válida en una base de datos ya seleccionada y apretar el botón Ejecutar	El sistema muestra por pantalla el resultado de la consulta
PU21	CUR29	Ver Estadísticas	Seleccionar de la lista la base de datos a ver las estadísticas, apretar el botón Siguiente	El sistema muestra por pantalla las estadísticas básicas y permite al usuario descargar Reglas de Asociación o Gráficos detallados

Tabla 5.3: Pruebas Unitarias (3/3).

Para la verificación de los datos de prueba, se debe completar la plantilla de registro de información que se presenta en la Tabla 5.4. Ésta debe ser llenada con la información de la Prueba Unitaria, observaciones del comportamiento del sistema para cada testeо y el resultado indicando si es aceptado o no.

<b>Prueba Unitaria</b>	<b>Id:</b>
Nombre	
Referencias	
<b>Caso de Prueba</b>	
Entrada Válida	
Salida Esperada	
Entrada Inválida	
Salida Esperada	
Entrada Vacía	
Saluda Esperada	
<b>Resultado</b>	

Tabla 5.4: Plantilla Pruebas Unitarias.

### 5.5.3. Pruebas de Integración

Para revisar el correcto ensamblaje y funcionamiento entre los distintos componentes del sistema una vez que hayan sido probados como unidad, se realizarán pruebas de integración. Éstas corresponden a evaluaciones que permiten encontrar errores entre la interacción de los componentes.

La realización de estas pruebas serán siguiendo la técnica de Pruebas de Caja Negra y estarán regidas por una estrategia incremental, es decir, cada vez que se implemente un

módulo y sea integrado, el sistema será probado en su totalidad. De esta forma, se sigue paralelamente la estrategia de desarrollo. Además, para aprobar el testing, el 100 % de las pruebas deben tener resultados favorables, es decir, que cada salida sea la esperada. Si alguna prueba sale rechazada, ésta debe ser re-codificada y testeada nuevamente hasta que sea aprobada.



Figura 5.9: Pruebas de Integración.

Prueba de Integración		Id:
Nombre		
Componentes		
Objetivo		
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial		
Estado Final		
Procedimiento		
Resultado Esperado		
<b>Resultado</b>		

Tabla 5.5: Plantilla Pruebas de Integración.

La Figura 5.9 muestra gráficamente la implementación de las pruebas de integración, partiendo desde las pruebas de los módulos de Gestión de Usuarios y Cuentas, para finalizar con el módulo de Gestión de Reportes y Estadísticas. Cada prueba debe ser ejecutada y registrada en el formulario que se muestra en la Tabla 5.5 tal como se explico

en la Sección 5.5.2 Pruebas Unitarias.

#### 5.5.4. Pruebas de Sistema

El grupo que participa en las Pruebas de Sistema se indica en la Sección 5.5.1. La idea de este tipo de pruebas es revisar el sistema como un todo, englobando todos los requerimientos presentados en el Capítulo 4 de Análisis, en la Sección 4.1 de Especificación de Requerimientos. Por ende, se considera que cada requerimiento será evaluado con una nota que estará en función de los siguientes parámetros:

- **Completo (C):** El requerimiento está desarrollado en su totalidad y cumple con lo esperado.
- **Completo con Modificaciones (CM):** El requerimiento está desarrollado, pero con modificaciones.
- **No Completo (NC):** El requerimiento no está desarrollado.

Finalmente es el profesor de Modelo de Datos quien está encargado de la implementación de las pruebas de sistema. Para ésto, el profesor debe llenar con una X en la Tabla 5.6 para especificar la calificación de cada requerimiento. Para aprobar el testing, el 30 % o menos de los requerimientos obligatorios y deseables deben estar marcado como *Completo con Modificaciones* y el 70 % o más como *Completos*, los requerimientos prescindibles pueden estar marcados como *No Completo*. Si el testing sale rechazado, se deberá volver a programar para volver a ser testeado hasta que éste salga aprobado.

Pruebas de Sistema		Id:		
<i>Id</i>	<i>Requerimiento</i>	<i>C</i>	<i>CM</i>	<i>NC</i>
<b>Resultados</b>				

Tabla 5.6: Plantilla Pruebas de Sistema.

### 5.5.5. Pruebas de Aceptación

Para llevar a cabo las pruebas de aceptación, los usuarios de Grupos C y D definidos en la Sección 5.5.1 deben realizar una serie de tareas. Los usuarios del Grupo C deben ejecutar las tareas que se muestran en la Tabla 5.8 correspondiente al perfil de profesor y los usuarios del Grupo D deben ejecutar las tareas de la Tabla 5.7 correspondiente a las tareas del perfil de alumno.

<b>Tareas Perfil Alumno</b>		<b>Id:</b>
<i>Tarea</i>	<i>Función(es)</i>	<i>Tiempo Requerido</i>
1) Usted desea ingresar al sistema como alumno, pero no tiene cuenta. Para ello, cree su propia cuenta e ingrese al Sistema	Crear Cuenta, Iniciar Sesión, Modificar Cuenta	5 minutos
2) Usted desea crear una nueva base de datos llamada "univ"	Crear BD	2 minutos
3) Usted desea modificar la base de datos "univ" y llamarla "universidad"	Modificar BD	2 minutos
4) Usted desea cargar la base de datos "universidad"	Cargar BD	1 minuto
5) Usted desea crear una relación llamada "alumnos" con 3 atributos: un atributo de tipo "Entero" llamado "id" de tipo primario y 2 atributos de tipo "Cadena" llamados "nombre" y "apellido"	Crear Relación	5 minutos
6) Usted desea modificar la relación "alumnos" y renombrarla como "personas"	Modificar Relación	2 minutos
7) Usted desea agregar 3 tuplas a la relación "personas": uno con id=1, nombre="nombre1", apellido="apellido1"; otro con id=2, nombre="nombre2", apellido="apellido2" y otro con id=3, nombre="nombre3", apellido="apellido3"	Crear Tupla	5 minutos
8) Usted desea hacer una consulta de tipo "proyectar" que retorne todos los nombres de la relación "personas". Para ello usted debe hacer la consulta "proyectar(nombre)(personas)"	Hacer Consulta	5 minutos
9) Usted desea eliminar la relación "personas"	Eliminar Relación	2 minutos
10) Usted desea eliminar la base de datos "universidad"	Eliminar BD	2 minutos
11) Usted desea cargar la base de datos "ejemplo" y responder los ejercicios de esta base de datos	Responer Ejercicios	10 minutos

Tabla 5.7: Tareas Perfil Alumno

Posteriormente, los sujetos de pruebas deberán responder el formulario de aceptación que se muestra en la Tabla 5.10, el cual contiene preguntas enfocadas a cómo el usuario percibió la experiencia. Este formulario será respondido en función de los parámetros de evaluación que se muestran en la Tabla 5.9.

<b>Tareas Perfil Profesor</b>		<b>Id:</b>
<i>Tarea</i>	<i>Función(es)</i>	<i>Tiempo Requerido</i>
1) Usted desea ingresar al sistema como profesor, ingrese al sistema como rut="12345678" y contraseña="admin"	Iniciar Sesión	1 minuto
2) Usted desea ingresar un nuevo alumno al sistema. Para ello, utilice sus propios datos como el nuevo alumno a agregar	Crear Cuenta	5 minutos
3) Usted desea modificar al nuevo alumno ingresado y desea cambiar su mail por "usuario@mail.com"	Modificar Cuenta	2 minutos
4) Usted desea eliminar al nuevo alumno	Eliminar Cuenta	1 minuto
5) Usted desea cargar la base de datos "ejemplos" y generar un nuevo ejercicio. Para ello usted deberá crear el ejercicio como pregunta="Mostrar todos los datos de los trabajadores que son de administración y producción". Además, deberá ejecutar la consulta="resp := empleados_adm inter empleados_prod" y agregar la relación generada "resp" en el campo Nombre Relación Resultante. En consultas, deberá agregar la consulta ingresada para generar la relación resultante. Finalmente Acepta y Guarda los Cambios.	Agregar Ejercicio	10 minutos
6) Usted desea ver las estadísticas de la base de datos "ejemplo_17134298" con fecha "2014-10-01".	Ver Estadísticas	2 minutos

Tabla 5.8: Tareas Perfil Profesor

Parámetros de Evaluación		
Parámetro	Asignación	Descripción
0	Malo	Tarea con mal funcionamiento
1	Deficiente	Tarea con funcionamiento incompleto
2	Regular	Tarea realizada con éxito, pero poco efectiva
3	Satisfecho	Tarea realizada de manera efectiva
4	Óptimo	Tarea realizada de manera eficiente y efectiva

Tabla 5.9: Parámetros de Evaluación.

Prueba de Aceptación	Id:
Preguntas	Evaluación [0 - 4]
<b>Funcionamiento del Sistema</b>	
1) ¿El sistema funciona eficazmente?	
2) ¿El sistema arroja los resultados que esperaba?	
3) ¿La información entregada por el sistema es la adecuada?	
4) ¿Recibe retroalimentación durante la ejecución de alguna funcionalidad del sistema?	
5) ¿Consideró el sistema amigable para su funcionamiento?	
6) ¿Consideró que el tiempo que demoró la búsqueda es el apropiado?	
7) ¿La retroalimentación entregada por el sistema le resultó útil?	
8) ¿Cómo evalúa usted el funcionamiento del sistema?	

Tabla 5.10: Formulario de Aceptación.

Para validar completamente las pruebas de aceptación, las respuestas de cada pregunta de la Tabla 5.10 deben estar valorizadas con parámetro 3 o superior. Si no aprueba, se deberá volver a implementar para ser testeado nuevamente hasta aprobar el testing.

### 5.5.6. Pruebas de Usabilidad

Luego de ejecutar las Pruebas de Aceptación presentadas en la Sección 5.5.5, los sujetos de pruebas deberán ejecutar las Pruebas de Usabilidad, respondiendo el formulario de usabilidad que se presenta en la Tabla 5.11.

Para validar completamente las pruebas de usabilidad, el 100 % de las respuestas de la Tabla 5.11 deben estar valorizadas con parámetro 2 o superior. Sino, se deberá programar la interfaz nuevamente y volver a ser testeado hasta aprobar el testing.

<b>Formulario de Usabilidad</b>						<b>Id:</b>
<b>Preguntas</b>	<i>Evaluación (Marque con una X a la derecha de la casilla)</i>					
1) ¿Cómo encuentra la estructura de menús y organización de las funciones del sistema?	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	
2) ¿Los íconos del sistema son representativos respecto a las funcionalidades que representan?	Muy Malos	Malos	Regulares	Buenos	Muy Buenos	
3) ¿Encontró fácil la navegación del sistema y obtener la información deseada?	Muy Difícil	Difícil	Regular	Fácil	Muy Fácil	
4) ¿De qué forma el sistema permite realizar las tareas solicitadas?	Muy Confusa	Confusa	Levemente Confusa	Clara	Muy Clara	
5) En general ¿Fue fácil realizar las tareas solicitadas?	Muy Difícil	Difícil	Regular	Fácil	Muy Fácil	
6) ¿Usted cree que necesitará ayuda para utilizar el sistema?	Mucha Ayuda	Con Ayuda	Poca Ayuda	Muy Poca Ayuda	Para Nada	
7) ¿Usted piensa que aprenderá rápidamente a usar el sistema?	Muy Difícil	Difícil	Tal Vez	Casi Seguro	Por Supuesto	
Sugerencias						

Tabla 5.11: Formulario de Usabilidad.

### 5.5.7. Pruebas de Estrés

Las pruebas de estrés tienen como objetivo verificar la disponibilidad del sistema al momento que muchos usuarios lo estén usando paralelamente. Para ello se simulará una solicitud concurrente a la funcionalidad más utilizada del sistema, que en este caso es "Hacer consultas en Álgebra Relacional", y se verificará la disponibilidad del sistema con una cantidad de usuarios determinados, que para esta prueba son 50 usuarios, los cuales representan la cantidad máxima de alumnos que podrían utilizar el sistema concurrentemente.

Para aprobar esta prueba, el sistema debe soportar por lo menos 50 usuarios concurrentes, sino se deberá recodificar el sistema y volver a ser testeado hasta aprobar las pruebas de estrés.

### 5.5.8. Pruebas de Seguridad

Las pruebas de seguridad tienen como fin garantizar que la aplicación no presente errores respecto a la seguridad del mismo. Los temas a considerar en estas pruebas son:

- **SQL Injection:** se agregarán comandos básicos de acceso a la base de datos. La idea es vulnerar la base de datos mediante comandos SQL. Los parámetros a evaluar sera la *Presentación de Información Relevante*, en otras palabras, si sistema accede o no a las peticiones SQL. Para pasar esta prueba, el sistema debe evitar en un 100 % la presentación de información relevante de la base de datos.
- **Acceso por URL:** se tratará de acceder a los directorios de la aplicación mediante URL. La idea es evitar que un usuario de tipo Alumno ingrese a una funcionalidad de un usuario de tipo Profesor. Para aprobar el Testing, el sistema debe denegar en un 100 % el ingreso de funcionalidades especiales de un usuario Profesor a un usuario Alumno.

# **Capítulo 6**

## **Implementación**

### **6.1. Herramientas de Desarrollo**

En esta sección se describen las herramientas orientadas al desarrollo del sistema. Éstas cubren tanto el hardware utilizado, como los distintos softwares orientados a la codificación, almacenamiento de datos y diseño.

#### **6.1.1. Hardware de Desarrollo**

Para el desarrollo de la aplicación y la ejecución de los distintos softwares de codificación, almacenamiento de datos y diseño, se utilizó un computador personal con una serie de características.

- **Procesador:** Intel Core 2 Duo Mobile T6400 / 2.00 GHz.
- **Memoria Ram:** 3 GB.
- **Disco Duro:** 320 GB.
- **Sistema Operativo:** Windows 7 Ultimate.

### 6.1.2. Lenguajes de Programación

Para la codificación del sistema, se utilizaron dos lenguajes de programación orientados a distintos subsistemas de la aplicación:

- **Java<sup>1</sup>**: Este es un lenguaje Orientado a Objetos basado en clases, diseñado para construir software independientes de las plataformas y de fácil uso. Además, posee una gran variedad de bibliotecas que permiten la reutilización de funcionalidades. Java se utilizó principalmente para la implementación de la capa de negocio del sistema.
- **ANTLR<sup>2</sup>**: *ANothe Tool for Language Recognition* es una sofisticada herramienta que proporciona un marco de trabajo para la generación de analizadores utilizados para la implementación de intérpretes, compiladores y otros traductores [8]. Para la generación del interprete se debe implementar una gramática que exprese todas las reglas permitidas para el lenguaje. Esta gramática se utiliza para generar las clases Java necesarias para la interpretación del nuevo lenguaje. La gramática construida se presenta en la Sección 6.1.3.

### 6.1.3. Gramática del Lenguaje de Álgebra Relacional

En la presente sección se muestra la gramática implementada para la ejecución del lenguaje de Álgebra Relacional. Ésta contiene todas las reglas sintácticas que debe seguir el lenguaje, es decir, cómo debe escribirse una consulta de Álgebra Relacional.

```

st : ( asg | con );

asg : rel ":"= con;

con : ( bin | select | proy | renom1 | renom2 | renom3 | join);

bin : rel ("UNION"|"union") rel
| rel ("INTER"|"inter") rel
| rel ("DIFERENCIA"|"diferencia") rel
| rel ("CRUZ"|"cruz") rel
| rel ("REUNION_NATURAL"|"reunion_natural") rel
| rel ("division"|"DIVISION") rel
| rel ("reunion_ext_izq"|"REUNION_EXT_IZQ") rel
| rel ("reunion_ext_der"|"REUNION_EXT_DER") rel
| rel ("reunion_ext_full"|"REUNION_EXT_FULL") rel;

```

---

<sup>1</sup><http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>

<sup>2</sup><http://www.antlr.org/>

```

select : ("seleccionar"|"SELECCIONAR") "("conds1")" "("rel")";
proy : ("proyectar"|"PROYECTAR") "("atts")" "("rel")";
renom1 : ("renombrar"|"RENOMBRAR") rel "("atts")" "("rel")";
renom2 : ("renombrar"|"RENOMBRAR") rel "("rel")";
renom3 : ("renombrar"|"RENOMBRAR") "("atts")" "("rel")";
join : "("rel")" "("reunion"|"REUNION") "("conds2")" "("rel")";

atts : att (," att)*;

conds1 : cond1 (( "and" | "or" | "AND" | "OR" ) cond1)*;
conds2 : cond2 (( "and" | "or" | "AND" | "OR" ) cond2)*;

cond1 : ( con1 );
cond2 : ( con2| con3 );
con1 : att ( "=" | "<" | "<=" | ">" | ">=" | "!=" ) cons;
con2 : rel".att ( "=" | "<" | "<=" | ">" | ">=" | "!=" ) rel".att;
con3 : rel".att ( "=" | "<" | "<=" | ">" | ">=" | "!=" ) cons;

cons : ( num | cad );
num : ("−")? (NUM)+ (".")? (NUM)+?;

cad : "\u0027CAD"\u0027;
att : CAD;
rel : CAD;

NUM : ("0".."9")+;
CAD : (( "a".."z") | ( "A".."Z") | ("0".."9") | "_")+;
WS : ( " " | "\t" | "\r" | "\n" ) {$channel=HIDDEN; };

```

#### 6.1.4. Interfaz y Presentación

Teniendo en consideración que se utiliza Java para la implementación de la aplicación y que además debe ser una plataforma Web, se han utilizado 2 librerías que entregan una gran facilidad para el manejo de peticiones del usuario y la presentación de sus resultados:

- **JSF<sup>3</sup>**: *JavaServer Faces* es un framework de interfaces de usuario del lado del servidor para aplicaciones Web. Éste contiene una API<sup>4</sup> y una implementación de referencia para la representación de componentes de interfaz de usuario y el manejo de sus estados, manejo de eventos, validaciones del lado del servidor y conversiones de datos; también permite definir las reglas de navegación entre páginas Web [7].
- **PrimeFaces<sup>5</sup>**: Es una librería de componentes para JSF, que facilita la creación

---

<sup>3</sup><https://javaserverfaces.java.net/>

<sup>4</sup>API: Application Programming Interface

<sup>5</sup><http://primefaces.org/>

de páginas Web gracias su simplicidad y rendimiento. Ésta consta de componentes visuales de fácil uso, tales como editores HTML<sup>6</sup>, gráficos, paneles, entre otros; además de soporte AJAX<sup>7</sup> para el despliegue y actualización parcial de componentes en una página Web.

### 6.1.5. Almacenamiento de Datos

Seleccionar un buen Sistema Gestor de Base de Datos es un tema importante para esta aplicación, ya que en él radica uno de los objetivos principales del presente Trabajo de Título: *la ejecución de consultas en Álgebra Relacional*. Por ello, se ha decidido tomar dos Sistemas Gestores de Base de Datos ampliamente utilizados y de libre acceso, MySQL<sup>8</sup> y PostgreSQL<sup>9</sup>; y hacer una comparación entre ellos centrándose en 2 atributos que claves para su selección: el manejo de esquemas dentro de una base de datos y el mapeo directo de consultas de Álgebra Relacional en el Sistema Gestor de Base de Datos.

1. **Manejo de Esquemas:** El manejo de diferentes esquemas permite una diferenciación entre dos o más modelos relacionales distintos dentro de una misma Base de Datos. Para el sistema a desarrollar esto es de suma importancia, ya que permite la generación de distintos modelos relacionales los cuales representan las distintas bases de datos de los alumnos y el profesor.
2. **Mapeo Directo a Consultas en Álgebra Relacional:** Esto es un tema importante, ya que delegar todas las consultas de Álgebra Relacional al Sistema Gestor de Base de Datos disminuye considerablemente la complejidad en la Capa Lógica, entregándole la responsabilidad a la Capa de Datos. De esta forma, sólo hay que entregarle los datos mapeados al Sistema Gestor de Base de Datos para que éste ejecute la consulta y entregue el resultado requerido.

<b>Tabla Comparativa entre Sistema Gestores de Bases de Datos</b>		
<i>Característica v/s Herramienta</i>	<i>Mysql</i>	<i>PostgreSQL</i>
Manejo de Esquemas	No	Sí
Mapeo Directo a Consultas en Álgebra Relacional	Algunas	Todas

Tabla 6.1: Tabla comparativa entre Sistemas Gestores de Base de Datos.

<sup>6</sup>HTML: HyperText Markup Language

<sup>7</sup>AJAX: Asynchronous JavaScript And XML

<sup>8</sup><http://www.mysql.com/>

<sup>9</sup><http://www.postgresql.org/>

Como se aprecia en la Tabla 6.1 que muestra la comparación entre MySQL y PostgreSQL de acuerdo a los parámetros explicados, PostgreSQL contiene los atributos necesarios para la implementación de la aplicación, por lo tanto, es el elegido para administrar la Capa de Datos del Sistema.

## 6.2. Herramientas

Para la implementación del sistema se utilizaron distintas herramientas, las cuales son presentadas a continuación:

- **Eclipse**<sup>10</sup>: Entorno de desarrollo construido principalmente para la codificación de lenguaje de programación Java. Además, es un sistema de libre acceso y gratuito.
- **ANTLRWorks**<sup>11</sup>: Entorno de desarrollo diseñado para la codificación, testeo y generación de gramáticas de libre contexto para ANTLR.

## 6.3. Interfaz del Sistema

En el Apéndice E se presentan las principales interfaces implementadas para el sistema de Gestión de Consultas en Álgebra Relacional.

---

<sup>10</sup><https://www.eclipse.org/>

<sup>11</sup><http://tunnelvisionlabs.com/products/demo/antlrworks>

# **Capítulo 7**

## **Pruebas**

El presente capítulo corresponde a la ejecución de las pruebas realizadas al sistema, las cuales fueron diseñada en el Capítulo 5 de Diseño , en la Sección 5.5 Diseño de Pruebas. En este capítulo se detalla cada procedimiento que se utilizó para llevar a cabo las pruebas, mostrando sus resultados y el análisis realizado.

Este capítulo se divide de la siguiente forma: en la Sección 7.1 se presenta la ejecución de las Pruebas Unitarias, en la Sección 7.2 se muestra la ejecución de las Pruebas de Integración, en la Sección 7.3 se muestra la ejecución de las Pruebas de Sistema, luego en la Sección 7.4 se presenta las Pruebas de Aceptación, en la Sección 7.5 se muestra la ejecución de las Pruebas de Usabilidad, después en la Sección 7.6 se muestran los resultados de la ejecución de las Pruebas de Estrés y finalmente en la Sección 7.7 se presentan los resultados de la ejecución de las Pruebas de Seguridad.

## 7.1. Pruebas Unitarias

A continuación se describen las pruebas unitarias implantadas a cada funcionalidad del sistema. La técnica utilizada es la de "Caja Negra", la cual fue descrita en el Capítulo 5 de Diseño en la Sección 5.5.2 de Diseño de Pruebas Unitarias. Éstas fueron ejecutadas por el Grupo A de usuarios de prueba correspondiente al desarrollador del sistema.

### 7.1.1. Análisis de Resultados

El Grupo A realizó 21 pruebas unitarias, las cuales 8 de éstas obtuvieron resultados no esperados. Éstas fueron corregidas inmediatamente ejecutadas las pruebas, para luego ser testeadas nuevamente, logrando finalmente el 100 % de aprobación.

Las pruebas unitarias que presentaron problemas, fueron las pruebas PU03 Eliminar Cuenta, PU04 Modificar Cuenta, PU05 Crear BD, PU06 Eliminar BD, PU07 Modificar BD, PU08 Cargar BD, PU14 Eliminar Relación y PU15 Modificar Relación. Éstas corresponden al 38,39 %.

Todas pruebas unitarias PU03, PU04, PU06, PU07, PU08, PU14, PU15 tenían problemas al controlar la entrada vacía, ya que al presionar el botón ENTER sin haber seleccionado alguna entidad, en vez de no hacer nada, el sistema respondía ejecutando la acción correspondiente a ese caso de prueba. Además, el caso de prueba PU05 tenía problemas al crear base de datos con letras mayúsculas en el nombre. Sin embargo, una vez encontrado los problemas, éstos fueron solucionados dejando las pruebas unitarias con total aprobación.

En el Apéndice F, Sección F.1 se han anexado todas las tablas pertenecientes a la ejecución de las Pruebas Unitarias.

## 7.2. Pruebas Integración

Una vez realizadas las pruebas por unidad, se comenzó con la ejecución de las pruebas de integración, el cual consiste en verificar que las distintas partes combinadas funcionen correctamente como un todo.

Como se mencionó en el Capítulo 5 de Diseño, en la Sección 5.5.3, para la ejecución de este testing se siguió una estrategia incremental, es decir, cada vez que se implementó un módulo y fue integrado, el sistema fue testeo en su totalidad. Estas pruebas fueron ejecutadas por el Grupo A de usuarios de prueba correspondiente al desarrollador del

sistema.

### 7.2.1. Análisis de Resultados

El Grupo A realizó 6 pruebas de integración cada vez que se terminaba un módulo, de los cuales uno tuvo los resultados esperado. Ésto fue corregido inmediatamente ejecutada la prueba, para después ser testeada nuevamente. De esta forma se logró el 100 % de aprobación.

El testing que presentó problemas fue la prueba PI03, el cual agregaba el módulo de Gestión de Relaciones y Tuplas, lo que corresponde al 16.66 % de las pruebas.

La prueba PI03 tenía problemas con la modificación y eliminación de tuplas y relaciones. La idea es que el profesor, siendo además el usuario administrador, sea capaz de modificar cualquier base de datos existente en el sistema, pero alumno solamente puede modificar las bases de datos que él genere. En ese escenario, los alumnos al cargar bases de datos ajenas, eran capaces de modificar y eliminar tuplas y relaciones. Una vez detectado este problema, se solucionó dejando las pruebas unitarias con total aprobación.

El Apéndice F contiene todas las tablas pertenecientes a la ejecución de las Pruebas de Integración.

## 7.3. Pruebas de Sistema

Las pruebas de sistemas tienen como fin el análisis del sistema como un todo, englobando cada uno de los requerimientos funcionales. El Grupo B, perteneciente al Profesor de la Asignatura de Modelo de Datos, califica cada requerimiento como Completo, Completo con Modificaciones o No Completo, marcando con una X en la tabla de evaluación. En la Sección 5.5.4 se explica en detalle los criterios para las calificaciones expuestas.

### 7.3.1. Análisis de Resultados

En el Apéndice F, Sección F.3 se presenta en resumen el resultado de las pruebas de sistemas. En total, hay 12 requerimientos evaluados como Completos, es decir, estos requerimientos están desarrollados en su totalidad y cumplen con los esperado; hay 1 requerimientos evaluados como Completo con Modificaciones, es decir, estos requerimientos están desarrollados, pero con modificaciones; y finalmente hay 1 requerimiento

evaluado como No Completo, es decir, este requerimiento no está desarrollado. En el Apéndice F.3 se explica en detalle la evaluación de los requerimientos evaluados como Complejo con Modificaciones y No Completo.

A pesar de lo anterior un 78.57 % de los fueron evaluados como Completos, 14.29 % de los requerimientos fueron evaluados como Completo con Modificaciones, mientras que un 7.14 % de los requerimientos fueron evaluados como No Completos. De esta forma el testing está aprobado, ya que se esperaba un 70 % o más de requerimientos evaluados como completos y 30 % o menos de requerimientos evaluados como Completo con Modificaciones. El 7.14 % evaluado como No Completo, equivale a un requerimiento prescindible, por lo que no afecta el desempeño sistema ni la lógica de negocio.

## 7.4. Pruebas de Aceptación

Estas pruebas fueron ejecutadas por 5 usuarios del Grupo C que pertenece a los alumnos que hayan aprobado las asignaturas de Modelo de Datos y Sistemas de Bases de datos, y por 5 usuarios del Grupo D que pertenece a los alumnos que han aprobado la asignatura de Modelo de Datos durante el periodo 2014. Cada uno de estos usuarios tiene diferentes conocimientos, entregando distintas apreciaciones del sistema.

Las pruebas de aceptación consistían en ejecutar distintas tareas, y luego responder un formulario de aceptación con 8 preguntas enfocadas a la apreciación del usuario con respecto a la funcionalidad del sistema. Cada grupo ejecutaba distintas tareas debido a las diferencias en conocimientos que éstos tenían. Además, cada tarea tenía un estimado del tiempo que demoraría el usuario en ejecutarla. El Grupo C realizó tareas correspondientes al perfil de Profesor, mientras que el Grupo D ejecutó tareas correspondientes al perfil de Alumno. Las tareas de cada perfil de usuario, así como el formulario de aceptación y los parámetros de respuesta están definidos en el Capítulo 5 de Diseño, en la Sección 5.5.5 Pruebas de Aceptación.

### 7.4.1. Análisis de Resultados

Por cada tarea ejecutada por los usuarios, se midió el tiempo para luego calcular en promedio lo que demoró cada alumno en realizar cada tarea. Este resultado fue comparado con el tiempo esperado de la realización de la tarea. El detalle de los promedios esperados de las tareas de los perfiles de Alumnos y Profesor, las evaluaciones promedio y la desviación estándar de cada pregunta del formulario de aceptación y el resultado gráfico

del testing se adjuntan en el Apéndice F.4.

Para el análisis de resultados, se optó por agrupar cada respuesta del formulario de aceptación, para así visualizar cuáles aspectos son los que fueron mejor o peor evaluados. A continuación se explican los resultados de cada pregunta realizada en el formulario de aceptación:

1. *¿El sistema funciona eficazmente?* Los usuarios se presentan bastante cómodos con la funcionalidad del sistema. En este ámbito, un 30 % lo evalúa con parámetro 3 sintiéndose satisfechos y un 70 % lo evalúa con parámetro 4 catalogando de óptimo el funcionamiento del sistema.
2. *¿El sistema arroja los resultados que esperaba?* En esta pregunta los usuarios se sienten igual de cómodos que en la pregunta anterior. Un 30 % lo evalúa con parámetro 3 sintiéndose satisfechos y un 70 % lo evalúa con parámetro 4 catalogando de óptimo el funcionamiento del sistema.
3. *¿La información entregada por el sistema es la adecuada?* En esta pregunta los sujetos de pruebas sienten menos comodidad que en las preguntas anteriores. Un 10 % lo evalúa con parámetro 2 indicando que la información entregada es regular, un 40 % de los encuestados dice que se sienten satisfechos con la información entregada y un 50 % indica que la información entregada es óptima.
4. *¿Recibe retroalimentación durante la ejecución de alguna funcionalidad del sistema?* En esta pregunta los sujetos de pruebas sienten tan cómodos como las primeras 2 preguntas. Un 30 % de los encuestados dice que se sienten satisfechos y un 70 % indica que la retroalimentación es óptima.
5. *¿Consideró el sistema amigable para su funcionamiento?* En torno a esta pregunta, un 20 % de los usuarios indicó que el sistema era regularmente amigable y un 80 % se sintieron satisfechos.
6. *¿Considero el tiempo que demoro responder el sistema es el adecuado?* En esta pregunta los sujetos de pruebas en general no tienen problemas con el tiempo de respuesta del sistema. Un 20 % de los encuestados dice que se sienten satisfechos y un 80 % indica que el tiempo es el óptimo.

7. *¿La retroalimentación entregada por el sistema resultó útil?* En esta pregunta los usuarios indican que el sistema entrega una retroalimentación útil. Un 30 % de los encuestados dice que se sienten satisfechos y un 70 % indica que es óptima.
8. *¿Cómo evalúa usted el funcionamiento del sistema?* En esta pregunta los usuarios evalúan favorablemente el funcionamiento del sistema. Un 30 % de los encuestados dice que se sienten satisfechos y un 70 % indica que es óptimo.

Finalmente se observa que todas las respuestas del formulario de aceptación tienen parámetro 3 o superior. De esta manera, se cumple con la validación aprobando las pruebas de aceptación.

## 7.5. Pruebas de Usabilidad

Luego de ejecutar las pruebas de aceptación, los 5 usuarios del Grupo C y los 5 usuarios del grupo D realizaron las pruebas de usabilidad, la cual consiste en el desarrollo de un cuestionario la cual contiene 7 preguntas cerradas enfocadas a la usabilidad y una pregunta dirigida a sugerencias a la plataforma. Las preguntas y la forma de responder este cuestionario se definieron en En la Sección 5.5.6 de pruebas de usabilidad.

### 7.5.1. Análisis de Resultados

Para el análisis de resultados, siguiendo el formato de las pruebas de aceptación, se optó por agrupar cada respuesta del formulario de usabilidad, para así visualizar cuáles aspectos son los que fueron mejor o peor evaluados. Las tablas y gráficos pertenecientes a estos resultados se adjuntan en el Apéndice ???. A continuación se hace un análisis por separado de cada pregunta realizada en el cuestionario de usabilidad:

- *¿Cómo encuentra la estructura de menús y organización de las funciones del sistema?* En esta pregunta un 20 % de los usuarios dicen que la estructura de menús y organización de funciones es regular, un 40 % dice que es buena y un 40 % indica que es Muy Buena.
- *¿Los iconos del sistema son representativos respecto a las funcionalidades que presentan?* En esta pregunta un 40 % de los usuarios dicen que son regulares, un 10 % dice que son buenos y un 50 % indica que son Muy Buenos.

- *¿Encontró fácil la navegación del sistema y obtener la información deseada?* En esta pregunta un 50 % de los usuarios dicen que la navegación es regular, un 20 % dice que es fácil y un 50 % indica que es Muy Fácil.
- *¿De que forma el sistema permite realizar las tareas solicitadas?* En esta pregunta un 10 % de los usuarios dicen que el sistema permite realizar tareas de forma levemente confusa, un 60 % dice que es clara y un 30 % indica que es Muy Clara.
- *En general ¿Fue fácil realizar las tareas solicitadas?* En esta pregunta un 20 % de los usuarios dicen que fue regular, un 30 % dice que fue fácil y un 50 % indica que fue Muy Fácil.
- *¿Usted cree que necesitará ayuda para utilizar el sistema?* En esta pregunta un 20 % de los usuarios dicen que necesitará poca ayuda, un 50 % dice que necesitará muy poca ayuda y un 30 % indica que no necesitará ayuda.
- *¿Usted piensa que aprenderá rápidamente a usar el sistema?* En esta pregunta un 10 % dice que está casi seguro de aprender y un 90 % indica que está completamente seguro de aprender a usar rápidamente el sistema.

En la sección de comentarios del cuestionario de usabilidad, muchos de los usuarios hacían hincapié en la necesidad de tener botones de ayuda, ya que al ser una herramienta nueva para ellos, tendían a perderse un poco en la navegabilidad del sistema. Además, agregan que es de suma importancia agregar un manual de usuario para aprender a manejar las funcionalidades del sistema. Por último, recalcan la importancia de los colores en la aplicación, agregando también que es necesario tener botones y mensajes más coloridos para que resalten de la demás interfaz. Todos estos comentarios fueron atendidos e implementados en el sistema, agregando colores más fuertes para diferenciar botones, tablas y menús; ventanas de ayuda para guiar al usuario en las tareas que desee realizar; y la confección de un manual detallado para capacitar a los usuarios en el correcto uso del sistema.

Finalmente, como se puede apreciar en cada pregunta del cuestionario de usabilidad, todas las respuestas fueron valoradas con parámetro 3 o superior. De esta forma, se aprueba el testing de usabilidad.

## 7.6. Pruebas de Estrés

Las pruebas de estrés tienen como objetivo verificar la disponibilidad del sistema al momento que muchos usuarios lo estén usando paralelamente.

Para esto se ha simulado una solicitud concurrente a la funcionalidad más utilizada del sistema, que en este caso es "Hacer consultas en Álgebra Relacional", y se verificó la disponibilidad del sistema con una cantidad de usuarios determinados, que para esta prueba son 50 usuarios, los cuales representan la cantidad máxima de alumnos que podrían utilizar el sistema concurrentemente. Es importante agregar que la herramienta utilizada para la ejecución de pruebas de estrés fue JMeter<sup>1</sup>, ya que es una aplicación en JAVA y puede ser ejecutada desde cualquier equipo.

En primera instancia se hizo una prueba con 10 usuarios concurrentes para ver cómo se comportaba el sistema, luego aumentando de 10 en 10 se va probando hasta llegar a los 100 usuarios concurrentes. Luego, probando de 100 en 100 se aumenta hasta llegar a 1000 usuarios concurrentes. Así sucesivamente hasta llegar a un punto donde se encuentren errores. Además, por cada escenario de prueba, los usuarios realizarán 2 peticiones para aumentar más la carga y ver el comportamiento del sistema. La petición será una consulta de tipo "despachos inter despachos"

### 7.6.1. Análisis de Resultados

Para el análisis de resultados, se observó el comportamiento del servidor por cada caso de prueba. Como se aprecia en la tabla indexada en el Apéndice F.6, entre 10 y 700 usuarios concurrentes, el Sistema no presenta ningún problema, respondiendo a todas las peticiones hechas. Ya con 800 usuarios, el sistema empieza a comportarse erróneamente, generando un error del 6.25 % de las peticiones realizadas. Al momento de tener 1000 usuarios concurrentes, el sistema se comporta aún más erráticamente, generando un 47.50 % de error en las peticiones. A pesar de ésto, el sistema se comporta espléndidamente, ya que la cantidad de usuarios concurrentes esperada era de 50. Pensar en 700 usuarios concurrentes sin errores en el sistema es un número bastante grande.

Es importante agregar que la simulación fue realizada en un entorno local. La máquina que ejecutó las pruebas y que además es donde reside la aplicación, tiene un procesador de Intel(R) Core(TM) 2 DUO de 2.00 GHz, con una memoria RAM de 3.00 GB. Esto es inferior al entorno del servidor, por lo que la cantidad de usuarios concurrentes es muy probable que pueda aumentar considerablemente. Los datos del servidor se encuentran en el Capítulo 8 de Implementación.

---

<sup>1</sup><http://jmeter.apache.org/>

## 7.7. Pruebas de Seguridad

### 7.7.1. SQL Inyección

Las pruebas de seguridad enfocadas a la inyección SQL, tienen como finalidad negar el acceso a información sensible que la base de datos del sistema contenga. Este tipo de ataque se hace mediante la concatenación de consultas SQL a campos donde posiblemente el sistema haga consultas a una base de datos. De esta forma, el sistema piensa que es otra consulta.

Las consultas más comunes y que fueron utilizadas en este testing fueron:

- `' or '1'='1`: este tipo de consultas es utilizada para ingresar al sistema mediante un falso verdadero, ya que la sentencia `'1'='1'` siempre será verdadera. De esta forma, el sistema podría creer que la cuenta ingresada es válida, dando acceso al sistema.
- `' AND 0 UNION SELECT 1 AND '1='`: esta consulta agrega una sentencia o consulta nueva para intentar el acceso ilegal a la plataforma o para obtener datos críticos del sistema.

Cada una de estas consultas fueron ejecutadas en el total de los campos de la aplicación, para verificar si hay alguna posibilidad de vulnerar el sistema.

#### Resultados SQL Inyección

Como resultado se encontró que el sistema tiene resistencia completa a este tipo de ataques. La arquitectura de ese sistema separa la capa de vista, con la capa de negocio, y a su vez, separa la capa de datos. Por ende, los campos que se ingresan en la capa de vista son validados ahí, impidiendo la entrada de datos no esperados, como por ejemplo, sentencias SQL. Así, el testing de SQL Inyección está aprobado.

### 7.7.2. Acceso por URL

Cada usuario debe identificarse para ingresar al sistema. De esta forma, el sistema sabe que interfaces debe mostrar al usuario. De esta forma si ingresa un usuario con el perfil de alumno, entonces el sistema muestra las interfaces que le corresponden al

alumno, en caso contrario si el usuario es un profesor, entonces el sistema debe mostrar las interfaces que le corresponden al profesor.

En este escenario, es posible que un usuario de tipo alumno a través de acceso por dirección URL, pueda acceder a las funcionalidades del profesor. Para esto se ha decidido hacer un testing, de esta forma se evita la suplantación de identidad.

Para ello, se han identificado 3 casos:

1. Ingresado como alumno, acceder vía URL a funcionalidades que sólo le pertenezcan al profesor (Por ejemplo Gestionar Ejercicios, Modificar una Cuenta, Ver Estadísticas, entre otros).
2. Ingresado como alumno, cargar una base de datos creada por el profesor y acceder vía URL a funcionalidades de edición de esa base de datos (Por ejemplo Modificar BD, Eliminar BD, Agregar Relación, Modificar Tupla, entre otros).
3. Sin haber ingresado al sistema, acceder vía URL a funcionalidades de un usuario logeado.

### **Resultados Acceso por URL**

Para el Caso 1 y Caso 2 de acceso por url, el sistema redirecciona a una página de error, indicandole al usuario que ha intentado un ingreso inválido a una página, dándole la posibilidad de volver a la página de inicio. En el Caso 3 el sistema redirecciona a la página de inicio de sesión, entregándole la posibilidad al usuario de crear una cuenta o de ingresar al sistema utilizando su propia cuenta. De esta manera, el sistema evita el ingreso a funcionalidades que no le pertenecen a ciertos usuarios. Finalmente, el testing de Acceso por URL es aprobado.

# Capítulo 8

## Implantación

En el presente capítulo, se describen las tecnologías y herramientas necesarias para la correcta implantación del sistema desarrollado.

### 8.1. Infraestructura

Para la implantación del sistema, se cuenta con un servidor facilitado por la Escuela de Ingeniería Civil Informática, el cual tiene las siguientes características y softwares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema:

- **Procesador:** Intel Xeon de 2.00 GHz.
- **Memoria Ram:** 4GB.
- **Sistema Operativo:** Microsoft Windows Server 2008 Enterprise.
- **Servidor de Aplicación:** Apache Tomcat 7.0.55.
- **Motor de Base de Datos:** PostgreSQL 9.3.

## 8.2. Actividades Previas a la Implantación

En esta sección se describe las configuraciones previas, hechas en el servidor, para el correcto funcionamiento del sistema.

### 8.2.1. Configuración del Motor de Base de Datos

Antes de implantar el sistema, se hizo una previa configuración de PostgreSQL<sup>1</sup>, el cual ya estaba instalado en el servidor. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

1. Se creó la base de datos *GCAR*, que es la base de datos con la que trabaja el sistema.
2. Se creó el usuario *GCAR* y se le dieron los permisos necesarios para administrar la base de datos del sistema construido.
3. Utilizando el nuevo usuario creado, se crearon las tablas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

Luego de estos pasos, el servidor se encuentra listo para la implantación del sistema.

## 8.3. Actividades para la Implantación

En esta sección se describen los pasos de la instalación del sistema en el servidor de aplicaciones.

### 8.3.1. Instalación del Sistema en el Servidor de Aplicaciones

El servidor de aplicaciones utilizado es Apache Tomcat<sup>2</sup>, el cual se encontraba previamente instalado en el servidor. A continuación, se listan los pasos realizados durante la implantación del sistema:

---

<sup>1</sup><http://www.postgresql.org/>

<sup>2</sup><http://tomcat.apache.org/>

1. El archivo *.war*, correspondiente al sistema completo, fue instalado en el directorio C:/apache-tomcat-7.0.55/webapps. Este directorio contiene todas las aplicaciones web que el servidor administra.
2. Se ingreso al directorio C:/apache-tomcat-7.0.55/bin y se ejecutó el archivo startup.bat. De esta manera, el servidor compila el archivo *.war*, crea las carpetas necesarias y ejecuta el sistema.
3. Se ingresó a la página web http://localhost:8090/GCAR para revisar si el servidor está corriendo correctamente el sistema.

Luego de esto, y con el servidor trabajado en perfectas condiciones, el sistema está implantado en el servidor. De este modo, ya es posible trabajar con *GCAR* y probar todas sus funcionalidades.

## 8.4. Actividades Posteriores a la Implantación

Ya con el sistema implantado, se hace entrega del Manual de Usuario al administrador del sistema. Así, el administrador podrá conocer todas y cada las funcionalidades del sistema y el correcto uso de ellas.

El manual explica detalladamente los pasos a seguir para llevar a cabo alguna tarea específica. Además está separado por secciones, las cuales atienden por separado las funcionalidades de *GCAR*. Cada explicación agrega una o más imágenes con el fin de que el aprendizaje sea más fácil para el usuario. El manual de usuario se presenta en el Apéndice G.

# Capítulo 9

## Conclusiones

El sistema *Gestor de Consultas en Álgebra Relacional (GCAR)*, cumple con los estándares impuestos por la Escuela de Informática de la Universidad de Valparaíso, además de los objetivos y metas propuestas durante el avance del presente trabajo de título.

*GCAR* es capaz de guardar y gestionar cuentas de alumnos y de profesor, permite a cada usuario crear sus propias bases de datos con sus respectivas relaciones y tuplas, ejecutar consultas en *Álgebra Relacional* utilizando un lenguaje propio, crear bases de datos y ejercicios que sirvan de ejemplo para los alumnos, guardar resultados del trabajo de los alumnos al momento de resolver los ejercicios y extraer estos datos para analizarlos utilizando alguna técnica de *Minería de Datos*.

Pero lo más importante, *GCAR* es una potente herramienta que puede ayudar sustancialmente a la labor de enseñanza y estudio del *Álgebra Relacional*. Cualquier profesor que desee utilizar esta herramienta, obtendrá un producto único que complementa la tarea educativa en el aula universitaria, siendo éste una de las mayores ventajas de *GCAR*. No solamente por su funcionalidad, sino que además *GCAR* entrega información valiosa para entender cuáles son las dificultades de los alumnos a la hora de estudiar y comprender el *Álgebra Relacional*. Imaginar que con *GCAR* es posible generar guías de ejercicio para que los alumnos puedan entrenar sus conocimientos, entrega una idea de lo útil que puede resultar. A su vez, y gracias a su módulo de extracción de datos, *GCAR* permite interactuar con otros programas para un análisis de datos más profundo. De esta forma, sería posible identificar comportamientos errados y falencias importantes en los alumnos a la hora de responder ejercicios. Así, alejándose de los programas que sólo permiten hacer consultas *Álgebra Relacional*, *GCAR* permite hacer un estudio más profundo de los alumnos.

Junto a la potencialidad que *GCAR* entrega a los profesores, los alumnos reciben un

sistema capaz de atender la necesidad de estudio. Cada alumno podrá ingresar a *GCAR* para crear y modificar bases de datos a su antojo, además de responder ejercicios y hacer consultas en Álgebra Relacional siguiendo los estándares que ofrece la Universidad de Valparaíso. De modo que el alumnado obtiene una herramienta de entrenamiento didáctica para el aprendizaje del Álgebra Relacional, ayudando y preparando así el terreno para tópicos más completos como lo son las consultas en SQL.

A través del presente trabajo de título, se ha identificado el marco conceptual y los trabajos existentes sobre la enseñanza del *Álgebra Relacional*, se ha analizado el escenario actual del *Álgebra Relacional* en la asignatura de Modelo de Datos la Universidad de Valparaíso y se han identificado las falencias en éste, se han recopilado los requerimientos y se ha diseñado, implementado, testeado e implantado una solución factible frente a estos problemas.

## 9.1. Trabajos Futuros

Para posteriores desarrollos sobre el presente trabajo de título, sería interesante:

- Desarrollar una módulo que sea capaz de realizar técnicas de Minería de Datos de forma autónoma, sin la necesidad de depender de softwares externos.
- Implementar funciones de agregación para las consultas de *Álgebra Relacional* para potenciar la enseñanza a través de este sistema.
- Recopilar y analizar el trabajo de los alumnos luego utilizar esta herramienta, utilizando los datos extraídos de éste.
- Agregar un sistema para la ejecución de consultas en SQL. De esta forma, se completa el camino esperado: entrenar el Álgebra Relacional para comprender de mejor forma el estándar SQL.

Todos los puntos mencionados anteriormente son realizables y aumentarían considerablemente la capacidad del sistema. Así, *GCAR* lograría resolver problemas más complejos de forma independiente y entregaría más herramientas para la práctica del *Álgebra Relacional*.

# **Apéndice A**

## **Casos de Usos Extendidos**

En este apéndice se muestran todos y cada uno de los Casos de Usos pertenecientes a la aplicación a desarrollar. La Tabla A.1 contiene una lista de todos los Casos de Usos, cada uno con un identificador, el nombre del caso de uso, la referencia a la tabla que contiene el Caso de Uso Extendido, la referencia a la figura que contiene el diagrama de secuencia y la referencia a la figura que contiene el diagrama de estados.

<b>Lista de Casos de Usos.</b>				
<i>Id</i>	<i>Nombre</i>	<i>Caso de Uso Extendido</i>	<i>Diagrama de Secuencia</i>	<i>Diagrama de Estados</i>
CU01	Ir Inicio	Tabla A.2	Figura A.1	Figura A.2
CU02	Iniciar Sesión	Tabla A.3	Figura A.3	Figura A.4
CU03	Sesión Profesor	Tabla A.4	Figura A.5	Figura A.6
CU04	Gestionar Cuentas	Tabla A.5	Figura A.7	Figura A.8
CU05	Crear Cuenta Alumno	Tabla A.6	Figura A.9	Figura A.10
CU06	Eliminar Cuenta	Tabla A.7	Figura A.11	Figura A.12
CU07	Modificar Cuenta	Tabla A.8	Figura A.13	Figura A.13
CU08	Gestionar BD	Tabla A.9	Figura A.15	Figura A.16
CU09	Crear BD	Tabla A.10	Figura A.17	Figura A.18
CU10	Eliminar BD	Tabla A.11	Figura A.19	Figura A.20
CU11	Modificar BD	Tabla A.12	Figura A.21	Figura A.22
CU12	Cargar BD	Tabla A.13	Figura A.23	Figura A.24
CU13	Gestionar Ejercicios	Tabla A.14	Figura A.25	Figura A.26
CU14	Crear Ejercicios	Tabla A.15	Figura A.25	Figura A.26
CU15	Eliminar Ejercicios	Tabla A.16	Figura A.29	Figura A.30
CU16	Modificar Ejercicios	Tabla A.16	Figura A.29	Figura A.30
CU17	Responder Ejercicios	Tabla A.18	Figura A.33	Figura A.34
CU18	Gestionar Relación	Tabla A.19	Figura A.35	Figura A.36
CU19	Agregar Relación	Tabla A.20	Figura A.37	Figura A.38
CU20	Eliminar Relación	Tabla A.21	Figura A.39	Figura A.40
CU21	Modificar Relación	Tabla A.22	Figura A.41	Figura A.42
CU22	Ver Relación	Tabla A.23	Figura A.43	Figura A.44
CU23	Gestionar Tupla	Tabla A.24	Figura A.45	Figura A.46
CU24	Ingresar Tupla	Tabla A.25	Figura A.47	Figura A.48
CU25	Eliminar Tupla	Tabla A.26	Figura A.49	Figura A.50
CU26	Modificar Tupla	Tabla A.27	Figura A.51	Figura A.52
CU27	Sesión Alumno	Tabla A.28	Figura A.53	Figura A.54
CU28	Hacer Consulta	Tabla A.29	Figura A.55	Figura A.56
CU29	Ver Estadísticas	Tabla A.30	Figura A.57	Figura A.58

Tabla A.1: Lista de Casos de Usos.

Caso de Uso	ID: CU01
Nombre	Ir Inicio
Actores	Usuario (Alumno y Profesor)
Propósito	Crear cuenta de alumno e iniciar sesión desde la página de inicio
Resumen	El alumno o el profesor elige una opción que se muestra en la pagina de inicio
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa a la página de inicio 2. El usuario puede seleccionar entre Crear Cuenta Alumno (ver Tabla A.6); b. Iniciar Sesión (ver Tabla A.3)	
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 1: Si el sistema no muestra la pagina de inicio, arrojará un mensaje de error.

Tabla A.2: Caso de Uso Extendido - Ir Inicio.

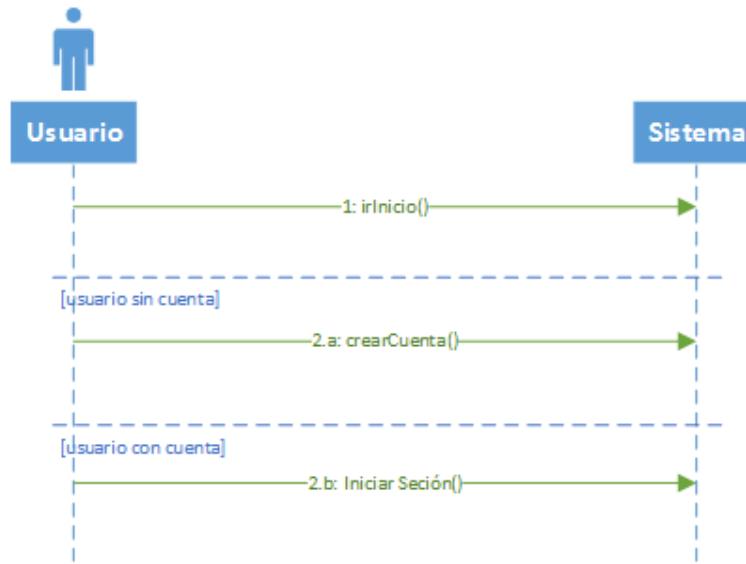


Figura A.1: Diagrama de Secuencia - Ir Inicio.

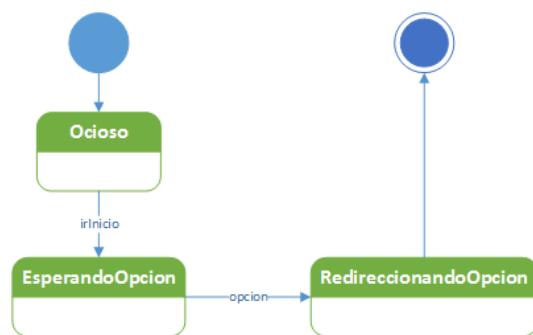


Figura A.2: Diagrama de Estados - Ir Inicio.

Sección Iniciar Sesión	ID: CU02
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa su correo y contraseña	2. El sistema valida los datos del usuario y carga la sesión
	3. El sistema redirecciona dependiendo del usuario que ingrese: a. Sesión Profesor, si el usuario corresponde a un profesor (ver Tabla A.4); b. Sesión Alumno, si el usuario corresponde a un alumno (ver Tabla A.28)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 2: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 3: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.3: Caso de Uso Extendido - Iniciar Sesión.

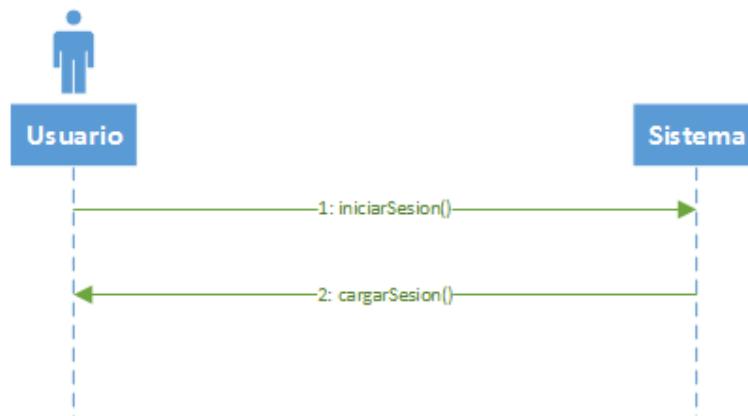


Figura A.3: Diagrama de Secuencia - Iniciar Sesión.

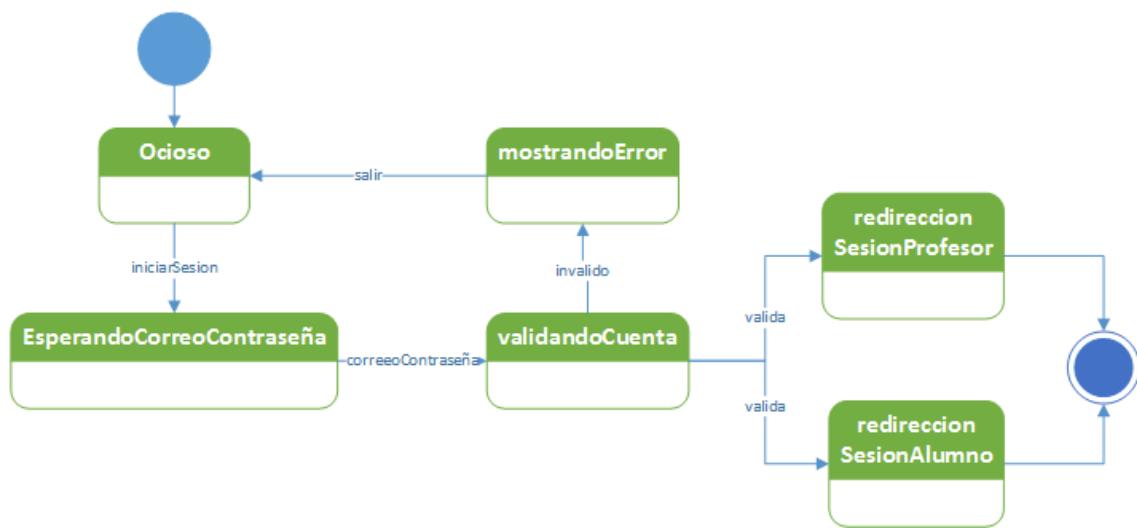


Figura A.4: Diagrama de Estados - Iniciar Sesión.

Caso de Uso	ID: CU03
Nombre	Sesión Profesor
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones que tiene disponibles
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de sesión de profesor
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al sistema desde el Caso de Uso A.3 Iniciar Sesión	
2. El profesor selecciona alguna opción: a. Gestionar Cuentas (ver Tabla A.5); b. Modificar Cuenta(ver Tabla A.8); c. Gestionar BD (ver Tabla A.9); d. Gestionar Relaciones (ver Tabla A.19); e. Gestionar Tuplas (ver Tabla A.24); f. Gestionar Ejercicios (var Tabla A.14); g. Hacer Consulta (ver Tabla A.29); h. Ver Estadísticas (ver Tabla A.30)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla A.4: Caso de Uso Extendido - Sesión Profesor.

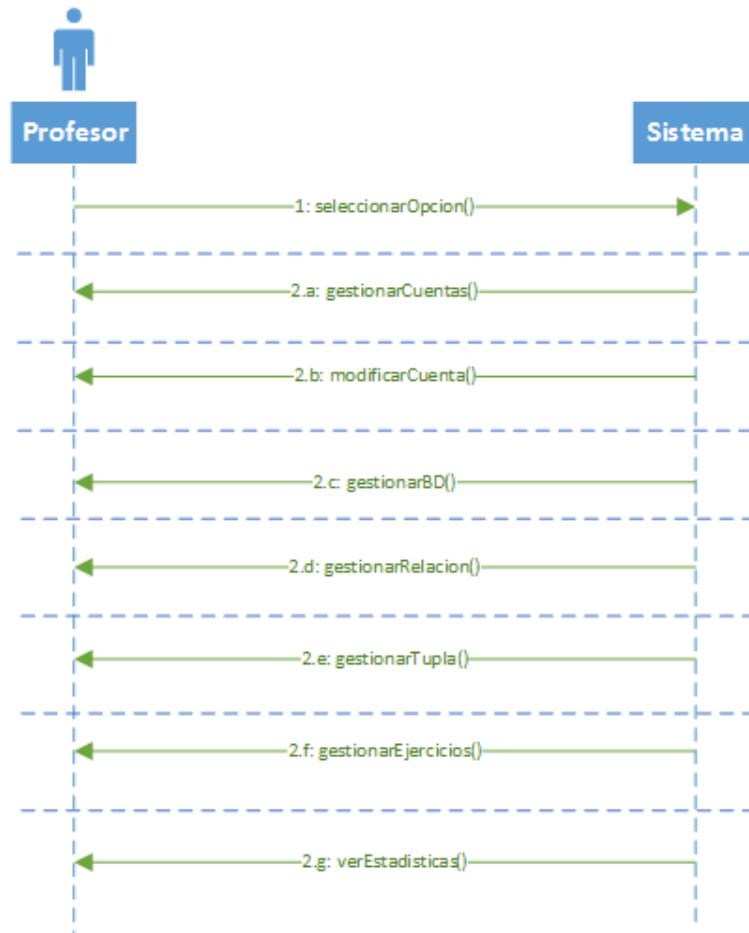


Figura A.5: Diagrama de Secuencia - Sesión Profesor.

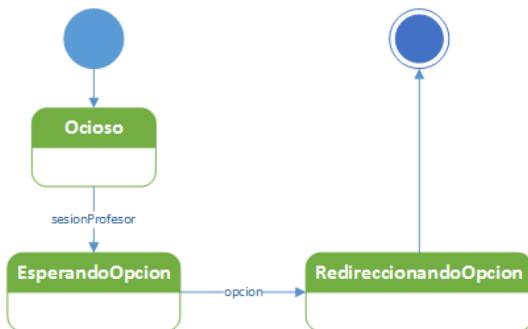


Figura A.6: Diagrama de Estados - Sesión Profesor.

Caso de Uso	ID: CU04
Nombre	Gestionar Usuario
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de Usuarios: Crear Cuenta, Eliminar Cuenta, Modificar Cuenta
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de usuarios
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El profesor ingresa al menú Gestionar Cuentas	
2. El profesor selecciona alguna opción: a. Crear Cuenta (ver Tabla A.6); b. Eliminar Cuenta (ver Tabla A.7); c. Modificar Cuenta (ver Tabla A.8)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 3: Si el sistema no logra direccionar, se muestra un error

Tabla A.5: Caso de Uso Extendido - Gestionar Cuentas.

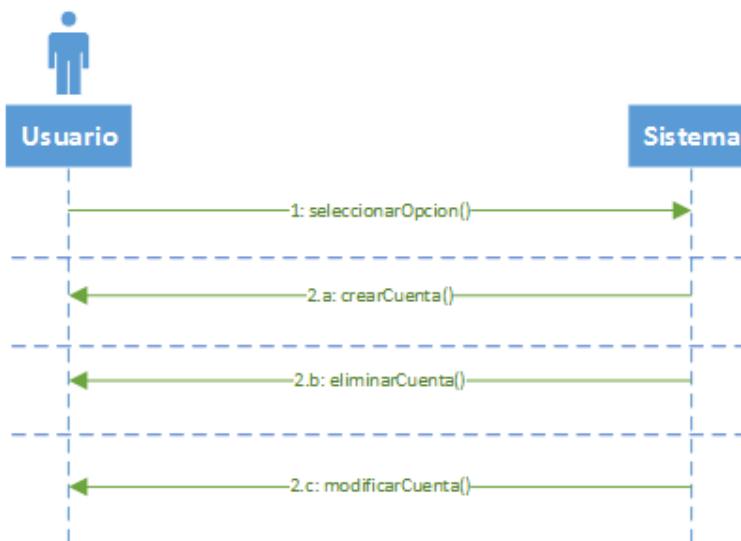


Figura A.7: Diagrama de Secuencia - Gestión de Cuentas.

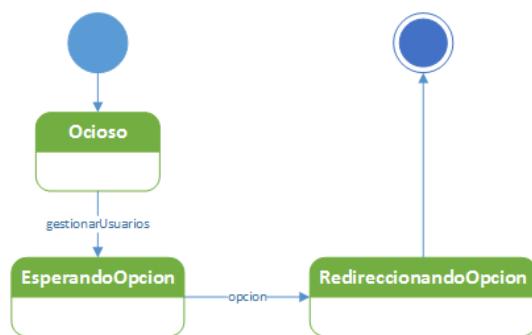


Figura A.8: Diagrama de Estados - Gestión de Cuentas.

Sección Crear Cuenta Alumno	ID: CU05
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Crear Cuenta Alumno	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva cuenta	3. El sistema valida los datos del usuario y se registra la nueva cuenta 4. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha creado la nueva cuenta y redirecciona dependiendo del usuario que ingrese: a. Ir Inicio, si el usuario llegó por el menú inicial (ver Tabla A.2); b. Gestionar Cuentas, si el usuario llegó desde el menú Gestionar Cuentas (ver Tabla A.5)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.6: Caso de Uso Extendido - Crear Cuenta Alumno.

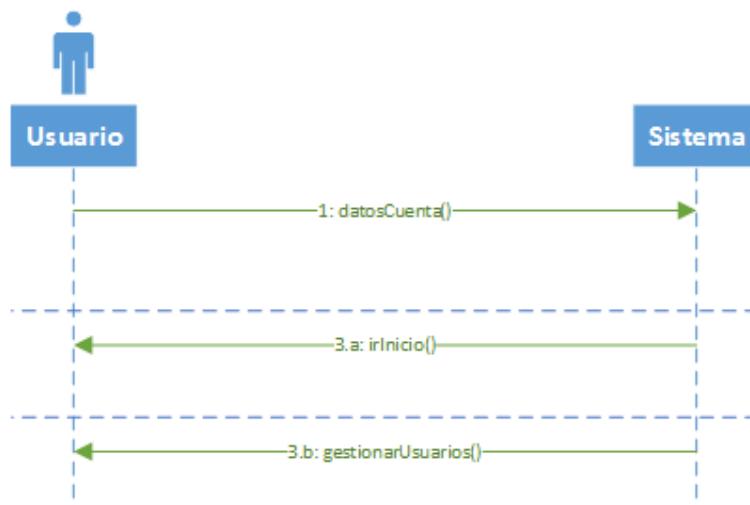


Figura A.9: Diagrama de Secuencia - Crear Cuenta Alumno.

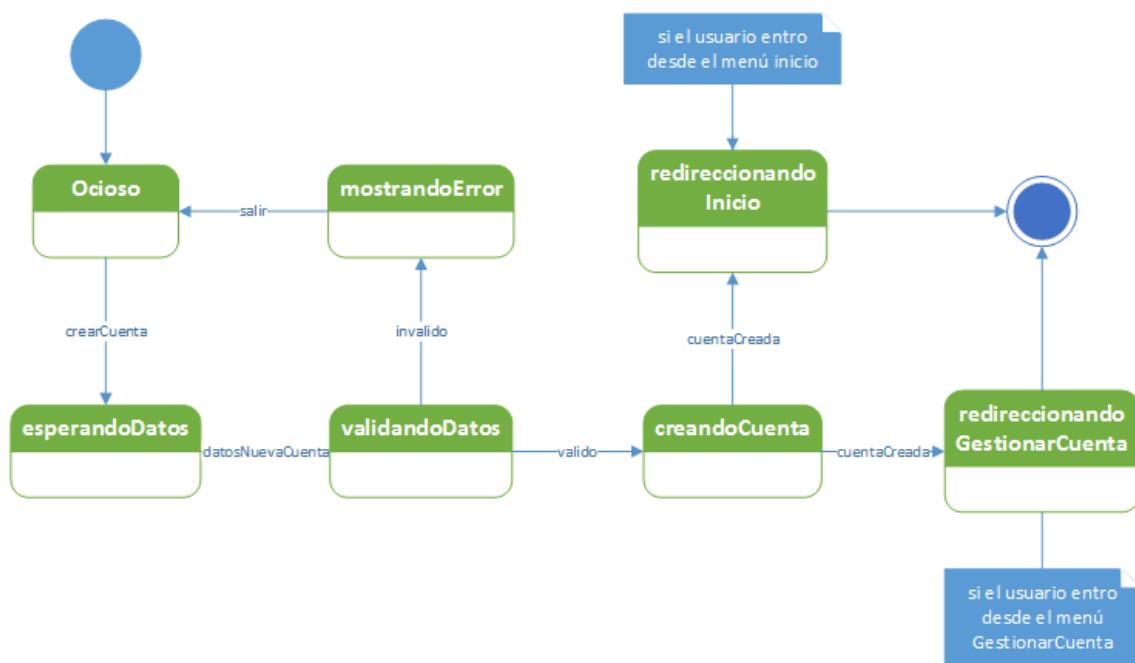


Figura A.10: Diagrama de Estados - Crear Cuenta Alumno.

Sección Eliminar Cuenta	ID: CU06
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Cuenta	
2. El usuario selecciona la cuenta a eliminar	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario confirma y acepta la eliminación	
	5. El sistema elimina la cuenta seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha eliminado la cuenta y redirecciona a la Sesión Profesor (ver Tabla A.4)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 4: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.7: Caso de Uso Extendido - Eliminar Cuenta.

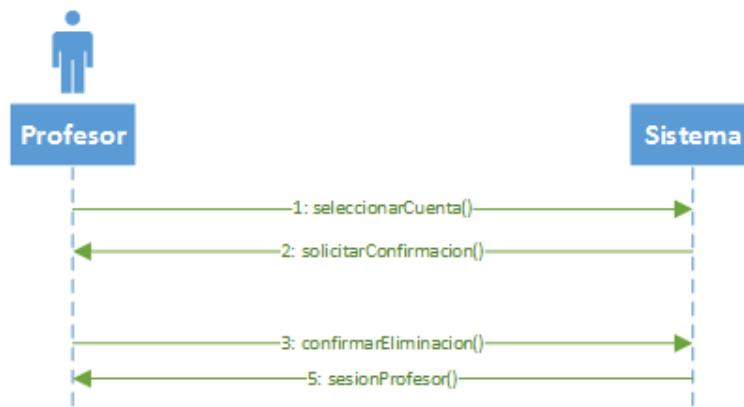


Figura A.11: Diagrama de Secuencia - Eliminar Cuenta.

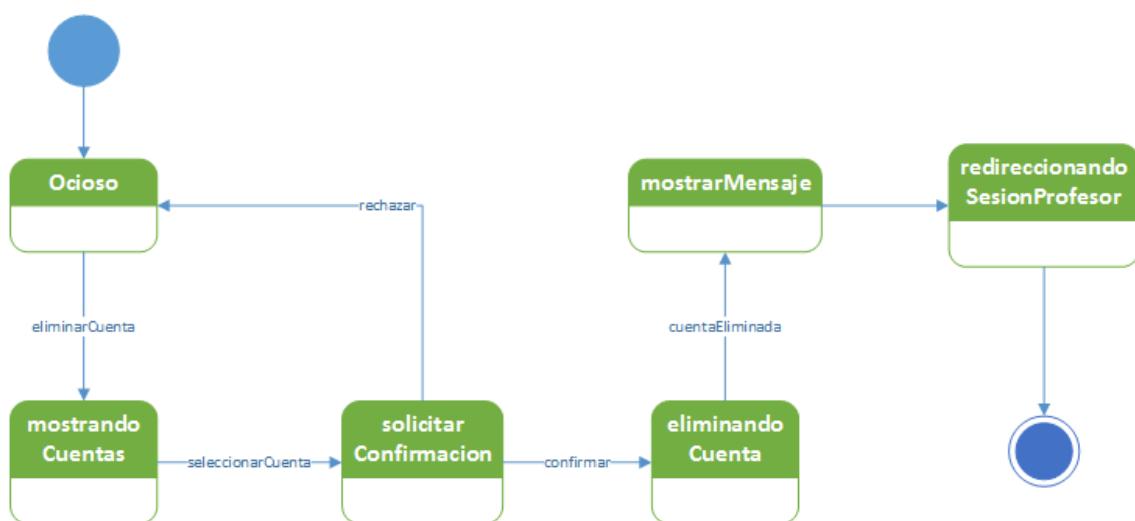


Figura A.12: Diagrama de Estados - Eliminar Cuenta.

<b>Sección Modificar Cuenta</b>	<b>ID: CU07</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Cuenta	
2. El usuario selecciona la cuenta a modificar	
	3. El sistema muestra por pantalla los datos de la cuenta seleccionada
4. El usuario modifica los campos de dicha cuenta y acepta los cambios	
	5. El sistema valida los nuevos datos y solicita confirmación para ejecutar la modificación
6. El usuario confirma y acepta la modificación	
	7. El sistema modifica la cuenta seleccionada
	8. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la cuenta y redirecciona a la Sesión Profesor (ver Tabla A.4)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
Paso 6: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.8: Caso de Uso Extendido - Modificar Cuenta.

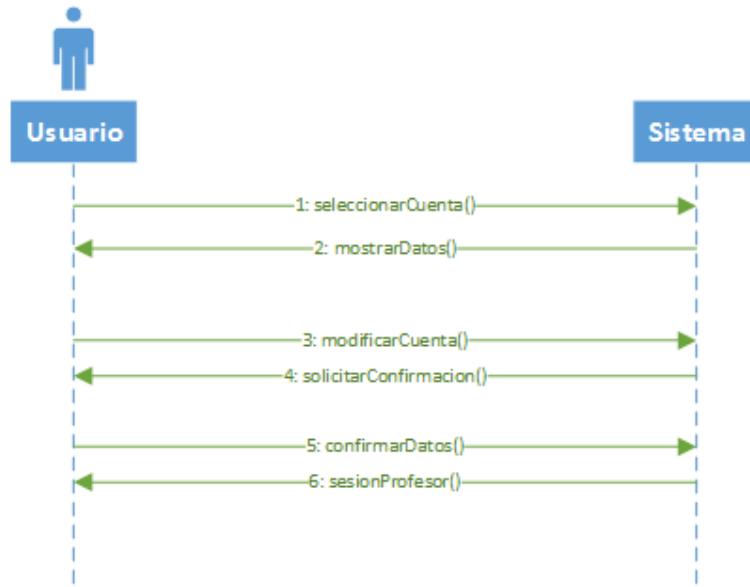


Figura A.13: Diagrama de Secuencia - Modificar Cuenta.

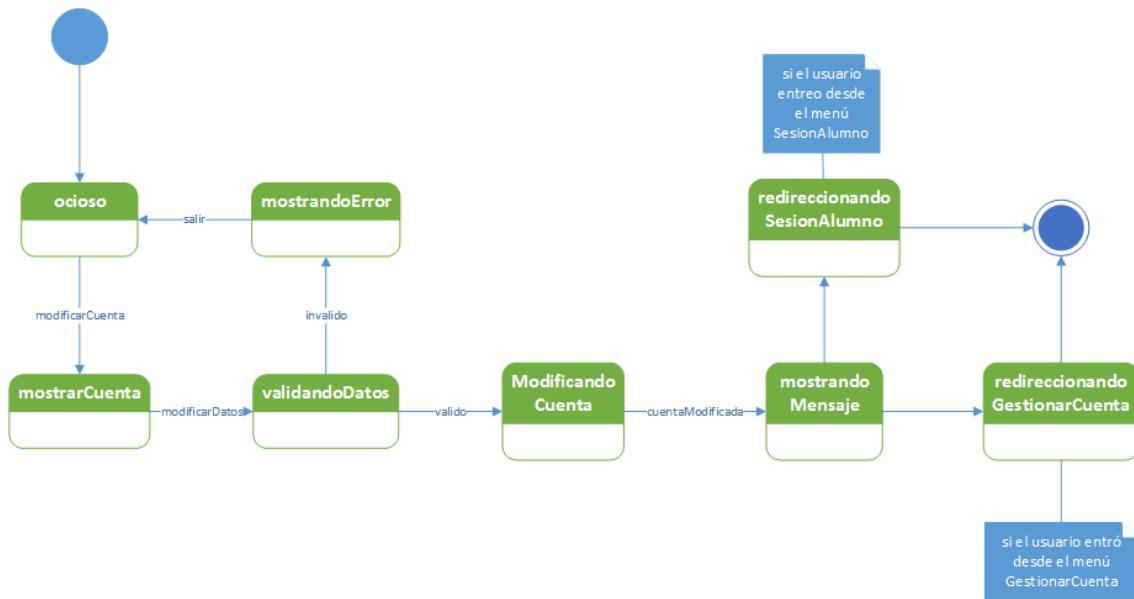


Figura A.14: Diagrama de Estados - Modificar Cuenta.

Caso de Uso	ID: CU08
Nombre	Gestionar BD
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de BD: Crear BD, Eliminar BD, Modificar BD y Cargar BD
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de base de datos
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al menú Gestionar BD desde el Caso de Uso A.4 Sesión Profesor	
2. El usuario selecciona alguna opción: a. Crear BD (ver Tabla A.10); b. Eliminar BD (ver Tabla A.11); c. Modificar BD (ver Tabla A.12); d. Cargar BD (ver Tabla A.13)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si el sistema no logra direccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.9: Caso de Uso Extendido - Gestionar BD.

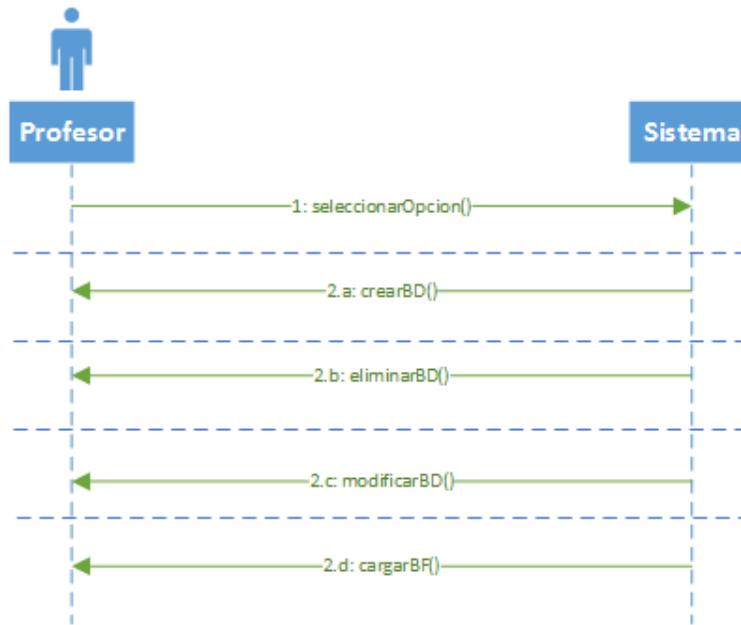


Figura A.15: Diagrama de Secuencia - Gestionar BD.

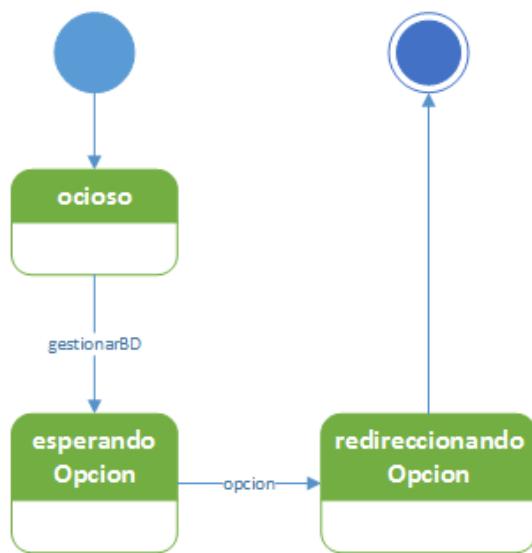


Figura A.16: Diagrama de Estados - Gestión de BD.

Sección Crear BD	ID: CU09
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Crear BD	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva base de datos	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva base de datos vacía, luego redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla A.9)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, o no puede generar la nueva base de datos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.10: Caso de Uso Extendido - Crear BD.

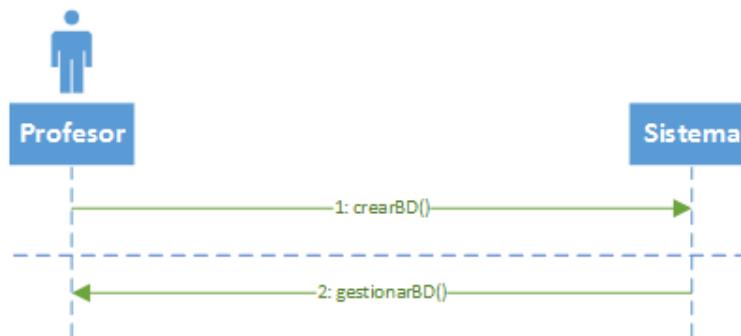


Figura A.17: Diagrama de Secuencia - Crear BD.

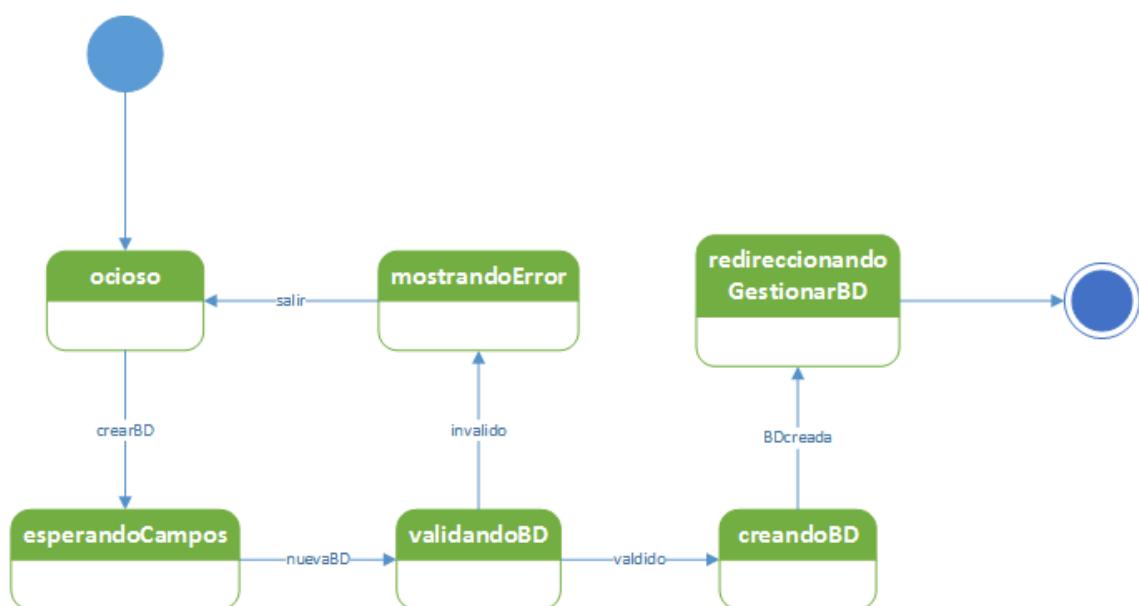


Figura A.18: Diagrama de Estados - Crear BD.

Sección Eliminar BD	ID: CU10
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Eliminar BD	
2. El usuario selecciona la base de datos a eliminar	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario confirma y acepta la eliminación	
	5. El sistema elimina la base de datos seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la base de datos y redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla A.9)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 4: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la base de datos, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.11: Caso de Uso Extendido - Eliminar BD.

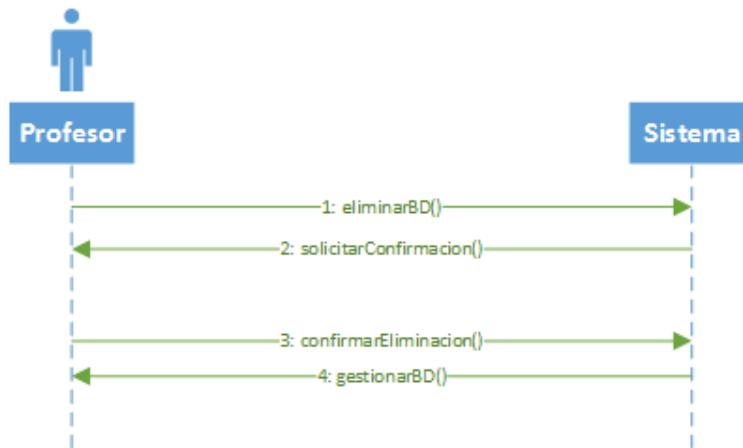


Figura A.19: Diagrama de Secuencia - Eliminar BD.

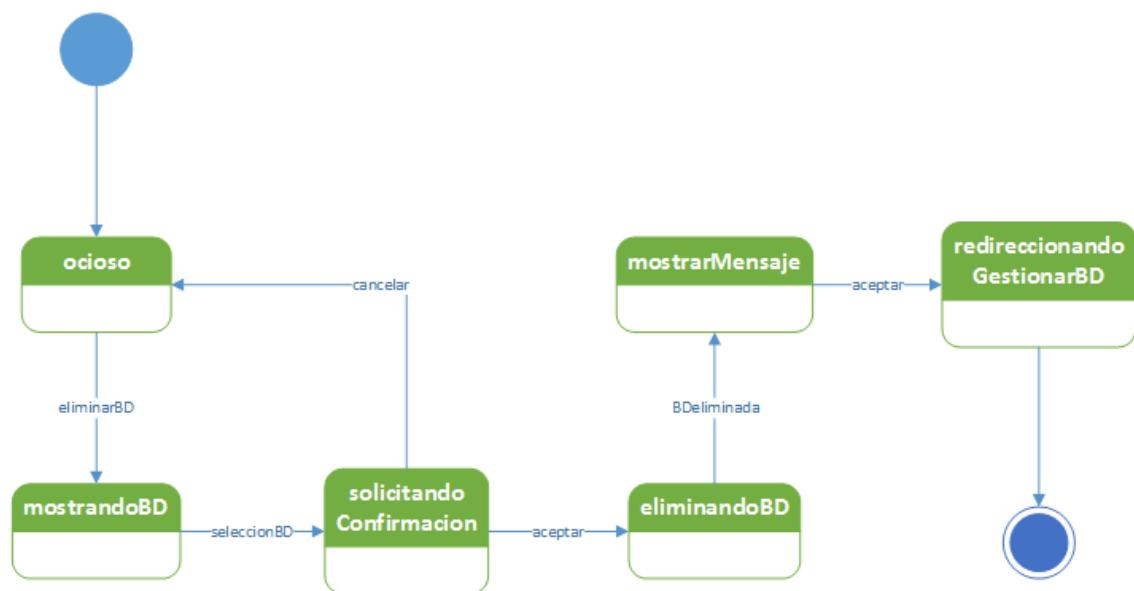


Figura A.20: Diagrama de Estados - Eliminar BD.

<b>Sección Modificar BD</b>	<b>ID: CU11</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar BD	
2. El usuario selecciona la base de datos a modificar	
	3. El sistema muestra por pantalla los datos de la base de datos seleccionada
4. El usuario modifica los campos de dicha base de datos y acepta los cambios	
	5. El sistema valida los nuevos datos y solicita confirmación para ejecutar la modificación
6. El usuario confirma y acepta la modificación	
	7. El sistema modifica la base de datos seleccionada
	8. El sistema manda un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la base de datos y redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla A.9)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
Paso 6: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la base de datos, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.12: Caso de Uso Extendido - Modificar BD.

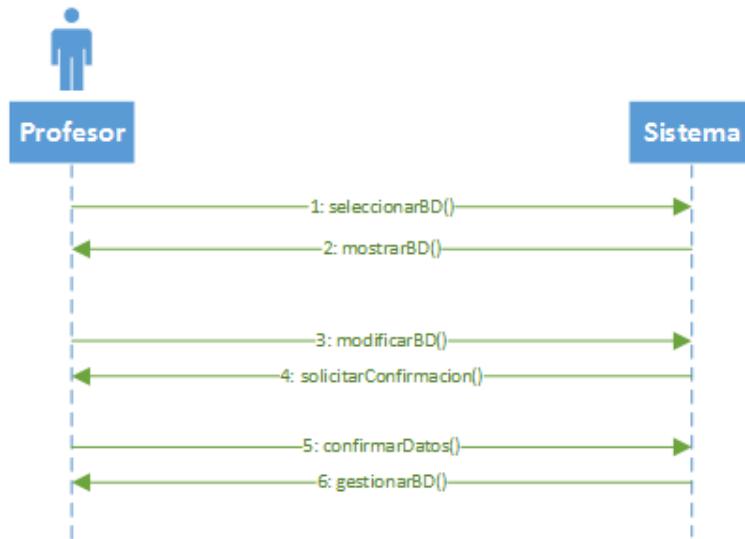


Figura A.21: Diagrama de Secuencia - Modificar BD.

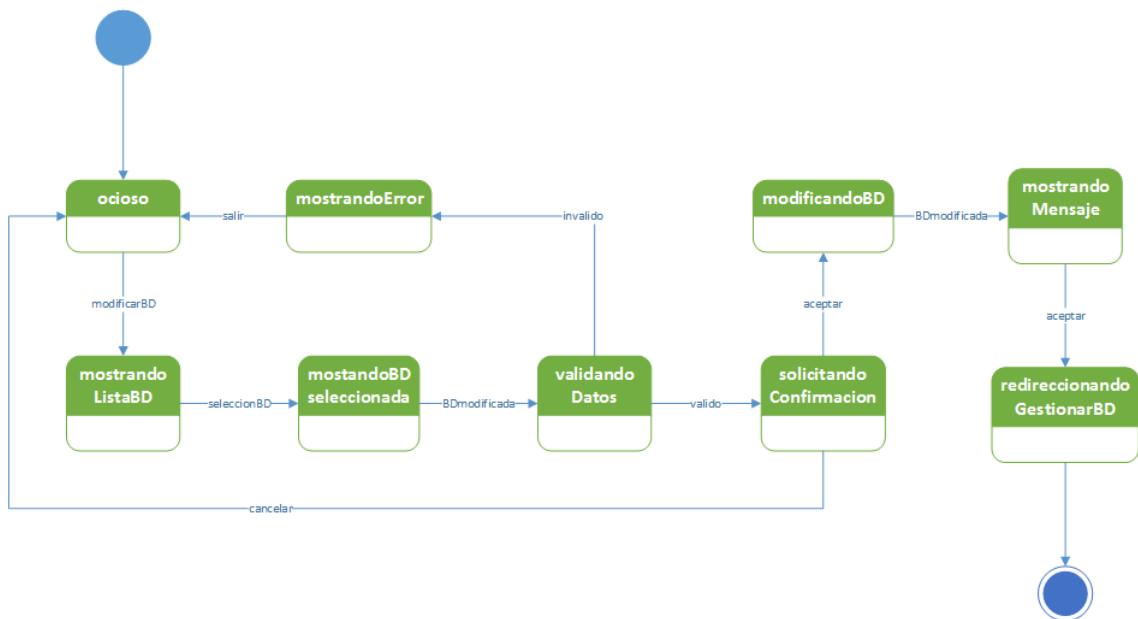


Figura A.22: Diagrama de Estados - Modificar BD.

Sección Cargar BD	ID: CU12
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Cargar BD	
2. El usuario selecciona la base de datos que desea cargar	
	3. El sistema carga la base de datos seleccionada, muestra un mensaje confirmando la carga y redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla A.9)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si no puede cargar la base de datos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.13: Caso de Uso Extendido - Cargar BD.

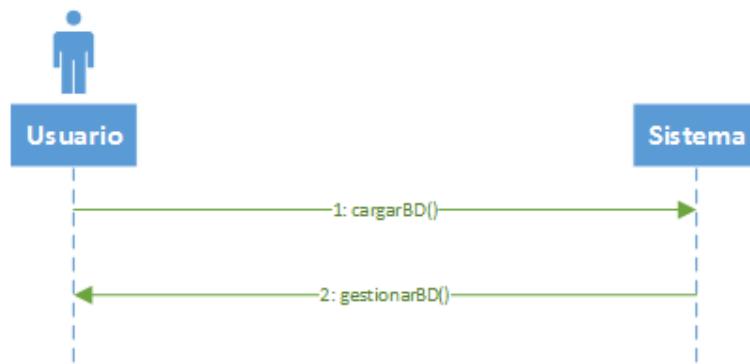


Figura A.23: Diagrama de Secuencia - Cargar BD.

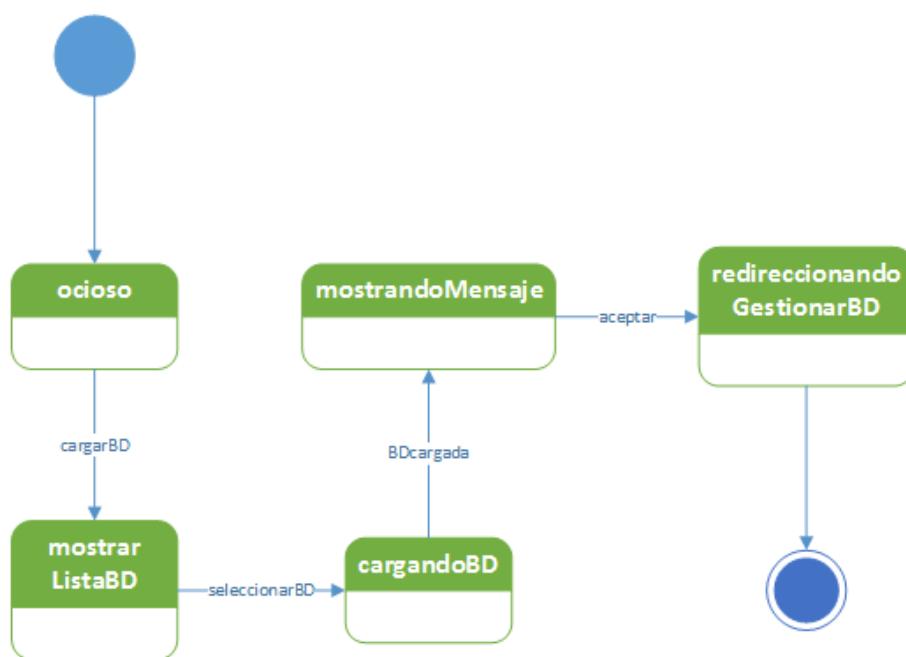


Figura A.24: Diagrama de Estados - Cargar BD.

Caso de Uso	ID: CU13
Nombre	Gestionar Ejercicios
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de Ejercicios: Crear Ejercicios, Eliminar Ejercicios, Modificar Ejercicios, Responder Ejercicios
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de ejercicios
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al menú Gestionar Ejercicios desde el Caso de Uso A.9 Gestionar BD	
2. El profesor selecciona alguna opción: a. Crear Ejercicios (ver Tabla A.15); b. Eliminar Ejercicios (ver Tabla A.16); c. Modificar Ejercicios (ver Tabla A.17); d. Responder Ejercicios (ver Tabla A.18)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla A.14: Caso de Uso Extendido - Gestionar Ejercicios.

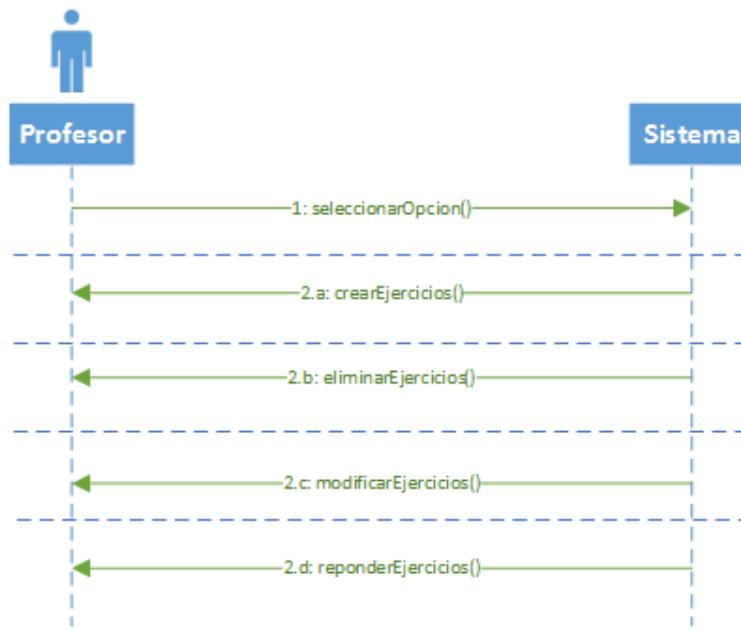


Figura A.25: Diagrama de Secuencia - Gestionar Ejercicios.

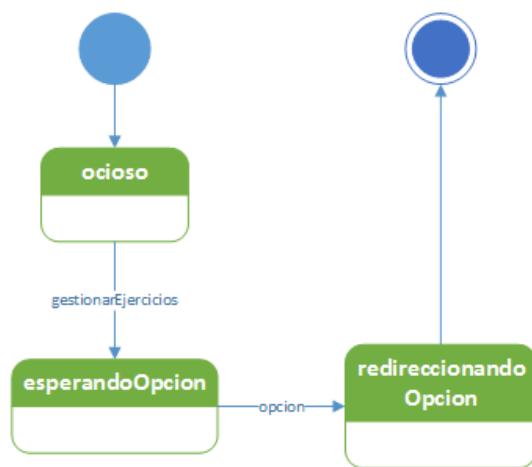


Figura A.26: Diagrama de Estados - Gestionar Ejercicios.

Sección Crear Ejercicios	ID: CU14
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Crear Ejercicios	
2. El usuario ingresa los datos de los nuevos ejercicios, agregando para cada uno la pregunta y la respuesta esperada	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva lista de ejercicios, luego redirecciona al menú Gestiónar Ejercicios (ver Tabla A.14)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos, o no puede generar la nueva base de datos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.15: Caso de Uso Extendido - Crear Ejercicios.



Figura A.27: Diagrama de Secuencia - Crear Ejercicios.

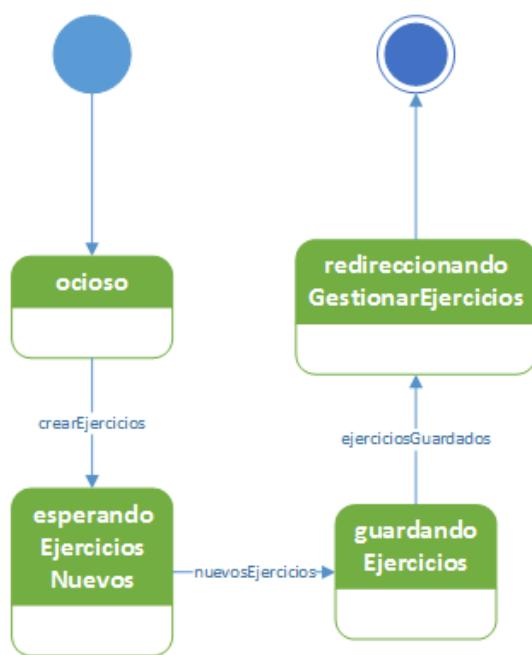


Figura A.28: Diagrama de Estados - Crear Ejercicios.

Sección Eliminar Ejercicios	ID: CU15
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Ejercicios	
2. El usuario selecciona los ejercicios que desea eliminar	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario confirma y acepta la eliminación	5. El sistema elimina los ejercicios seleccionados
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado los ejercicios y redirecciona al menú Gestionar Ejercicios (ver Tabla A.14)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 4: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar los ejercicios, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.16: Caso de Uso Extendido - Eliminar Ejercicios.

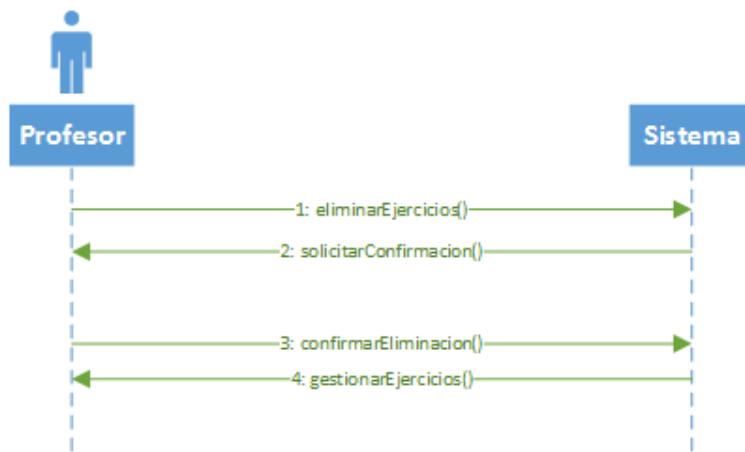


Figura A.29: Diagrama de Secuencia - Eliminar Ejercicios.

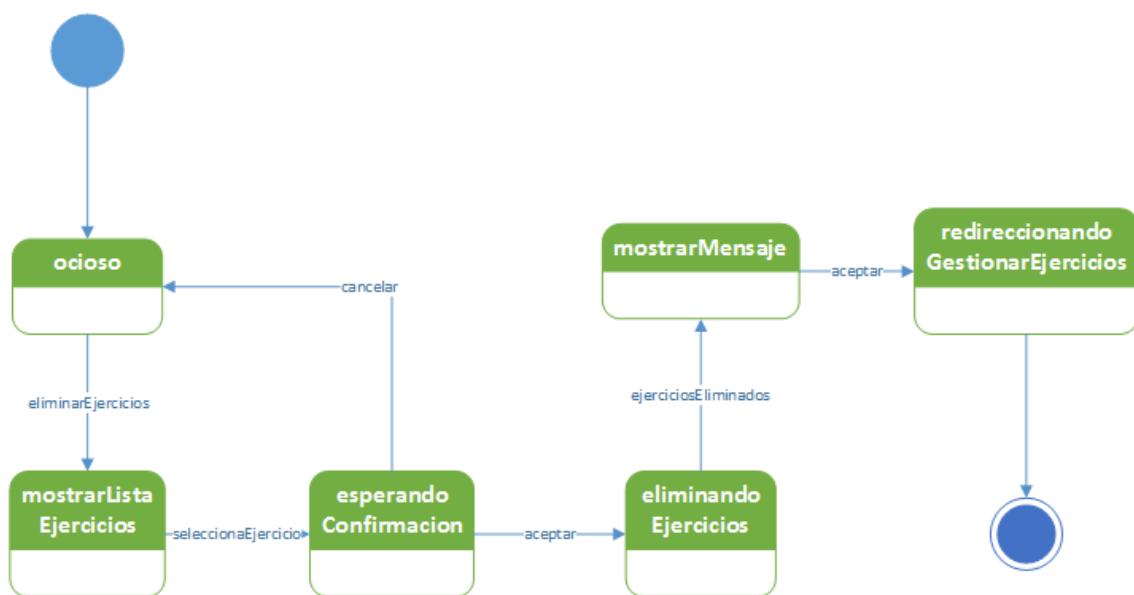


Figura A.30: Diagrama de Estados - Eliminar Ejercicios.

<b>Sección Modificar Ejercicios</b>	<b>ID: CU16</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Ejercicios	
2. El usuario selecciona los ejercicios a modificar	
	3. El sistema muestra por pantalla los ejercicios seleccionados
4. El usuario modifica los campos de cada ejercicio y acepta los cambios	
	5. El sistema valida los nuevos ejercicios y solicita confirmación para ejecutar la modificación
6. El usuario confirma y acepta la modificación	
	7. El sistema modifica los ejercicios seleccionados
	8. El sistema manda un mensaje al usuario indicando que se ha modificado los ejercicios y redirecciona al menú Gestionar Ejercicios (ver Tabla A.14)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
Paso 6: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar los ejercicios, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.17: Caso de Uso Extendido - Modificar Ejercicios.

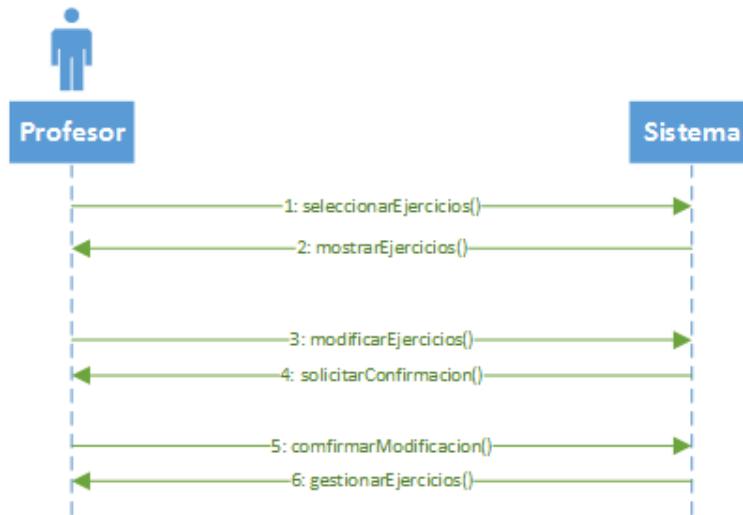


Figura A.31: Diagrama de Secuencia - Modificar Ejercicios.

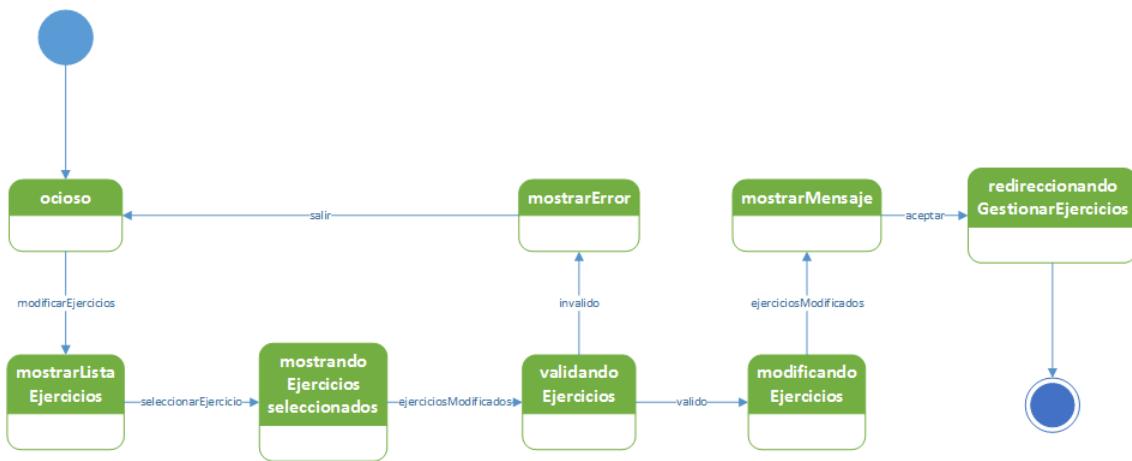


Figura A.32: Diagrama de Estados - Modificar Ejercicios.

<b>Sección Responder Ejercicios</b>	<b>ID: CU17</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Responder Ejercicios	
2. El usuario responde el ejercicio que sale en pantalla vía una consulta en Álgebra Relacional (ver Tabla A.29)	
	3. El sistema verifica la sintaxis y semántica de la respuesta, ejecuta la consulta y compara con la respuesta esperada
	4. El sistema muestra el resultado de la consulta y carga la siguiente consulta volviendo al paso 2, hasta que ya no hay más ejercicios
	5. Cuando no hay más ejercicios, el sistema muestra el resultado global de todos los ejercicios y redirecciona a: menú Gestionar Ejercicios si el usuario es un Profesor (ver Tabla A.14), o al menú Sesión Alumno si el usuario es un Alumno (ver Tabla A.28)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 3: Si el sistema encuentra un error de sintaxis o semántica, muestra un mensaje de error y vuelve al paso 2. Si el sistema no logra ejecutar la respuesta, muestra un mensaje de error y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no logra cargar la siguiente pregunta, muestra un mensaje de error y vuelve al paso 1
	Paso 5: Si el sistema no logra redireccionar, se muestra un mensaje de error

Tabla A.18: Caso de Uso Extendido - Responder Ejercicios.

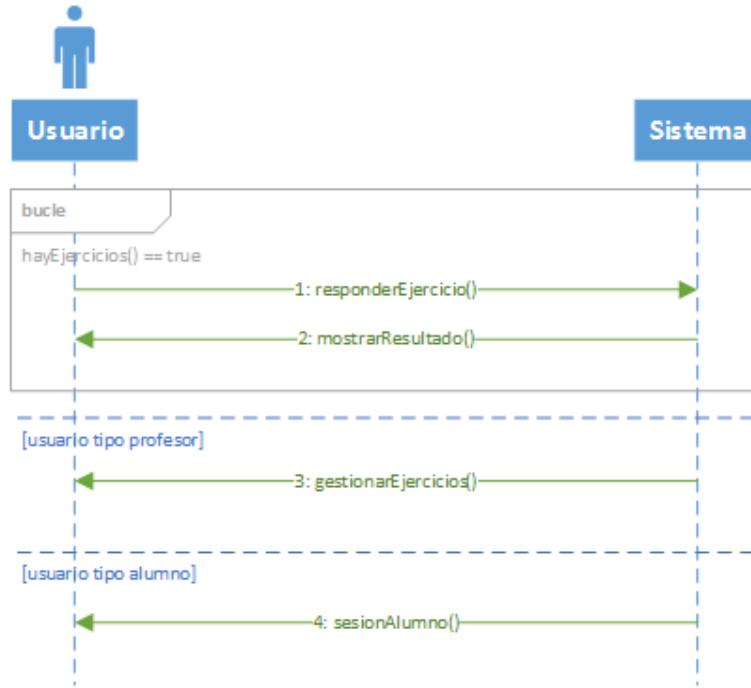


Figura A.33: Diagrama de Secuencia - Responder Ejercicios.

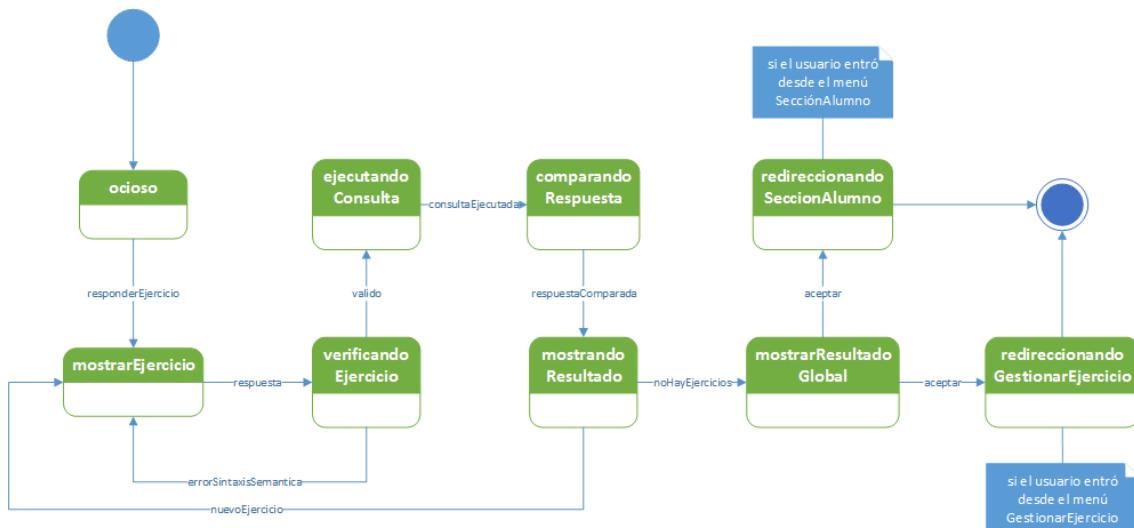


Figura A.34: Diagrama de Estados - Responder Ejercicios.

Caso de Uso	ID: CU18
Nombre	Gestionar Relación
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Mostrar al Usuario todas las opciones de Gestión de Relación: Agregar Relación, Eliminar Relación, Modificar Relación, Ver Relación
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú de gestión de relaciones
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa al menú Gestionar Relación desde el menú Gestionar BD si es un profesor (ver Tabla A.9) o desde el menú Sesión Alumno si es un alumno (ver Tabla A.28)	
2. El usuario selecciona alguna opción: a. Agregar Relación (ver Tabla A.20); b. Eliminar Relación (ver Tabla A.21); c. Modificar Relación (ver Tabla A.22); d. Ver Relación (ver Tabla A.23)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla A.19: Caso de Uso Extendido - Gestionar Relación.

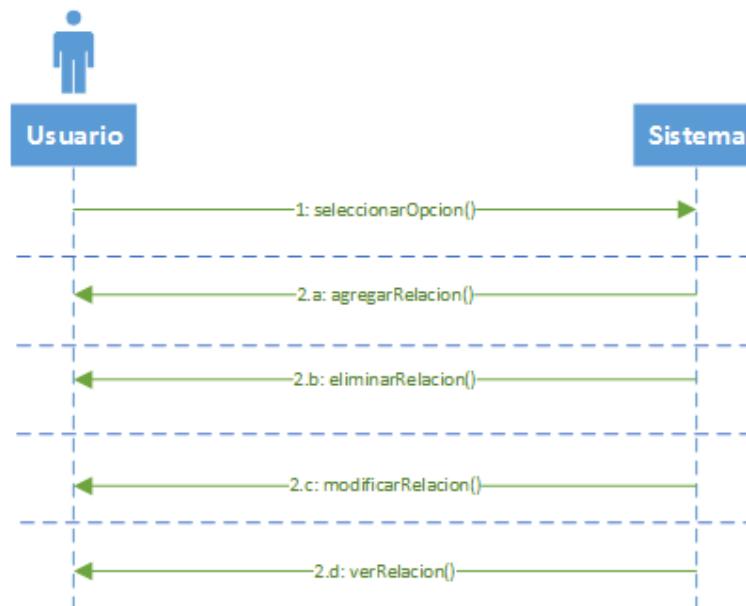


Figura A.35: Diagrama de Secuencia - Gestión de Relación.

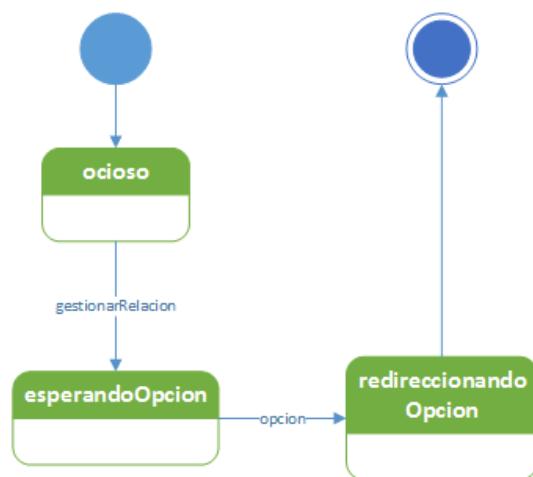


Figura A.36: Diagrama de Estados - Gestión de Relación.

Sección Agregar Relación	ID: CU19
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Agregar Relación	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva relación	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva relación, luego redirecciona al menú Gestión Relación (ver Tabla A.19)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si no puede generar la nueva relación, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.20: Caso de Uso Extendido - Agregar Relación.

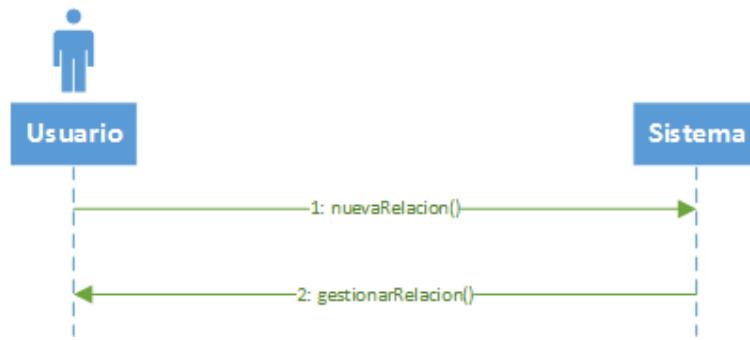


Figura A.37: Diagrama de Secuencia - Agregar Relación.

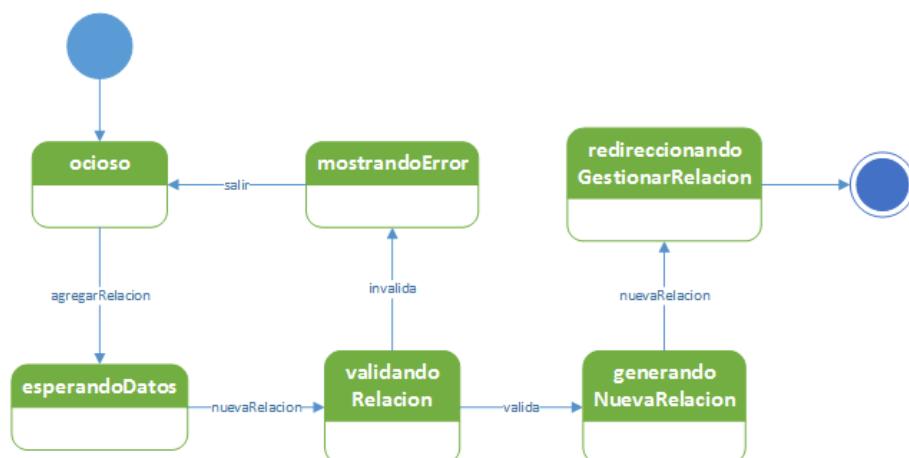


Figura A.38: Diagrama de Estados - Agregar Relación.

Sección Eliminar Relación	ID: CU20
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Relación	
2. El usuario selecciona la relación que desea eliminar	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario confirma y acepta la eliminación	
	5. El sistema elimina la relación seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la relación y redirecciona al menú Gestiónar Relación (ver Tabla A.19)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 4: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la relación, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.21: Caso de Uso Extendido - Eliminar Relación.

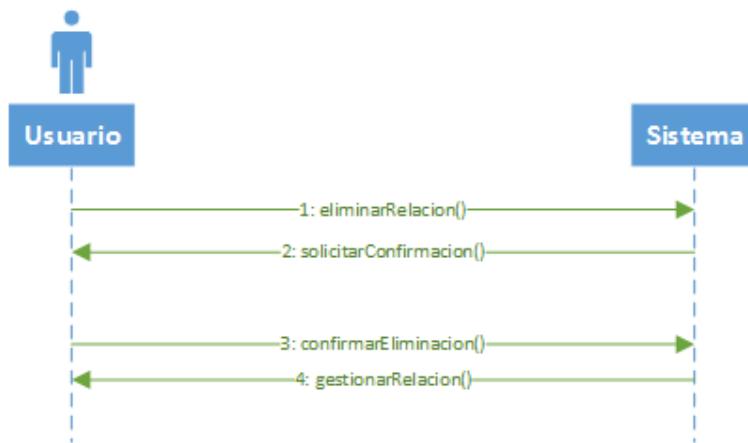


Figura A.39: Diagrama de Secuencia - Eliminar Relación.

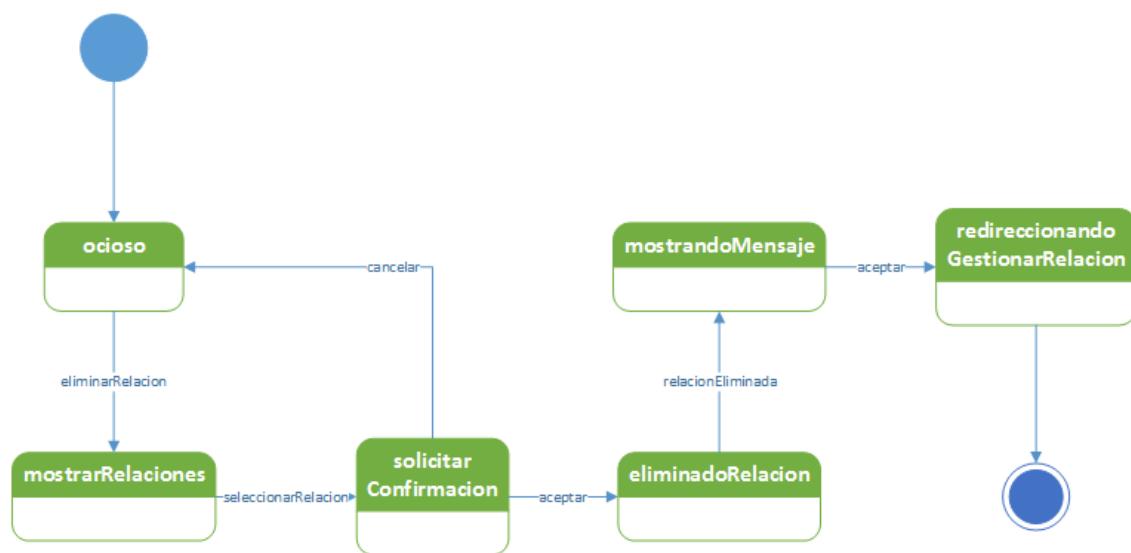


Figura A.40: Diagrama de Estados - Eliminar Relación.

Sección Modificar Relación	ID: CU21
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Modificar Relación	
2. El usuario selecciona la relación a modificar	
	3. El sistema muestra por pantalla la relación seleccionada
4. El usuario modifica los campos de la relación	5. El sistema valida los nuevos campos de la relación y solicita confirmación para ejecutar la modificación
6. El usuario confirma y acepta la modificación	7. El sistema modifica la relación seleccionada
	8. El sistema manda un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la relación y redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla A.19)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 6: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la relación, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.22: Caso de Uso Extendido - Modificar Relación

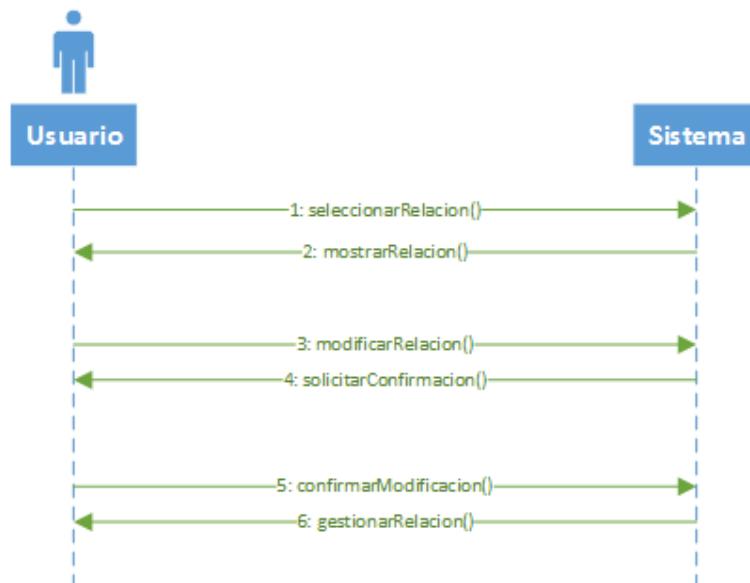


Figura A.41: Diagrama de Secuencia - Modificar Relación.

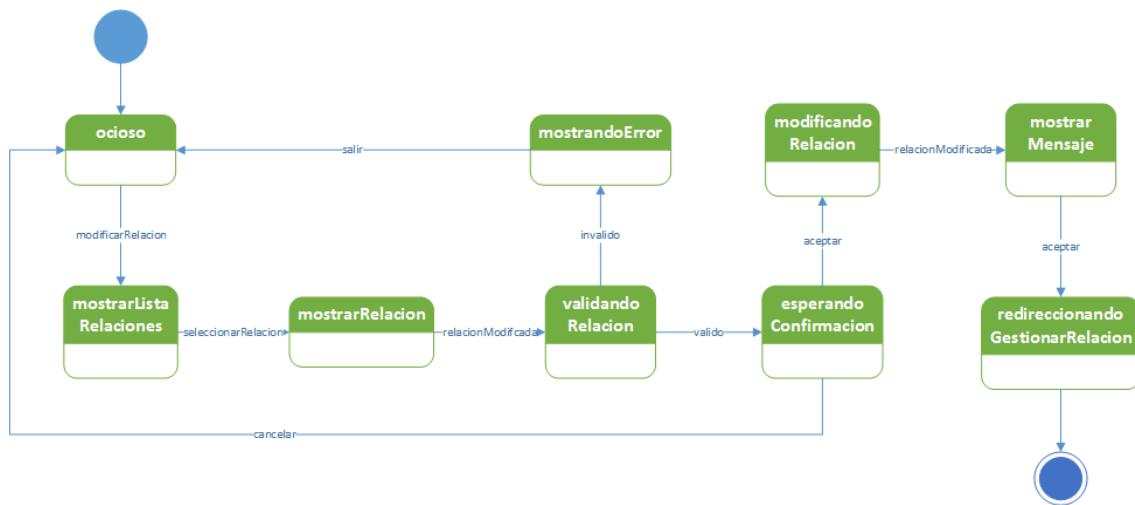


Figura A.42: Diagrama de Estados - Modificar Relación.

Sección Ver Relación	ID: CU22
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Ver Relación	
2. El usuario selecciona una relación desde una lista	
	3. El sistema muestra por pantalla la relación seleccionada
4. El usuario puede seleccionar la opción Gestionar Tupla (ver Tabla A.24)	
	5. El sistema direcciona a Gestionar Tupla (ver Tabla A.24) si es que el usuario lo ha decidido
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si el sistema no logra cargar la relación seleccionada, se muestra un mensaje de error y se vuelve al paso 1
	Paso 5: Si el sistema no logra direccionar, se muestra un mensaje de error

Tabla A.23: Caso de Uso Extendido - Ver Relación.

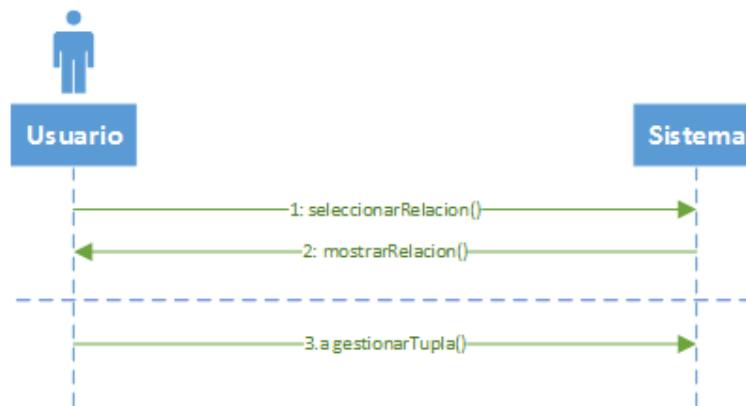


Figura A.43: Diagrama de Secuencia - Ver Relación.

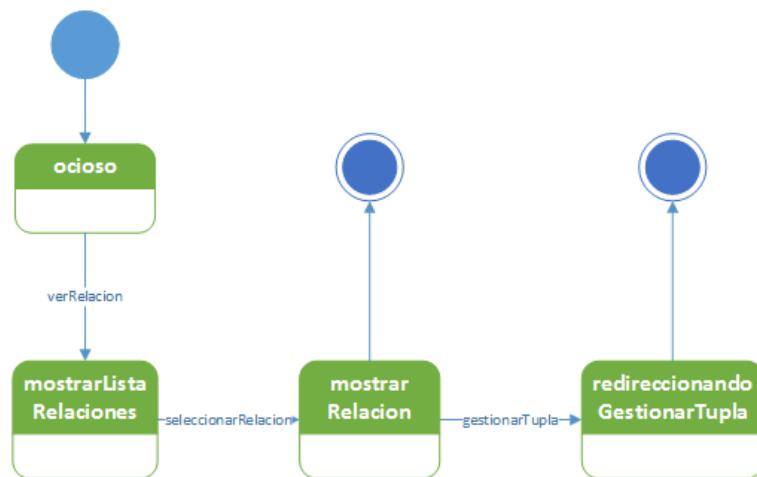


Figura A.44: Diagrama de Estados - Ver Relación.

Caso de Uso	ID: CU23
Nombre	Gestionar Tupla
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Mostrar al Usuario todas las opciones de Gestión de Tupla: Ingresar Tupla, Eliminar Tupla, Modificar Tupla
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú de gestión de tuplas
Curso Normal (Usuario)	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario ingresa al menú Gestionar Tupla desde la opción Ver Relación (ver Tabla A.23)	
2. El usuario selecciona alguna opción: a. Ingresar Tupla (ver Tabla A.25); b. Eliminar Tupla (ver Tabla A.26); c. Modificar Tupla (ver Tabla A.27)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla A.24: Caso de Uso Extendido - Gestionar Tupla.

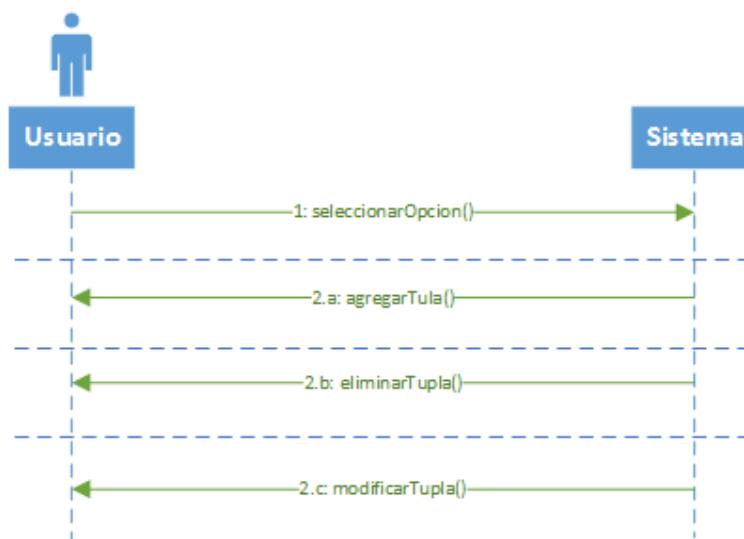


Figura A.45: Diagrama de Secuencia - Gestionar Tupla.

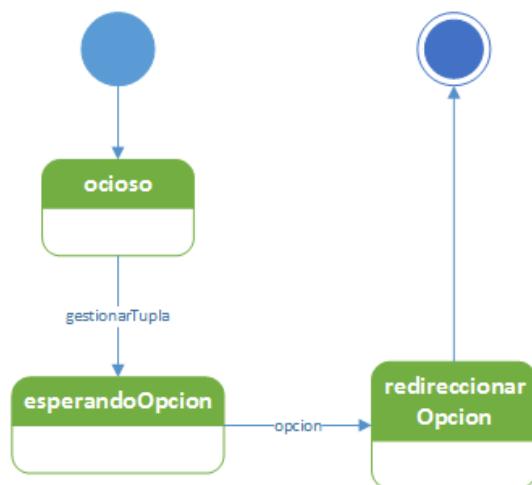


Figura A.46: Diagrama de Estados - Gestión de Tupla.

Sección Ingresar Tupla	ID: CU24
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Ingresar Tupla	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva tupla	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva tupla, luego redirecciona al menú Gestiónar Tupla (ver Tabla A.24)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los tipos datos ingresados no son los correctos, o no puede generar la nueva tupla, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla A.25: Caso de Uso Extendido - Ingresar Tupla.

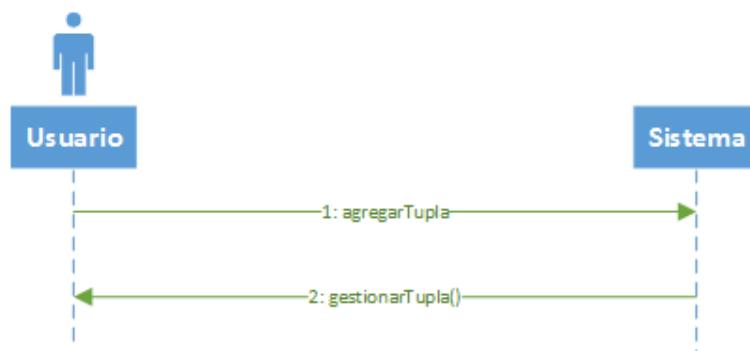


Figura A.47: Diagrama de Secuencia - Ingresar Tupla.

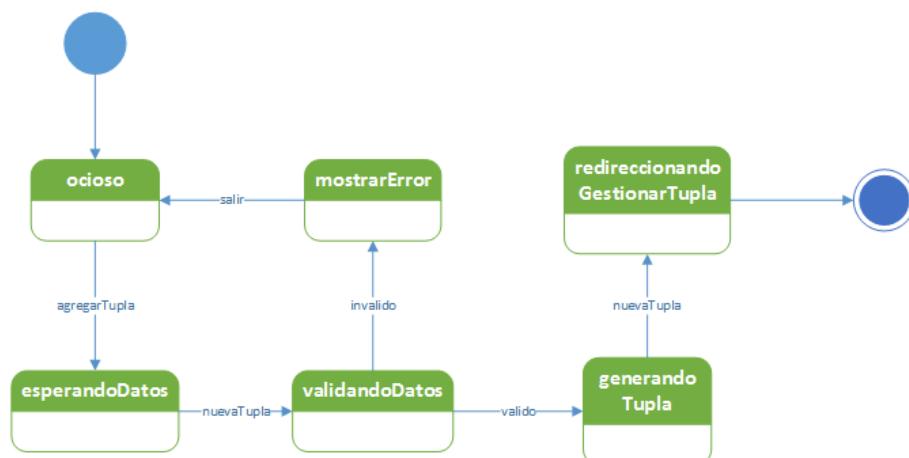


Figura A.48: Diagrama de Estados - Ingresar Tupla.

Sección Eliminar Tupla	ID: CU25
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Tupla	
2. El usuario selecciona la tupla que desea eliminar	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario confirma y acepta la eliminación	
	5. El sistema elimina la tupla seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la tupla y redirecciona al menú Gestiónar Tupla (ver Tabla A.24)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 4: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la tupla, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.26: Caso de Uso Extendido - Eliminar Tupla.

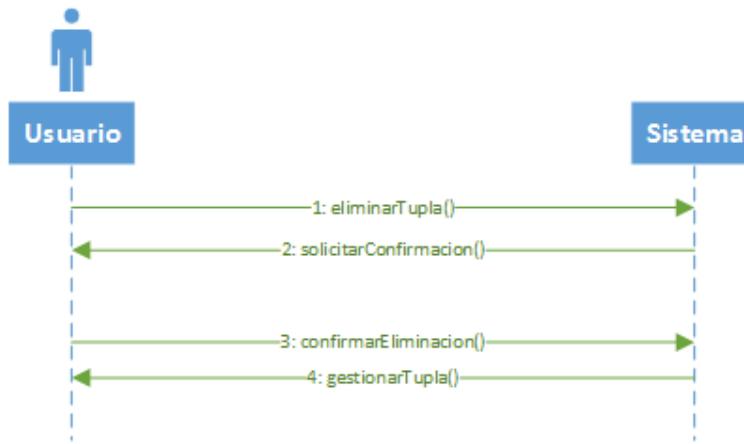


Figura A.49: Diagrama de Secuencia - Eliminar Tupla.

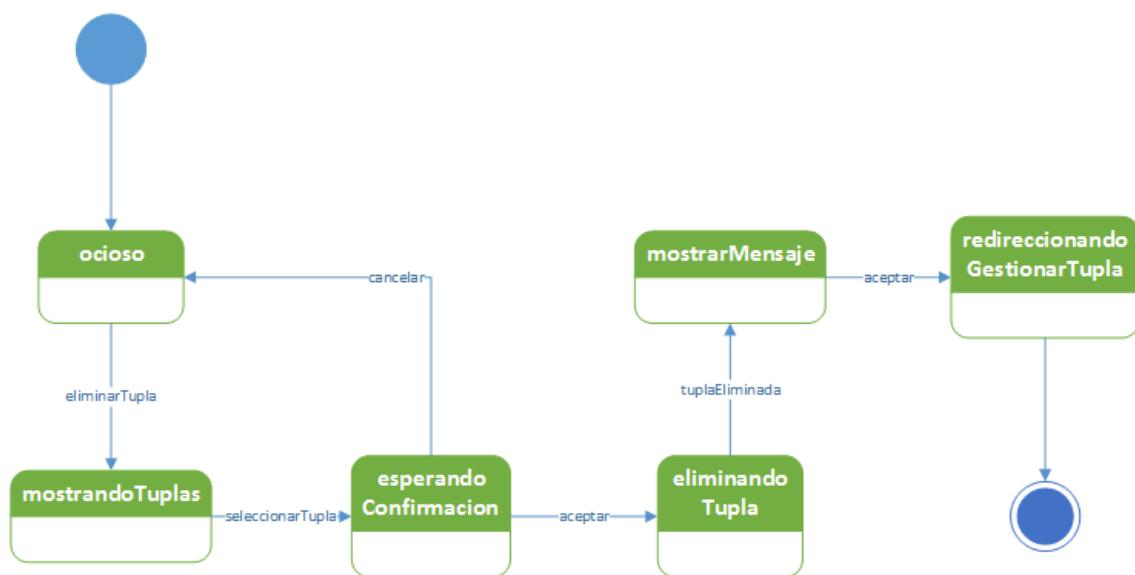


Figura A.50: Diagrama de Estados - Eliminar Tupla.

<b>Sección Modificar Tupla</b>	<b>ID: CU26</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Tupla	
2. El usuario selecciona la tupla a modificar	
	3. El sistema muestra por pantalla la tupla seleccionada
4. El usuario modifica los campos de la tupla	5. El sistema valida los nuevos campos de la tupla y solicita confirmación para ejecutar la modificación
6. El usuario confirma y acepta la modificación	7. El sistema modifica la tupla seleccionada
	8. El sistema manda un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la tupla y redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla A.24)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 6: El usuario no acepta la confirmación, se termina dicho proceso y se vuelve al paso 1	Paso 5: Si los tipos de datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la tupla, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla A.27: Caso de Uso Extendido - Modificar Tupla.

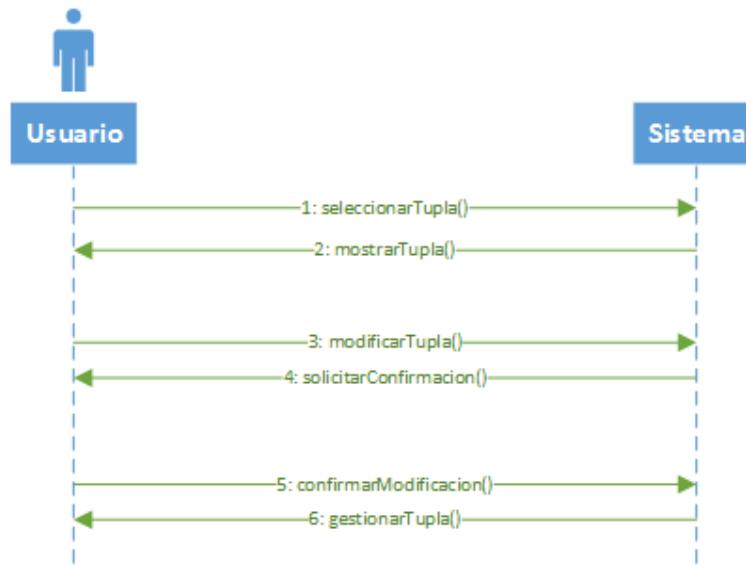


Figura A.51: Diagrama de Secuencia - Modificar Tupla.

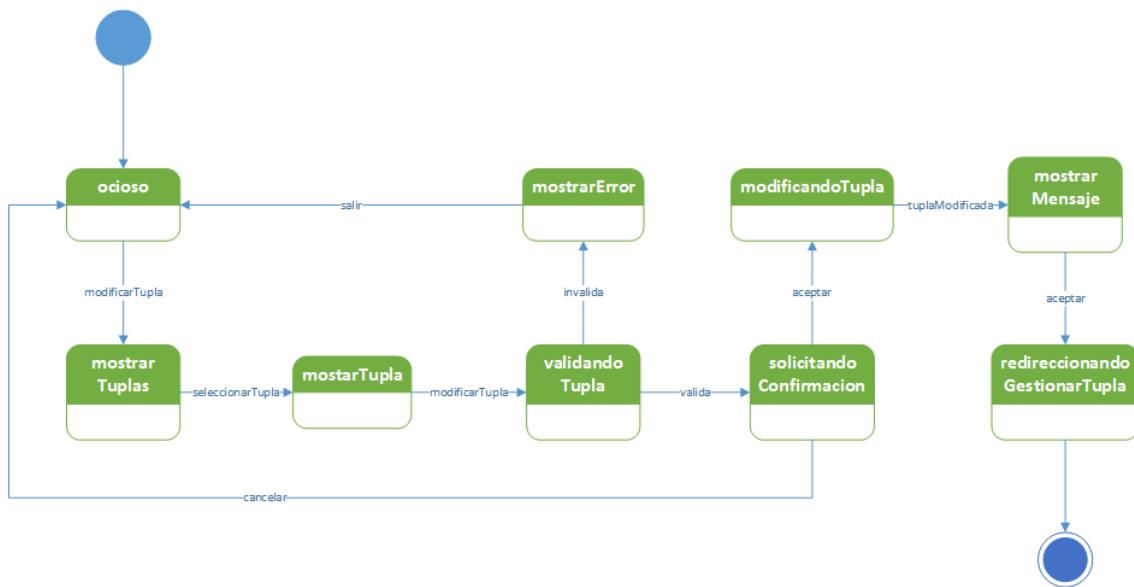


Figura A.52: Diagrama de Estados - Modificar Tupla.

Caso de Uso	ID: CU27
Nombre	Sesión Alumno
Actores	Alumno
Propósito	Mostrar al Alumno todas las opciones relacionadas con la Gestión de Bases de Datos, Relaciones, Tuplas, Hacer Consultas y Responder Ejercicios
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú: Gestión de tuplas, Gestionar Relación, Modificar Cuenta, Gestión BD, Responder Ejercicios, Hacer Consulta
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa al sistema desde el Caso de Uso A.3 Iniciar Sesión	
2. El usuario selecciona alguna opción: a. Crear BD (ver Tabla A.10); b. Eliminar BD (ver Tabla A.11); c. Modificar BD (ver Tabla A.12); d. Cargar BD (ver Tabla A.13); e. Gestionar Relaciones (ver Tabla A.19); f. Responder Ejercicios (ver Tabla A.18); g. Hacer Consulta (ver Tabla A.29); h. Modificar Cuenta (ver Tabla A.8)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla A.28: Caso de Uso Extendido - Sesión Alumno.

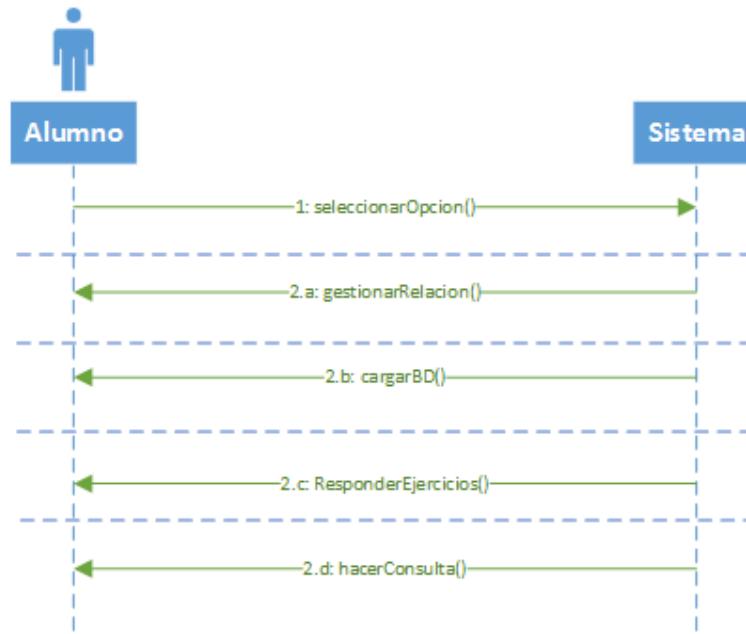


Figura A.53: Diagrama de Secuencia - Sesión Alumno

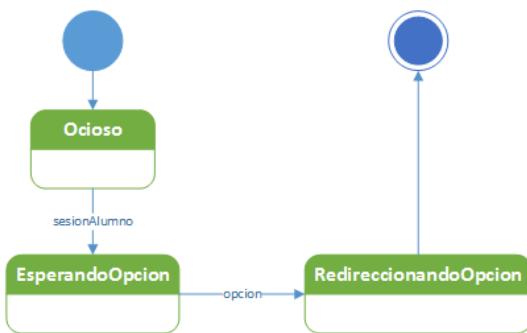


Figura A.54: Diagrama de Estados - Sesión Alumno.

Caso de Uso	ID: CU28
Nombre	Hacer Consulta
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Entregar herramientas para la ejecución de consultas en Álgebra Relacional
Resumen	El Usuario escribe manualmente o selecciona algún botón para ejecutar una consulta en Álgebra Relacional
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario escribe en el campo para hacer consultas desde la Sesión Profesor, si es un profesor (ver Tabla A.4); o desde la Sesión Alumno, si es un alumno (ver Tabla A.28)	
2. El usuario vía teclado o por medio de botones gráficos, y a base de las relaciones cargadas; formula una consulta en Álgebra Relacional y la ejecuta	
	3. El sistema revisa sintaxis y semántica de la consulta realizada y genera la relación resultante
	4. El sistema permite generar otra consulta si es que el usuario lo desea, volviendo al paso 2
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si el sistema encuentra un error de sintaxis, no logra revisar la consulta o no puede generar la nueva relación, muestra un aviso de error y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no puede ofrecer al usuario hacer otra consulta, muestra un mensaje y vuelve al menú Sesión Profesor si es que el usuario es un profesor (ver Tabla A.4), o vuelve al menú Sesión Alumno si es que el usuario es un alumno (ver Tabla A.28)

Tabla A.29: Caso de Uso Extendido - Hacer Consulta.

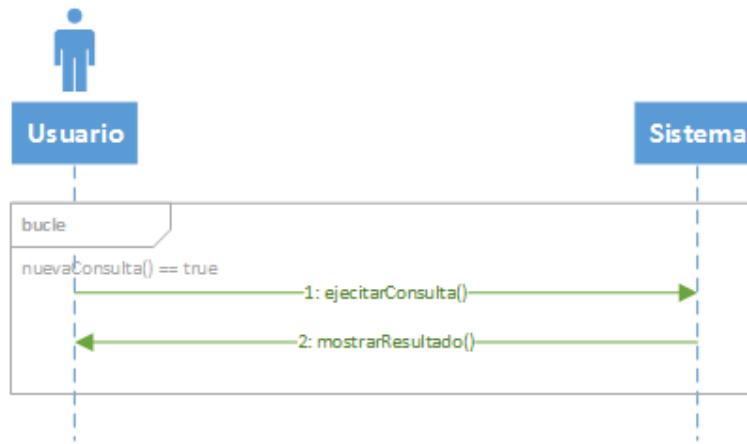


Figura A.55: Diagrama de Secuencia - Hacer Consulta.

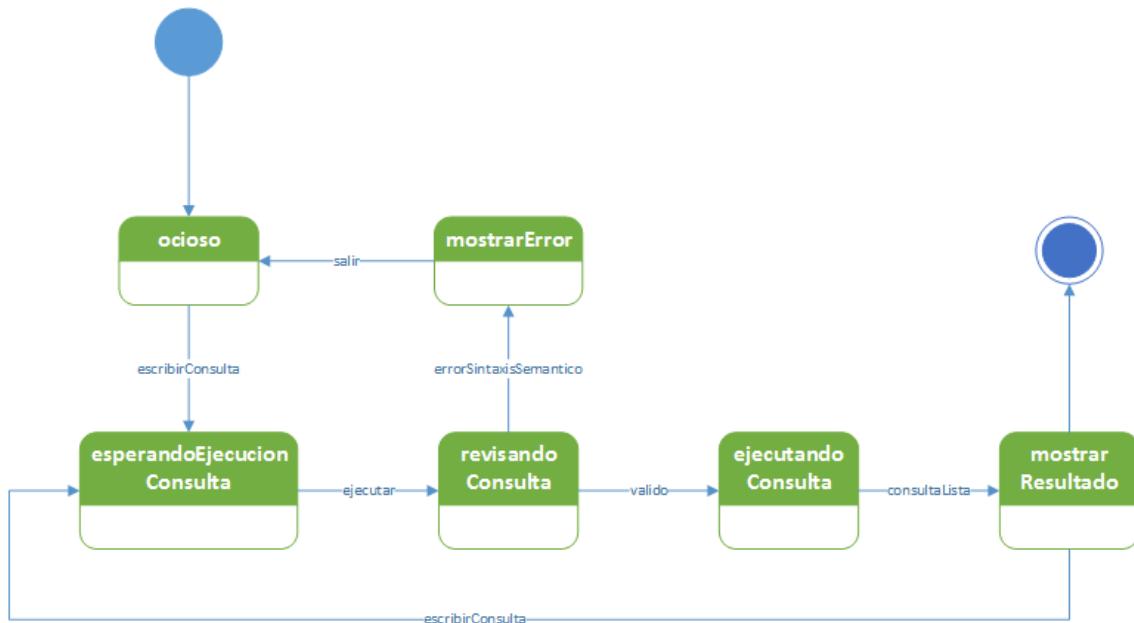


Figura A.56: Diagrama de Estados - Hacer Consulta.

Caso de Uso	ID: CU29
Nombre	Ver Estadísticas
Actores	Profesor
Propósito	Obtener feedback mediante estadísticas y datos de todos los alumnos que han utilizado la herramienta
Resumen	El Profesor observa tablas y resultados obtenidos por algún algoritmo de Minería de Datos
Curso Normal (Usuario)	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Ver Estadísticas desde el menú Sesión Profesor (ver Tabla A.4)	
	2. El sistema muestra estadísticas de la base de datos, además de un gráfico de resultado de ejercicios
Curso Alternativo (Usuario)	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
	Paso 2: Si el sistema no logra cargar los resultados o no puede mostrar por pantalla, muestra un aviso de error y vuelve al paso 1

Tabla A.30: Caso de Uso Extendido - Ver Estadísticas

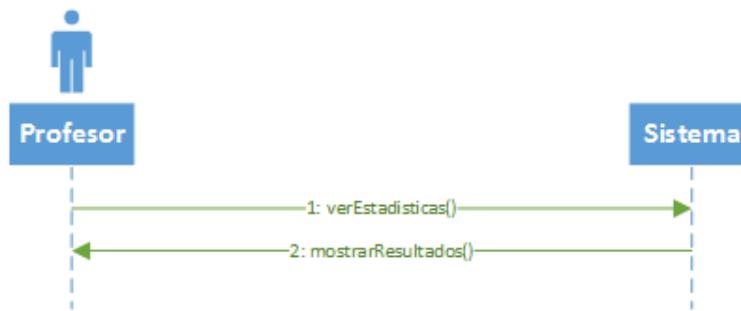


Figura A.57: Diagrama de Secuencia - Ver Estadísticas.

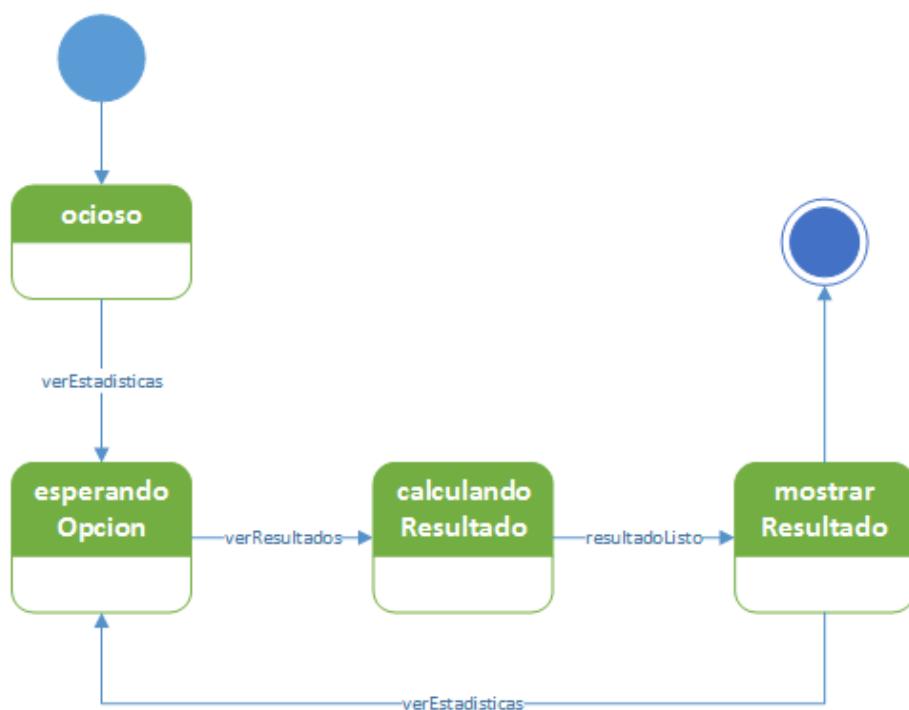


Figura A.58: Diagrama de Estados - Ver Estadísticas.

# Apéndice B

## Interfaces de Usuario

En este apéndice se presentarán las principales interfaces con la que el usuario trabajará. Todo esto con el fin de visualizar los elementos gráficos que ayudarán al usuario a manejar y solicitar las funciones del sistema. A continuación se muestran algunas interfaces de usuario. Para ver más interfaces, ir a la Sección 5.3.1 sobre Casos de Usos Reales.

- **Interfaz Ventana Inicial:** Interfaz común que verán todos los usuarios que ingresen al sistema. Ésta permite al usuario crear una cuenta de alumno o ingresar directamente al Sistema. Ver Figura B.1.
- **Interfaz Inicial de Usuario Profesor:** Muestra la interfaz de inicio del Profesor. Contiene el menú con acceso a las funciones principales que éste posee. Ver Figura B.2.
- **Interfaz Inicial de Usuario Alumno:** Muestra la interfaz de inicio del Alumno. Contiene el menú con acceso a las funciones principales que éste posee. Ver Figura B.3.
- **Interfaz Crear Cuenta Alumno:** Interfaz que contiene la interfaz para la creación de una cuenta como alumno desde la sesión del Profesor. Ver Figura B.4.
- **Interfaz Cargar BD:** Interfaz que muestra una lista de bases de datos disponibles para ser cargadas al sistema. Cualquier usuario registrado puede acceder a esta interfaz. Ver Figura B.5.

- **Interfaz Hacer Consulta:** Muestra la interfaz para hacer consultas en Álgebra Relacional a una base de datos cargada. Cualquier usuario registrado puede acceder a esta interfaz. Ver Figura B.6.
- **Interfaz Crear Ejercicios:** Muestra la interfaz para la creación de ejercicios para una base de datos cargada. Solo el usuario Profesor puede acceder a esta interfaz. Ver Figura B.7.
- **Interfaz Responder Ejercicios:** Interfaz que contiene el formulario para el desarrollo de ejercicios diseñados para cada base de datos. Cualquier usuario registrado puede acceder a esta funcionalidad. Ver Figura B.8.

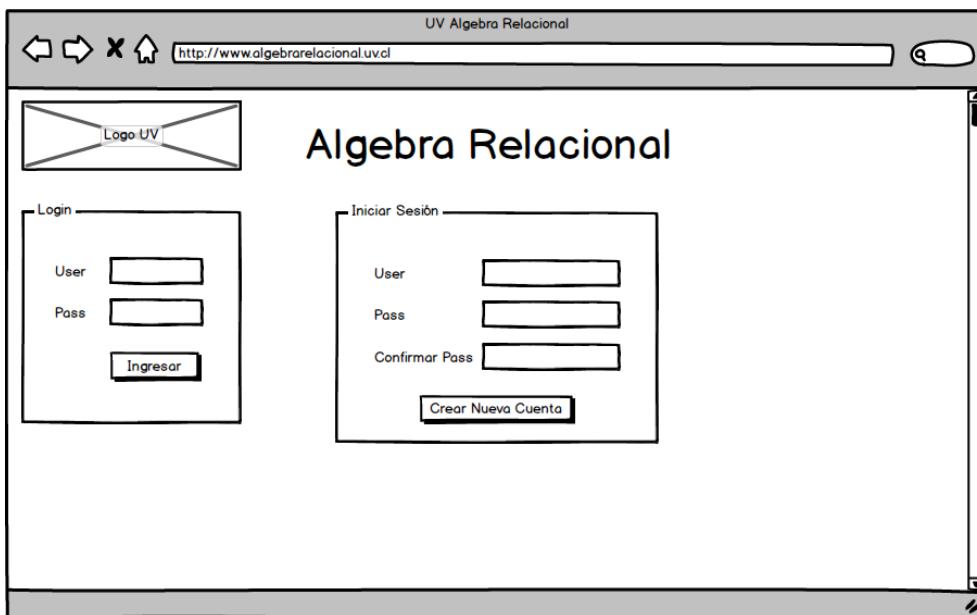


Figura B.1: Interfaz Ventana Inicial.

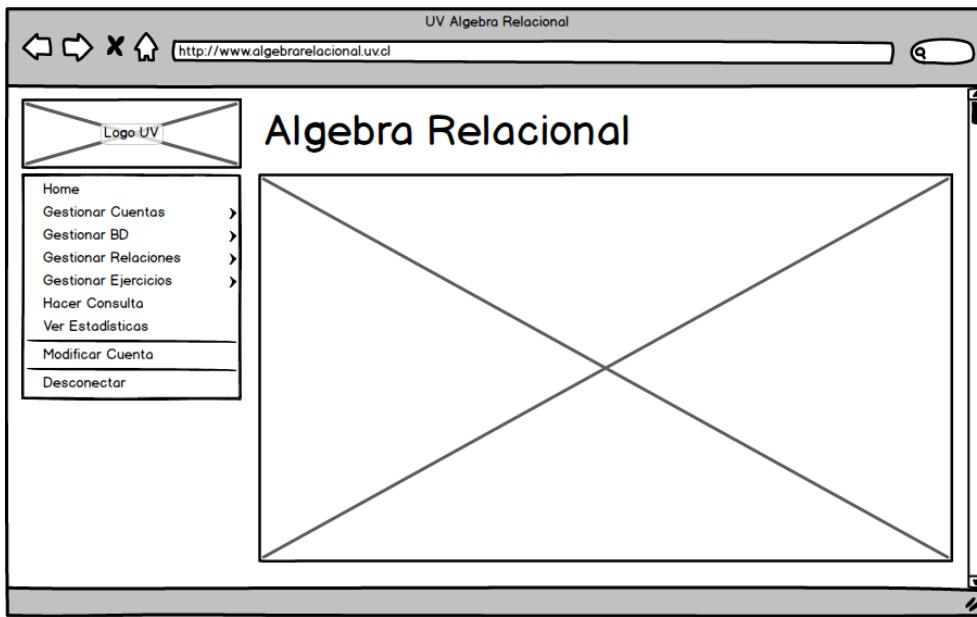


Figura B.2: Interfaz Inicial de Usuario Profesor.

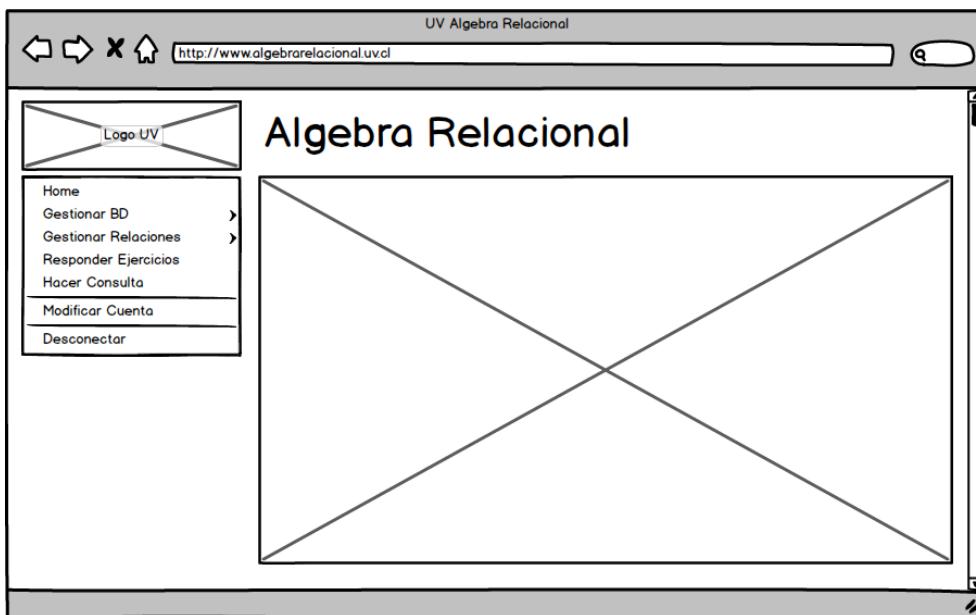


Figura B.3: Interfaz Inicial de Usuario Alumno.

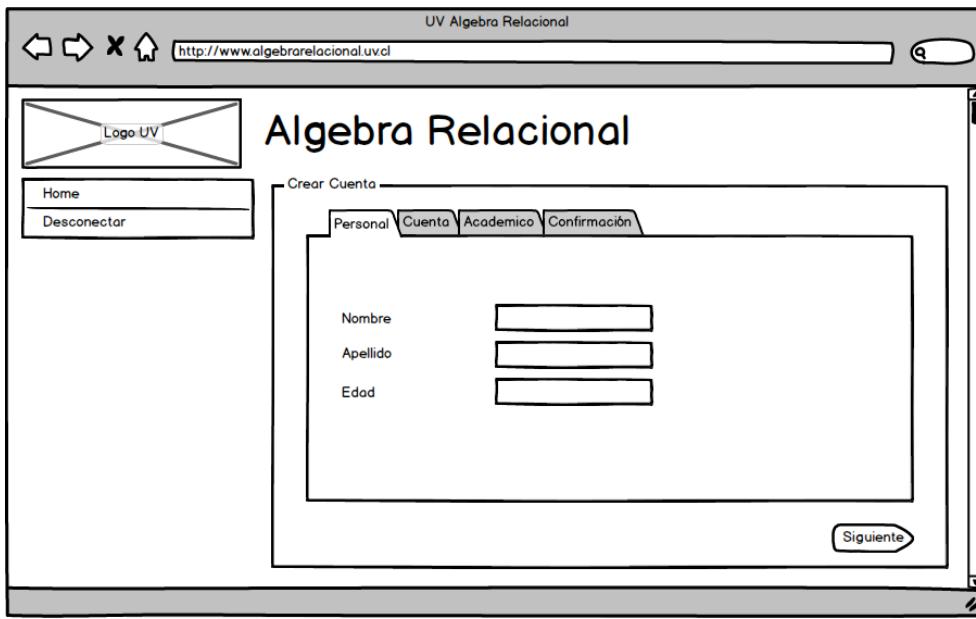


Figura B.4: Interfaz Crear Cuenta Alumno (Interfaz Profesor).

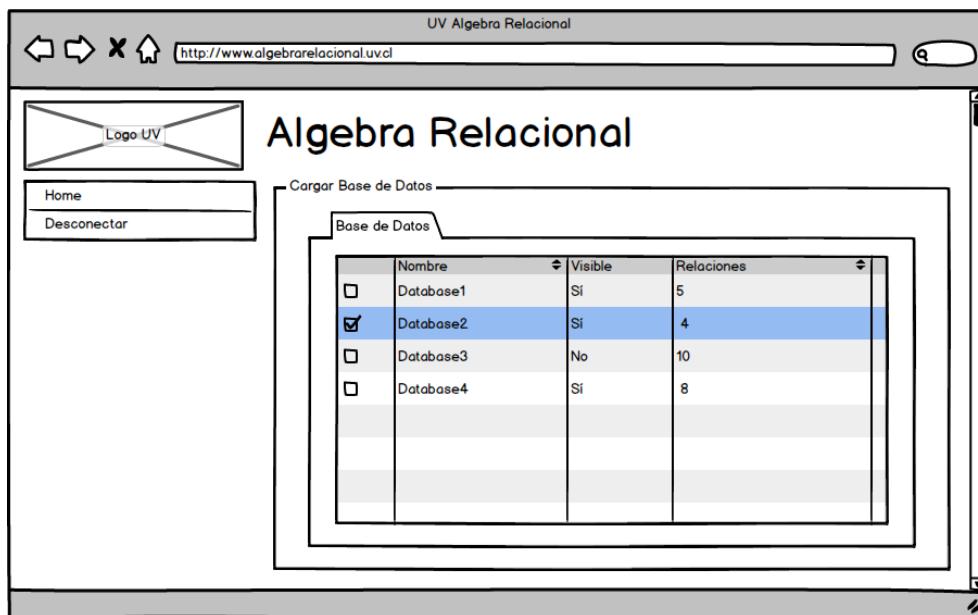


Figura B.5: Interfaz Cargar BD.

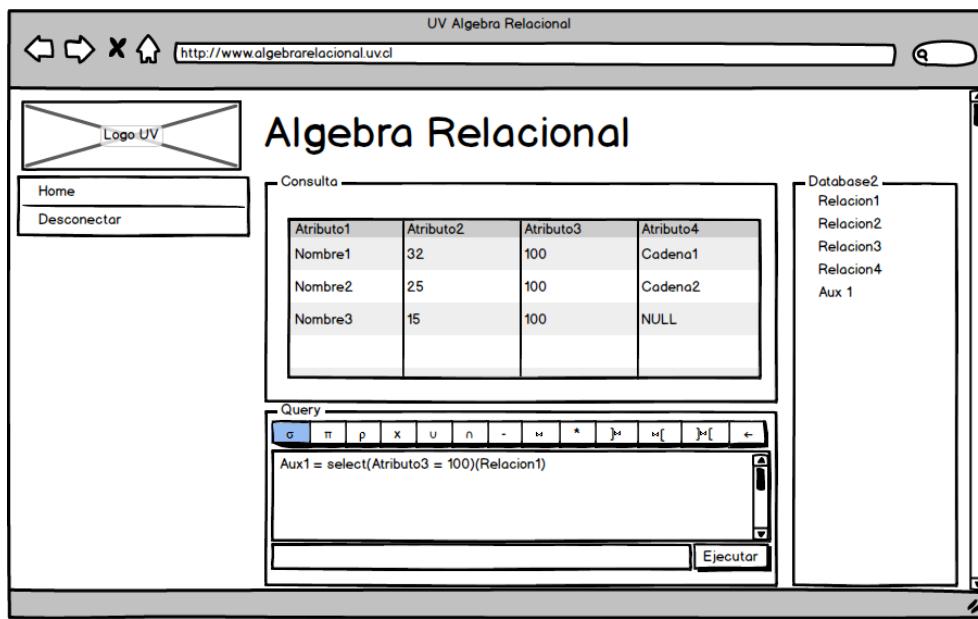


Figura B.6: Interfaz Hacer Consulta.

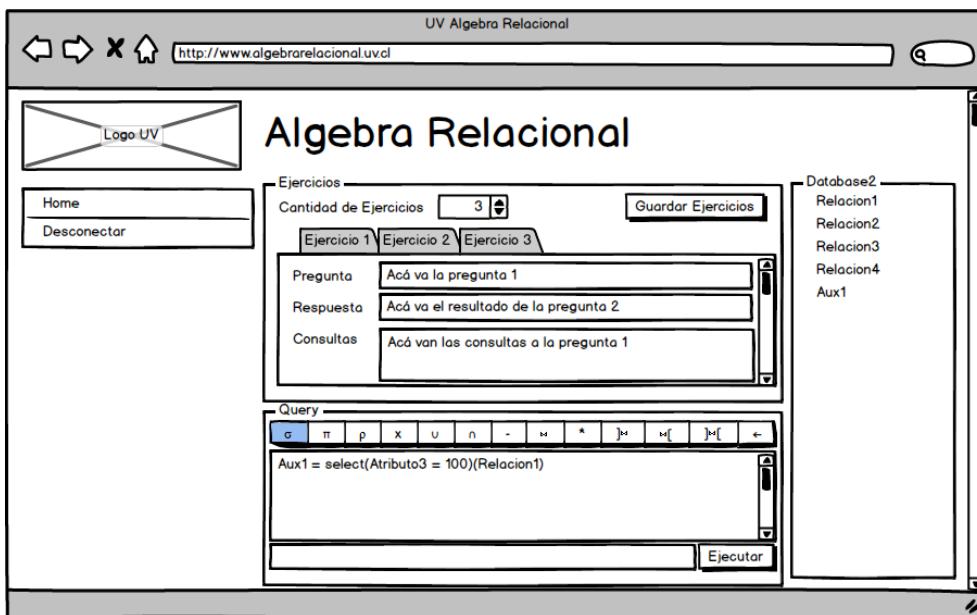


Figura B.7: Interfaz Crear Ejercicios.

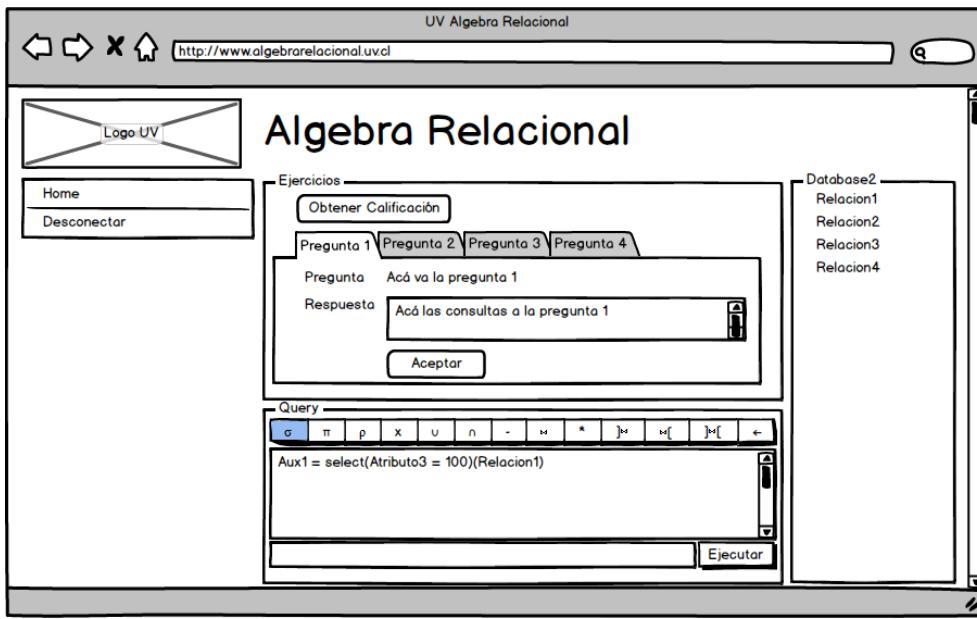


Figura B.8: Interfaz Responder Ejercicios.

## **Apéndice C**

### **Casos de Usos Reales**

Los Casos de Reales muestran en detalle como experimenta el usuario realmente cada funcionalidad del sistema. En esta sección se muestran todos y cada uno de los Casos de Usos Reales pertenecientes a la aplicación a desarrollar. En la tabla C.1 se muestra una lista de todos los Casos de Usos Reales, cada uno con un identificador, el nombre del caso de uso real, la referencia a la tabla que contiene el caso de uso real y la referencia a la figura que contiene la ilustración del caso de uso real; todo esto para clasificar la estructura del capítulo.

<b>Lista de Casos de Uso Reales</b>			
<i>Id</i>	<i>Nombre</i>	<i>Caso de Uso Real</i>	<i>Interfaz Caso de Uso Real</i>
CUR01	Ir Inicio	C.2	C.1
CUR02	Iniciar Sesión	C.3	C.1
CUR03	Crear Cuenta desde Inicio	C.4	C.1
CUR04	Sesión Profesor	C.5	C.2
CUR05	Gestionar Cuentas	C.6	C.3
CUR06	Crear Cuentas	C.7	C.4
CUR07	Eliminar Cuentas	C.8	C.5, C.6
CUR08	Modificar Cuentas	C.9	C.7, C.8
CUR09	Gestionar BD	C.10	C.9
CUR10	Crear BD	C.11	C.10
CUR11	Eliminar BD	C.12	C.11, C.12
CUR12	Modificar BD	C.13	C.13, C.14
CUR13	Cargar BD	C.14	C.15
CUR14	Gestionar Ejercicios	C.15	C.16
CUR15	Gestión de Ejercicios	C.16	C.17
CUR16	Responder Ejercicios	C.17	C.18, C.19
CUR17	Gestionar Relación	C.18	C.20
CUR18	Agregar Relación	C.19	C.21
CUR19	Eliminar Relación	C.20	C.22, C.23
CUR20	Modificar Relación	C.21	C.24, C.25
CUR21	Ver Relación	C.22	C.26
CUR22	Gestionar Tupla	C.23	C.27
CUR23	Ingresar Tupla	C.24	C.28
CUR24	Eliminar Tupla	C.25	C.29, C.30
CUR25	Modificar Tupla	C.26	C.31, C.32
CUR26	Sesión Alumno	C.27	C.33
CUR27	Hacer Consulta	C.28	C.34, C.35
CUR28	Modificar Cuenta Usuario	C.29	C.36, C.37
CUR29	Ver Estadísticas	C.30	C.38

Tabla C.1: Lista de Casos de Usos Reales

Caso de Uso Real	ID: CUR01
Nombre	Ir Inicio
Actores	Usuario (Alumno y Profesor)
Propósito	Crear cuenta de alumno e iniciar sesión desde la página de inicio
Resumen	El usuario elige una opción que se muestra en la página de inicio
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa a la página de inicio	
2. El usuario decide: Crear Cuenta Alumno (ver Tabla C.4) o Iniciar Sesión (ver Tabla C.3)	
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 1: Si no se muestra la página de inicio, se muestra un error

Tabla C.2: Caso de Uso Real - Ir Inicio.

Sección Iniciar Sesión	ID: CUR02
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario decide iniciar sesión	
2. El usuario ingresa su Rut en (A), su contraseña en (B) y aprieta el botón Ingresar en (C)	
	3. El sistema valida los datos del usuario y carga la sesión
	4. El sistema redirecciona dependiendo del usuario que ingrese: a. Sesión Profesor, si el usuario corresponde a un profesor (ver Tabla C.5); b. Sesión Alumno, si el usuario corresponde a un alumno (ver Tabla C.27)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.3: Caso de Uso Real - Iniciar Sesión.

Sección Crear Cuenta desde Inicio	ID: CUR03
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario decide crear una cuenta de alumno	
2. El usuario ingresa su Rut en (D), su contraseña en (E), confirma su contraseña en (F) y aprieta el botón (G)	
	3. El sistema valida los datos del usuario y crea la nueva sesión de alumno
	4. El sistema redirecciona a la Sesión Alumno (ver Tabla C.27)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.4: Caso de Uso Real - Crear Cuenta desde Inicio.

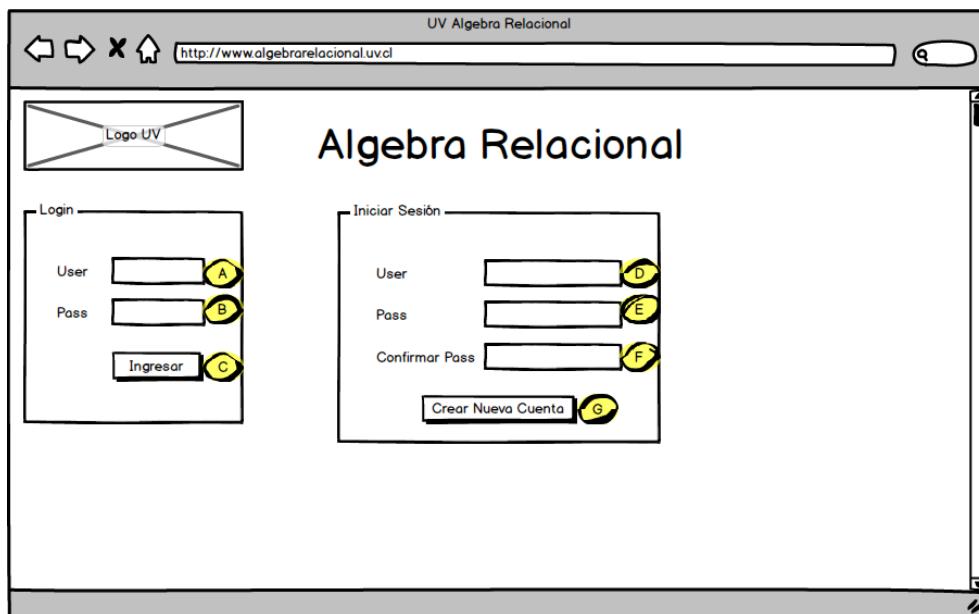


Figura C.1: Caso de Uso Real - Ir Inicio, Iniciar Sesión y Crear Cuenta desde Inicio.

Caso de Uso Real	ID: CUR04
Nombre	Sesión Profesor
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones relacionadas con la Gestión de Usuarios, Gestión de Bases de Datos, Relaciones, Tuplas, Hacer Consultas y Ver Estadísticas
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de sesión de profesor
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al sistema desde el Caso de Uso Real C.3 Iniciar Sesión	
2. El profesor selecciona alguna opción: (A) Gestionar Cuentas (ver Tabla C.6); (B) Gestionar BD (ver Tabla C.10); (C) Gestionar Relaciones (ver Tabla C.18); (D) Gestionar Tuplas (ver Tabla C.23); (E) Gestionar Ejercicios (ver Tabla C.15); (F) Hacer Consulta (ver Tabla C.28); (G) Ver Estadísticas (ver Tabla C.30); (H) Modificar Cuenta (ver Tabla C.29); (I) Desconectar (ver Tabla C.2)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si no se puede dirigir, se muestra un error

Tabla C.5: Caso de Uso Real - Sesión Profesor.

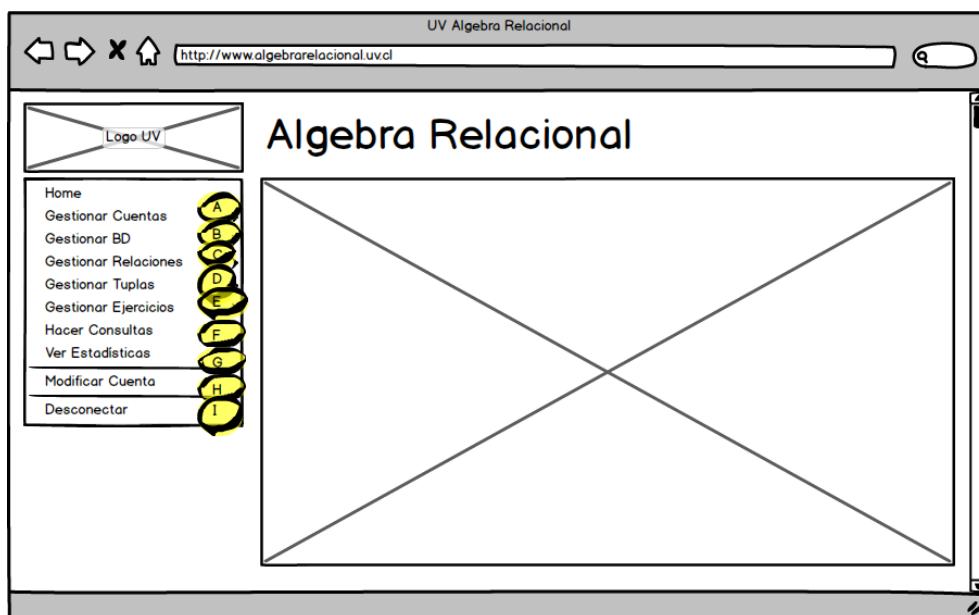


Figura C.2: Caso de Uso Real - Sesión Profesor.

Caso de Uso Real	ID: CUR05
Nombre	Gestionar Usuario
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de Usuarios: Crear Cuenta, Eliminar Cuenta, Modificar Cuenta
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de usuarios
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al menú Gestionar Cuentas 2. El profesor selecciona alguna opción: (A) Crear Cuenta (ver Tabla C.7); (B) Eliminar Cuenta (ver Tabla C.8); (C) Modificar Cuenta (ver Tabla C.9); (D) Atrás (ver Tabla C.5)	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si el sistema no logra direccionar, se muestra un error

Tabla C.6: Caso de Uso Real - Gestionar Cuentas.

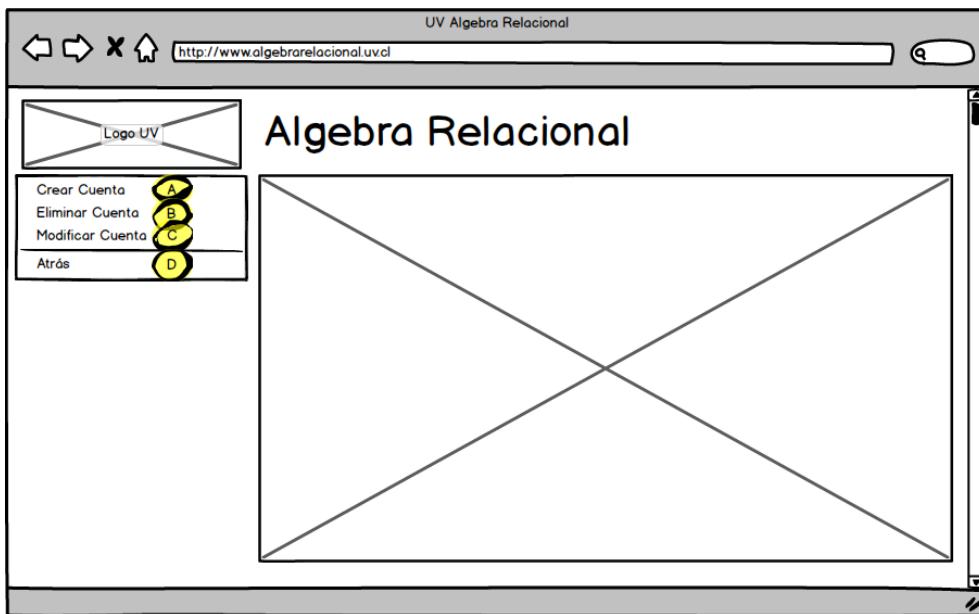


Figura C.3: Caso de Uso Real - Gestionar Cuenta.

<b>Sección Crear Cuenta</b>	<b>ID: CUR06</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Crear Cuenta desde el menú Gestionar Usuarios C.6 si es un Profesor	
2. En cada sección (A), el usuario ingresa los datos de la nueva cuenta en el formulario que aparece en (B). Finalmente el usuario avanza a la siguiente pestaña o finaliza la creación apretando el botón que aparece en (C)	
	3. El sistema valida los datos del usuario en cada sección, hasta finalmente registrar la nueva cuenta
	4. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha creado la nueva cuenta y redirecciona a Gestionar Cuentas (ver Tabla C.6)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona Home (D) desde el menú, el sistema redirecciona al menú Gestionar Cuentas (ver Tabla C.6). Si el usuario aprieta el botón Atrás (E), el sistema retorna a la pestaña anterior, manteniéndose en el paso 2	
	Paso 3: Si los datos ingresados son inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 2
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.7: Caso de Uso Real - Crear Cuenta.

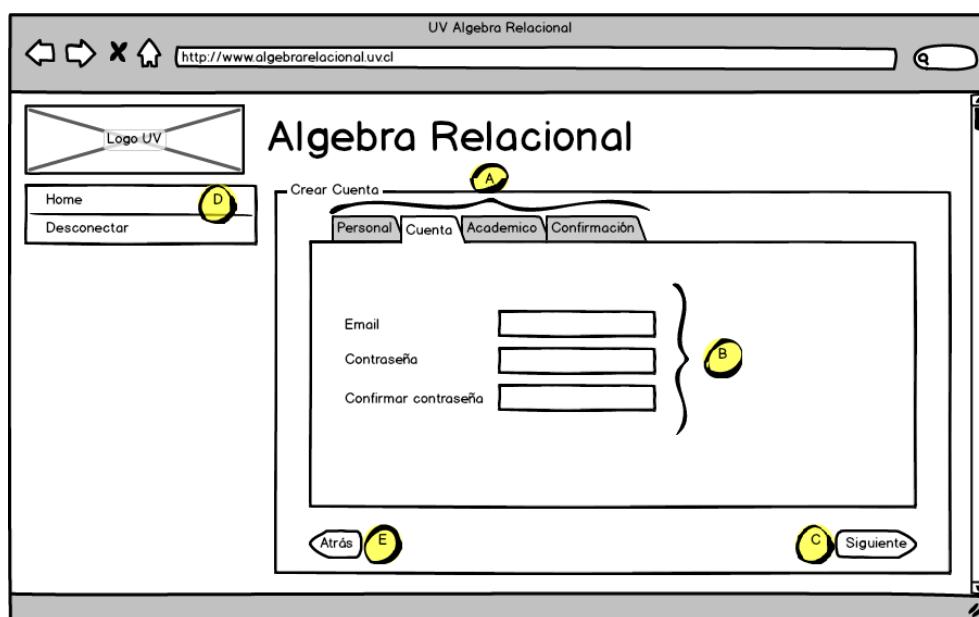


Figura C.4: Caso de Uso Real - Crear Cuenta.

<b>Sección Eliminar Cuenta</b>	<b>ID: CUR07</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El profesor selecciona la opción Eliminar Cuenta	
2. El profesor selecciona de la lista (A) la cuenta a eliminar buscando la cuenta en (B)	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario verifica y acepta en (D)	5. El sistema elimina la cuenta seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha eliminado la cuenta y redirecciona a la Gestión de Cuentas (ver Tabla C.6)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el profesor selecciona del menú la opción Home (C), el sistema redirecciona a la Gestión de Cuentas (ver Tabla C.6)	
Paso 4: Si el profesor selecciona del menú la opción Home (C), el sistema redirecciona a la Gestión de Cuentas (ver Tabla C.6). Si el profesor aprieta el botón (E), el sistema vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.8: Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta.

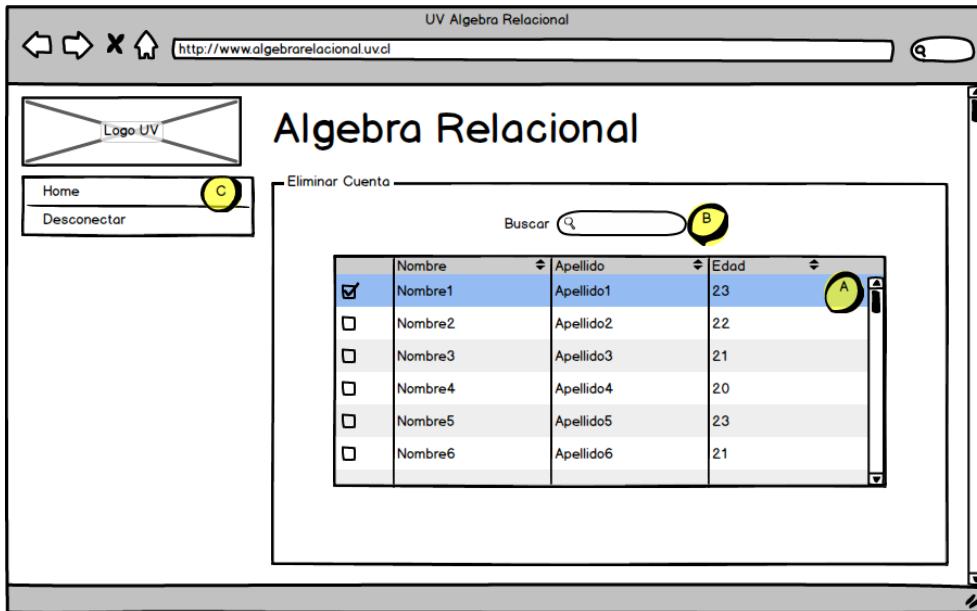


Figura C.5: Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta (Seleccionar).

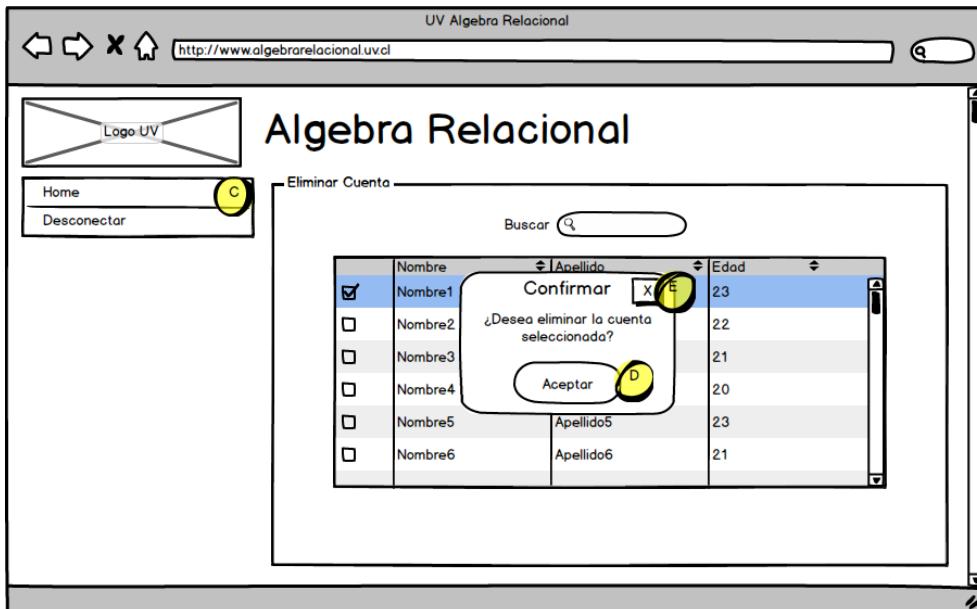


Figura C.6: Caso de Uso Real - Eliminar Cuenta (Confirmar).

<b>Sección Modificar Cuenta</b>	<b>ID: CUR08</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El Profesor selecciona la opción Modificar Cuenta	
2. El usuario selecciona la cuenta a modificar en (A) buscando en (B)	
	3. El sistema muestra por pantalla los datos de la cuenta seleccionada en (D)
4. El usuario modifica los campos de dicha cuenta y acepta los cambios en (D) y aprieta el botón Modificar en (E)	
	5. El sistema valida los nuevos datos, y modifica la cuenta seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la cuenta y redirecciona a al menú Gestionar Cuenta (ver Tabla C.6)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 4: Si el usuario selecciona la opción Home desde el menú en (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Cuenta (ver Tabla C.6). Si el usuario aprieta el botón (F), el sistema vuelve al paso 2	
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 4
	Paso 6: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.9: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta.

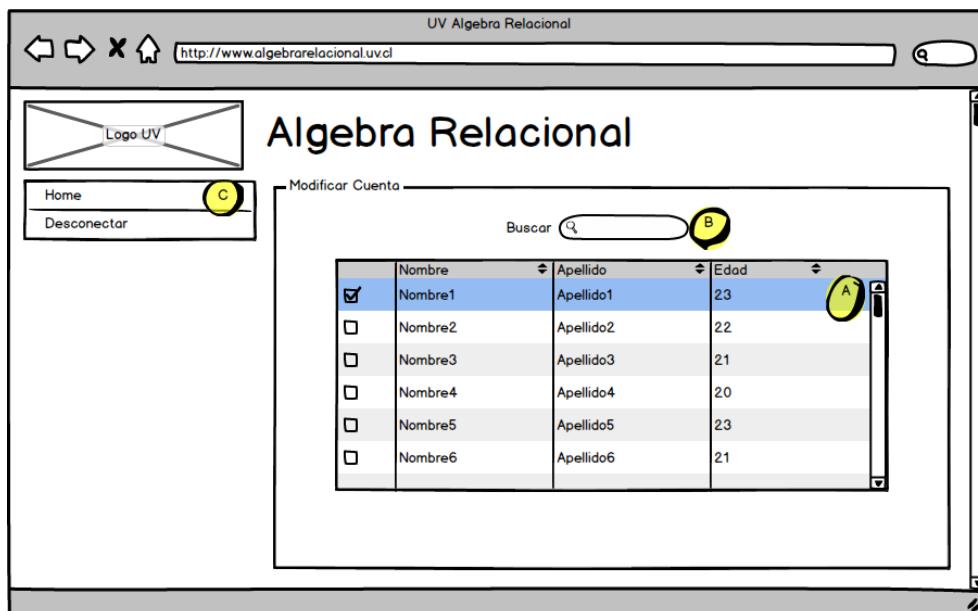


Figura C.7: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta (Seleccionar).

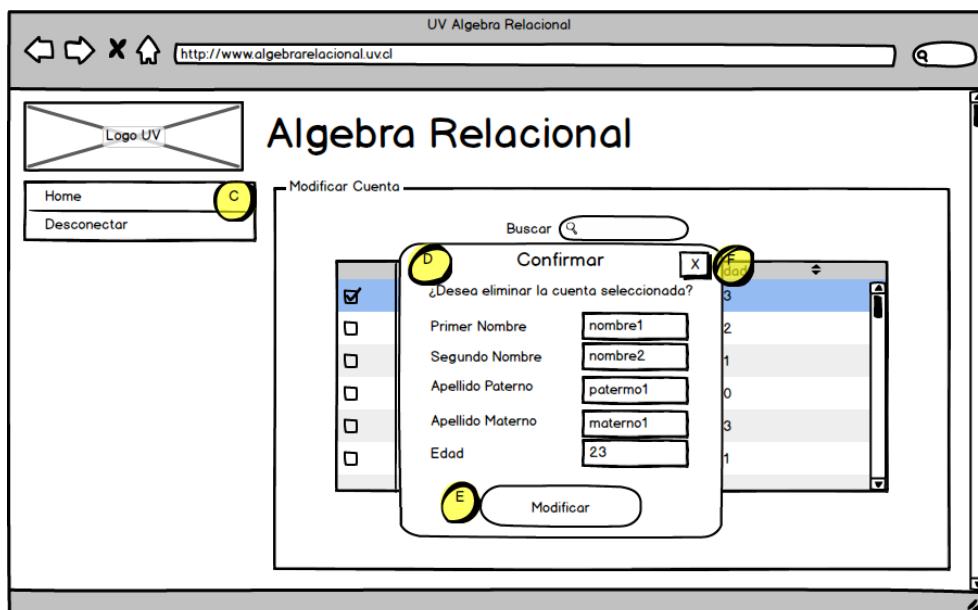


Figura C.8: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta (Confirmar).

Caso de Uso	ID: CUR09
Nombre	Gestionar BD
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de BD: Crear BD, Eliminar BD, Modificar BD y Cargar BD
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de base de datos
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al menú Gestionar BD desde el Caso de Uso C.5 Sesión Profesor	
2. El usuario selecciona alguna opción: (A) Crear BD (ver Tabla C.11); (B) Eliminar BD (ver Tabla C.12); (C) Modificar BD (ver Tabla C.13); (D) Cargar BD (ver Tabla C.14); (E) Atrás (ver Tabla C.5)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: Si el sistema no logra direccionar, muestra un mensaje de error

Tabla C.10: Caso de Uso Real - Gestionar BD.

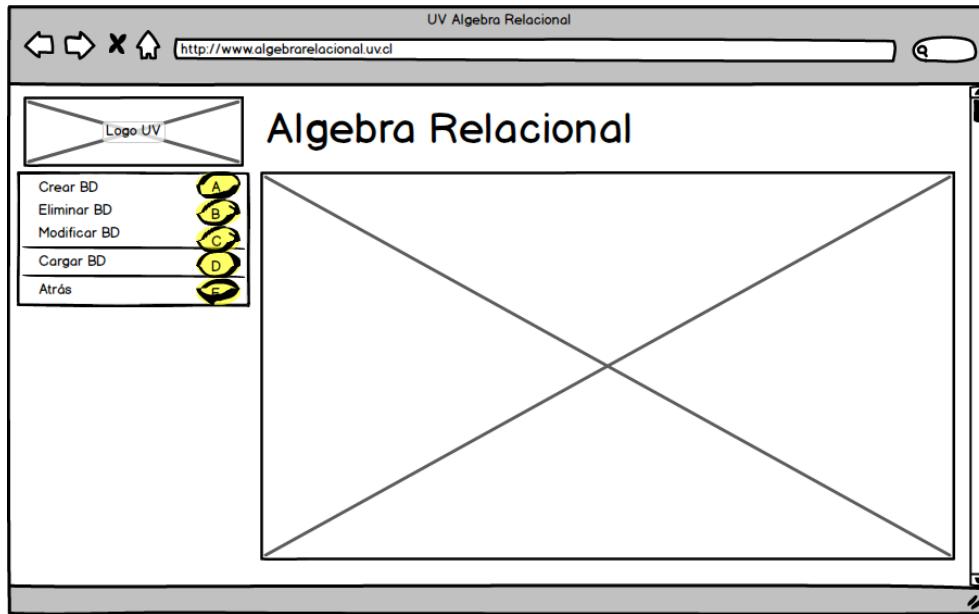


Figura C.9: Caso de Uso Real - Gestionar BD.

<b>Sección Crear BD</b>	<b>ID: CUR10</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Crear BD	
2. En cada sección (A), el usuario ingresa los datos de la nueva base de datos en el formulario que aparece en (B). Finalmente el usuario avanza a la siguiente pestaña o finaliza la creación apretando el botón que aparece en (C)	
	3. El sistema valida los datos de la base de datos en cada sección y genera una nueva base de datos vacía
	4. El sistema muestra un mensaje avisando la creación y redirecciona al menú C.10 si el usuario ingresó desde el menú Gestionar BD o al menú C.27 si el usuario ingresó desde el menú Sesión Alumno
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario desde la interfaz del profesor selecciona Atrás (D) desde el menú, el sistema redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10), si el usuario desde la interfaz del alumno selecciona Atrás (D) desde el menú, el sistema redirecciona al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) . Si el usuario aprieta el botón Atrás (E), el sistema retorna a la pestaña anterior, manteniéndose en el paso 2	
	Paso 3: Si los datos ingresados son inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 2
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.11: Caso de Uso Real - Crear BD.

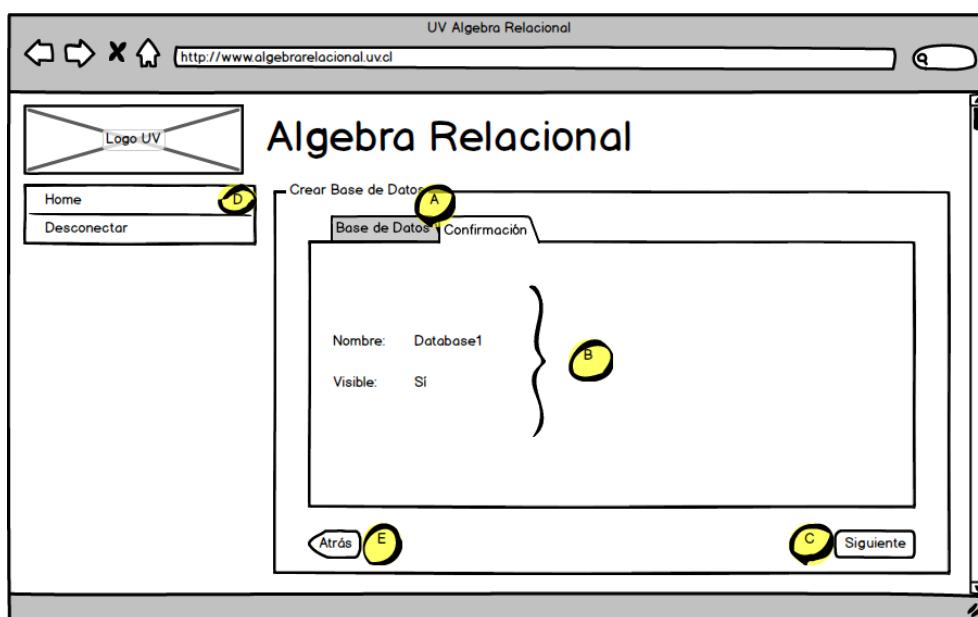


Figura C.10: Caso de Uso Real - Crear BD.

<b>Sección Eliminar BD</b>	<b>ID: CUR11</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Eliminar BD	
2. El usuario selecciona la base de datos a eliminar en (A) y selecciona el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario verifica en (D) y aprieta el botón Aceptar (E)	
	5. El sistema elimina la base de datos seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la base de datos y redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno	
Paso 4: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno. Si el usuario aprieta el botón Atrás (F), el sistema vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la base de datos, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.12: Caso de Uso Real - Eliminar BD.

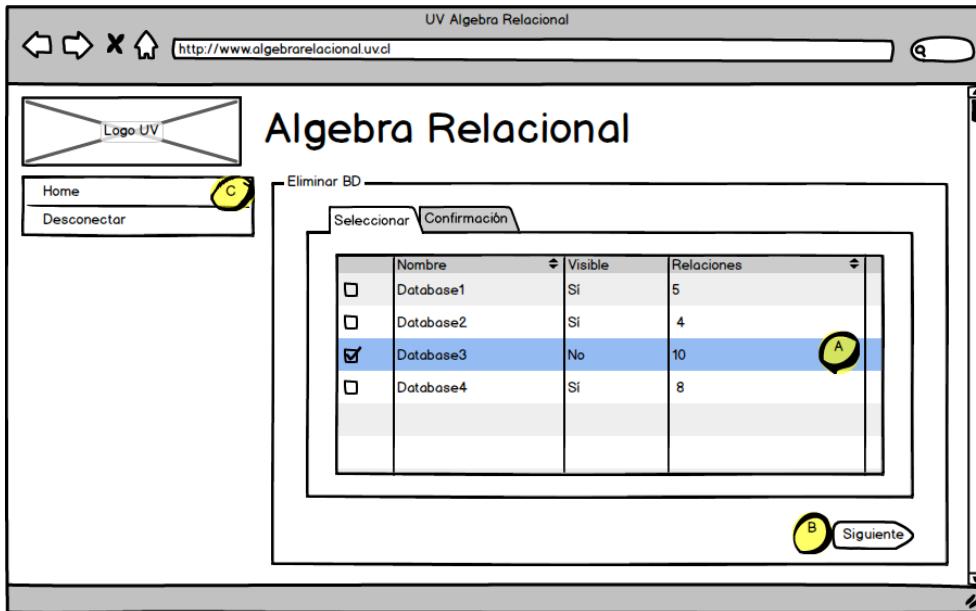


Figura C.11: Caso de Uso Real - Eliminar BD (Seleccionar).

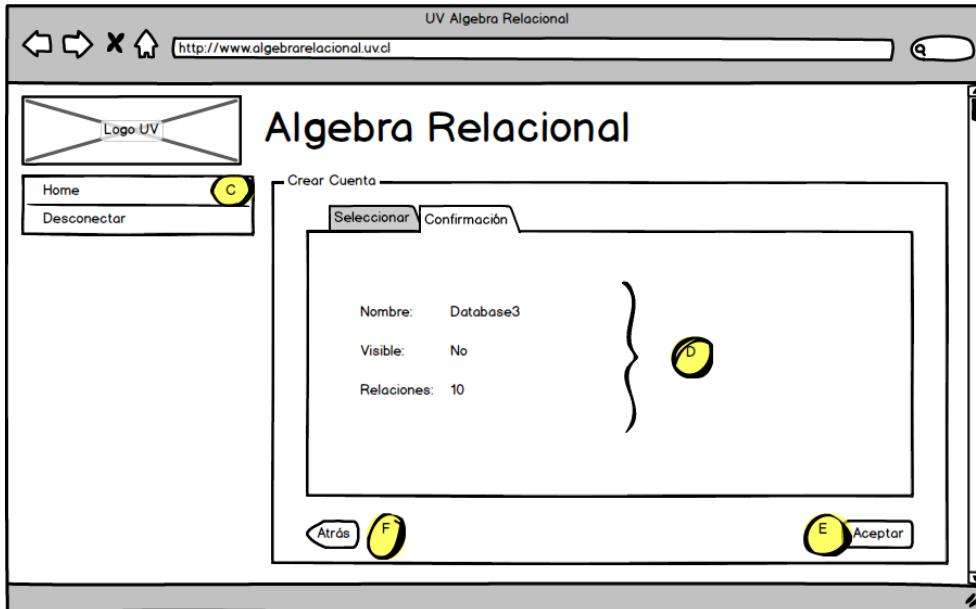


Figura C.12: Caso de Uso Real - Eliminar BD (Confirmar).

<b>Sección Modificar BD</b>	<b>ID: CUR12</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Cuenta	
2. El usuario selecciona la base de datos a modificar en (A) y aprieta el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema avanza a la pestaña Base de Datos en (G) muestra por pantalla los datos de la base de datos seleccionada en (D)
4. El usuario modifica los campos de dicha base de datos y acepta los cambios en (D) y aprieta el botón Siguiente en (E)	
	5. El sistema valida los nuevos datos, avanza a la pestaña Confirmación en (G) esperando que el Profesor acepte los cambios
6. El usuario confirma y acepta la modificación apretando el botón que aparece en (E)	
	7. El sistema modifica la base de datos seleccionada
	8. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la base de datos y redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.5) si el usuario es un alumno
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 4: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona a la Sesión Profesor (ver Tabla C.5) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno. Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 2	
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 4
Paso 6: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona a la Sesión Profesor (ver Tabla C.5) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno. Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 4	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.13: Caso de Uso Real - Modificar BD.

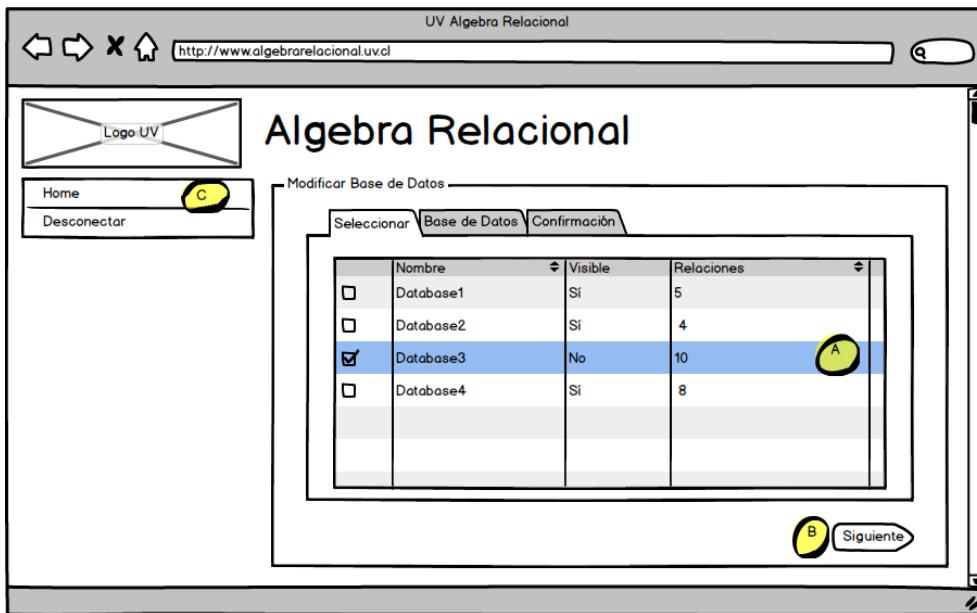


Figura C.13: Caso de Uso Real - Modificar BD (Seleccionar).

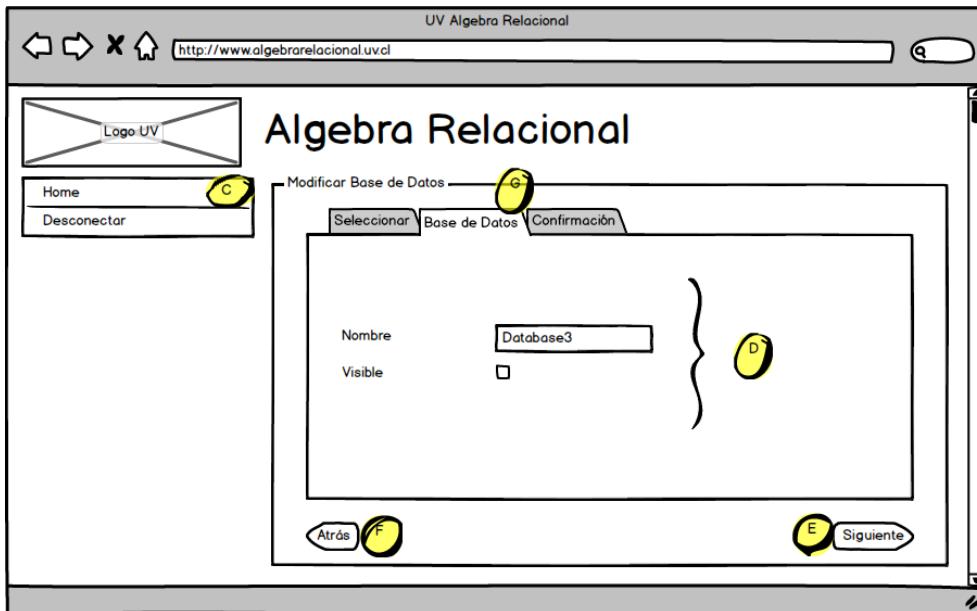


Figura C.14: Caso de Uso Real - Eliminar BD (Base de Datos).

Sección Cargar BD	ID: CUR13
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Cargar BD	
2. El usuario selecciona la base de datos que desea cargar en (A) y aprieta el botón Aceptar (B)	
	3. El sistema carga la base de datos seleccionada, muestra un mensaje confirmando la carga y redirecciona al menú Gestiónar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestiónar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno	
	Paso 3: Si no puede cargar la base de datos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla C.14: Caso de Uso Real - Cargar BD.

The screenshot shows a web browser window for 'UV Algebra Relacional'. The URL is <http://www.algebrarelacional.uvc.cl>. The page title is 'Algebra Relacional'. On the left, there's a logo and navigation links for 'Home' and 'Desconectar' (highlighted with a yellow circle 'C'). The main content area has a heading 'Eliminar Base de Datos' and a table titled 'Base de Datos'. The table has columns: Nombre, Visible, and Relaciones. It lists four databases:

	Nombre	Visible	Relaciones
<input type="checkbox"/>	Database1	Si	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Database2	Si	4
<input type="checkbox"/>	Database3	No	10
<input type="checkbox"/>	Database4	Si	8

A yellow circle 'A' is placed over the 'Aceptar' button at the bottom right of the table. Another yellow circle 'B' is placed over the table header 'Base de Datos'. The entire screenshot is framed by a thick black border.

Figura C.15: Caso de Uso Real - Cargar BD.

Caso de Uso	ID: CUR14
Nombre	Gestionar Ejercicios
Actores	Profesor
Propósito	Mostrar al Profesor todas las opciones de Gestión de Ejercicios: Gestión de Ejercicios, Responder Ejercicios
Resumen	El Profesor elige una opción que se muestra en el menú de gestión de ejercicios
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El profesor ingresa al menú Gestionar Ejercicios desde el Caso de Uso C.5 Sesión Profesor	
2. El profesor selecciona alguna opción: (A) Gestión de Ejercicios (ver Tabla C.16); (B) Responder Ejercicios (ver Tabla C.17); (C) Atrás (ver Table C.10)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla C.15: Caso de Uso Real - Gestionar Ejercicios.

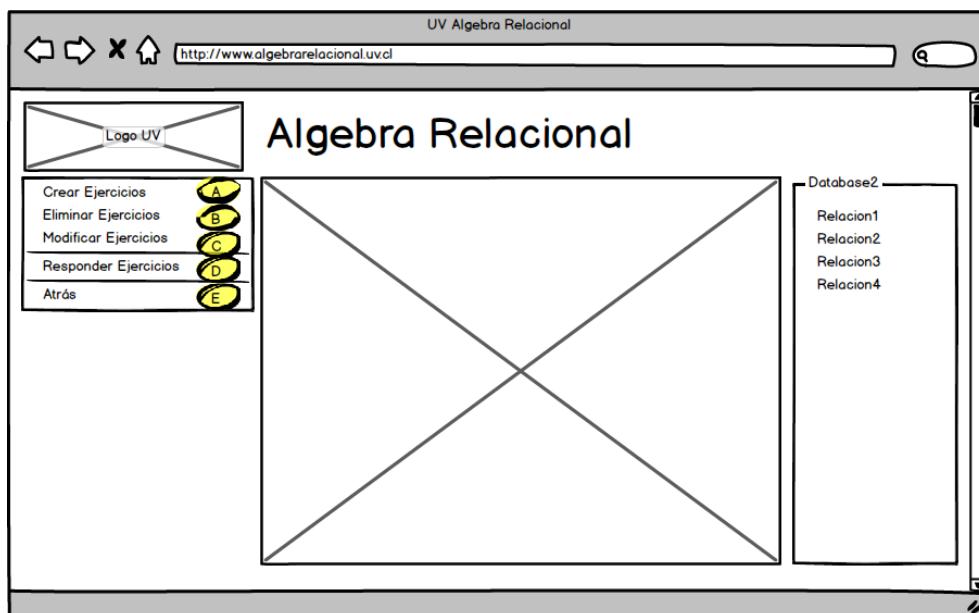


Figura C.16: Caso de Uso Real - Gestionar Ejercicios.

<b>Sección Gestión de Ejercicios</b>	<b>ID: CUR15</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Gestión de Ejercicios	
2. El usuario ingresa la pregunta en (A). Para generar la respuesta esperada, el usuario ingresa consultas en (B) en función de las tablas que están en (C), las cuales se ingresan vía teclado o utilizando los botones que están en (D). Estas consultas se guardan en (E), para finalmente copiarlas y pegarlas en (F) y agregando la relación resultante en (G). Además, puede aumentar o disminuir la cantidad de ejercicios en (H) y puede seleccionar el ejercicio a editar en (I) Finalmente, se acepta el ingreso apretando el botón (J)	
	3. El sistema valida los datos de cada ejercicio y genera una nueva lista de ejercicios
	4. El sistema muestra un mensaje avisando la creación y redirecciona al menú C.15
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona Home (K) desde el menú, el sistema redirecciona al menú Gestionar Ejercicios (ver Tabla C.15)	
	Paso 3: Si los datos ingresados son inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 2
	Paso 4: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.16: Caso de Uso Real - Gestión de Ejercicios.

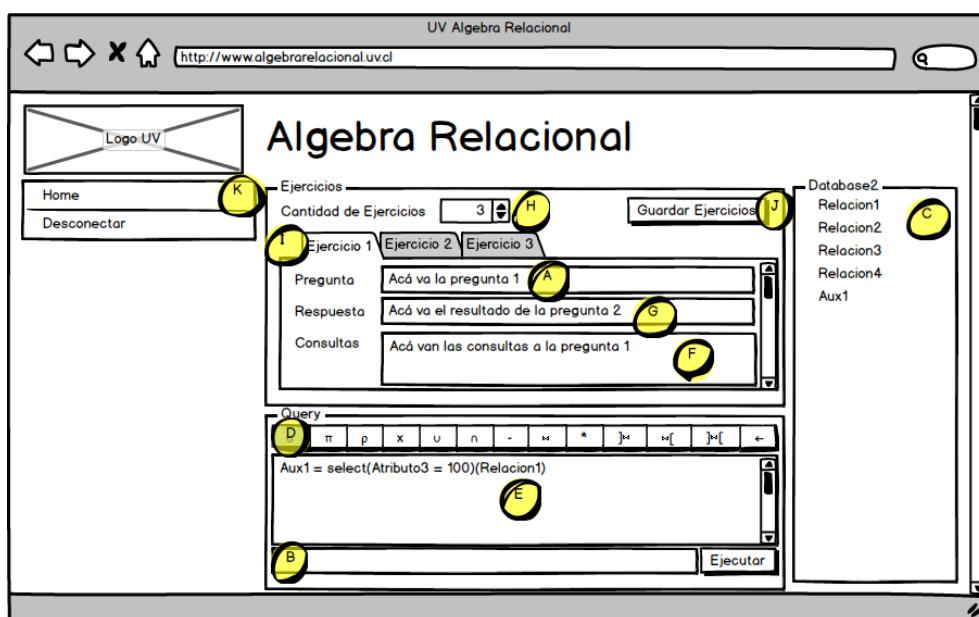


Figura C.17: Caso de Uso Real - Gestión de Ejercicios.

<b>Sección Responder Ejercicios</b>	<b>ID: CUR16</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Responder Ejercicios	
2. El usuario responde cada ejercicio que sale listado en (A). Para generar la respuesta, el usuario ingresa consultas en (B) en función de las tablas que están en (C), las cuales se ingresan vía teclado o utilizando los botones que están en (D). Estas consultas se guardan en (E), para finalmente agregar la relación resultante en (F). Finalmente, se acepta el ingreso apretando el botón (G)	
	3. El sistema verifica la sintaxis y semántica de cada respuesta, ejecuta la consulta y compara con la respuesta esperada
4. El usuario aprieta el botón (H) al responder todos los ejercicios para ver sus resultados.	
	5. El sistema muestra el resultado global de todos los ejercicios en (K).
6. El usuario selecciona la opción Home (I) del menú	
	7. El sistema redirecciona a: menú Gestionar Ejercicios si el usuario es un Profesor (ver Tabla C.15), o al menú Sesión Alumno si el usuario es un Alumno (ver Tabla C.27)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona del menú la opción HoMe (I), el sistema redirecciona al menú Gestionar Ejercicios si el usuario es un Profesor (ver Tabla C.15), o al menú Sesión Alumno si el usuario es un Alumno (ver Tabla C.27)	
	Paso 3: Si el sistema encuentra un error de sintaxis o semántica, muestra un mensaje de error y vuelve al paso 2. Si el sistema no logra ejecutar la respuesta, muestra un mensaje de error y vuelve al paso 2
	Paso 5: Si el sistema no logra mostrar los resultados, se muestra un mensaje de error
	Paso 7: Si el sistema no logra redireccionar, se muestra un mensaje de error

Tabla C.17: Caso de Uso Real - Responder Ejercicios.

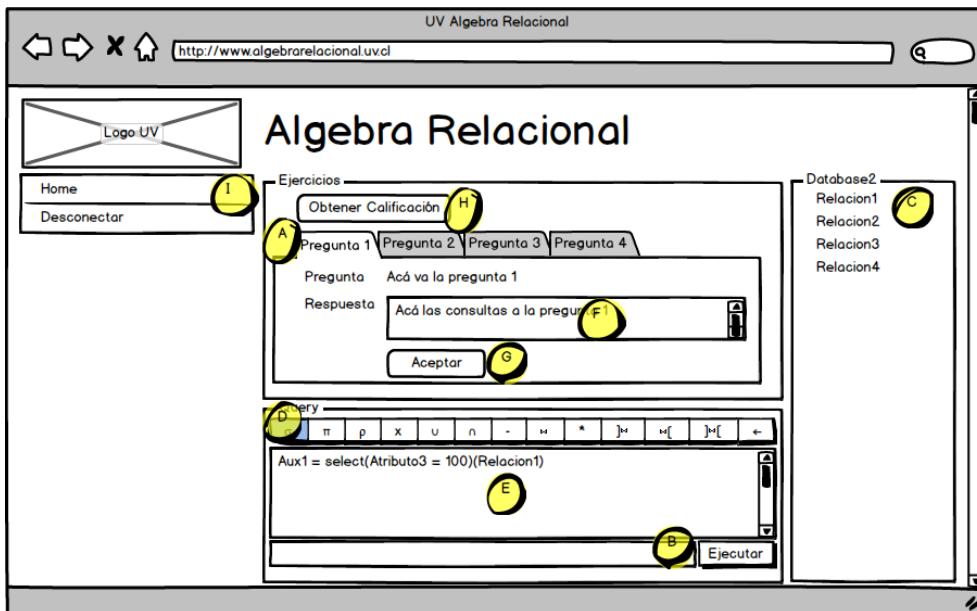


Figura C.18: Caso de Uso Real - Responder Ejercicios (Consulta).

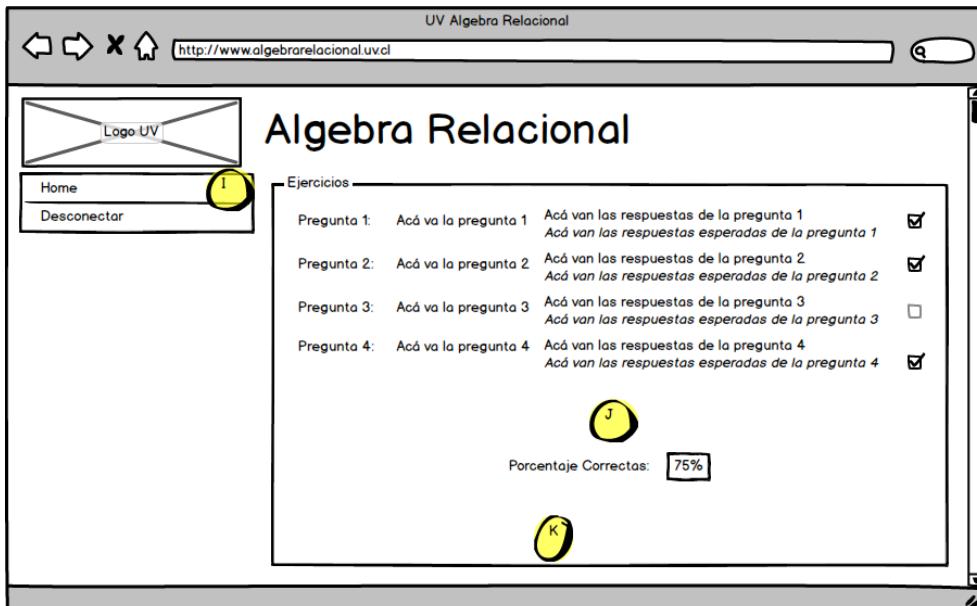


Figura C.19: Caso de Uso Real - Responder Ejercicios (Resultados).

Caso de Uso	ID: CUR17
Nombre	Gestionar Relación
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Mostrar al Usuario todas las opciones de Gestión de Relación: Agregar Relación, Eliminar Relación, Modificar Relación, Ver Relación
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú de gestión de relaciones
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa al menú Gestionar Relación desde el menú Gestionar BD si es un profesor (ver Tabla C.10) o desde el menú Sesión Alumno si es un alumno (ver Tabla C.27)	
2. El usuario selecciona alguna opción: (A) Agregar Relación (ver Tabla C.19); (B) Eliminar Relación (ver Tabla C.20); (C) Modificar Relación (ver Tabla C.21); (D) Ver Relación (ver Tabla C.22); (E) Atrás (ver Tabla C.10)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla C.18: Caso de Uso Real - Gestionar Relación.

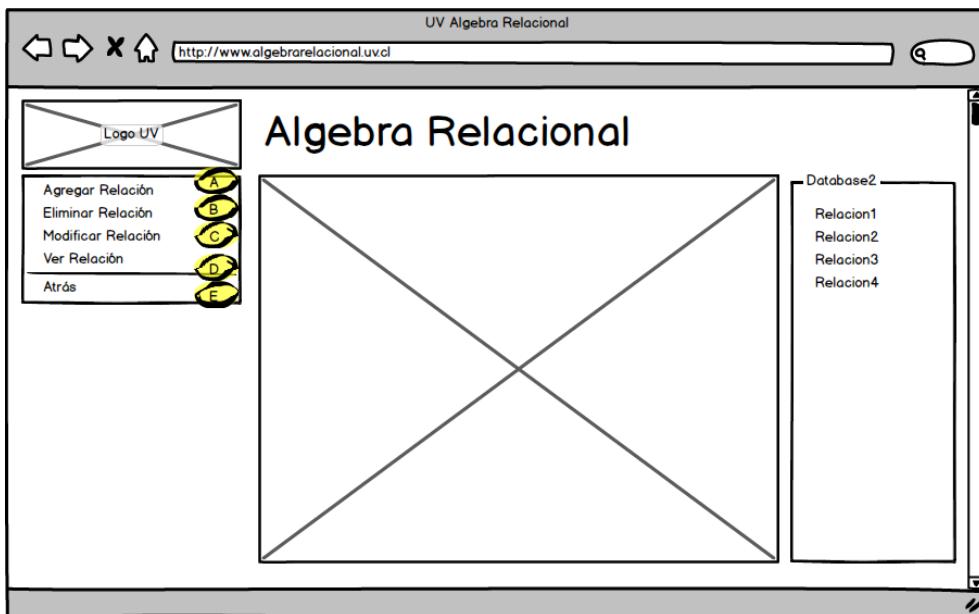


Figura C.20: Caso de Uso Real - Gestionar Relación.

Sección Agregar Relación	ID: CUR18
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Agregar Relación	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva relación en (A) y luego oprime el botón Aceptar (B)	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva relación, luego redirecciona al menú Gestión Relación (ver Tabla C.18)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: Si el usuario selecciona la opción Atrás (C) del menú, el sistema redirecciona al menú Gestión Relación (ver Tabla C.18)	
	Paso 3: Si no puede generar la nueva relación, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla C.19: Caso de Uso Real - Agregar Relación.

The screenshot shows a web browser window for 'UV Algebra Relacional' at the URL <http://www.algebrarelacional.uv.cl>. The main title is 'Algebra Relacional'. On the left, there's a sidebar with 'Logo UV' and navigation links 'Home' and 'Desconectar'. The central area contains a form titled 'Agregar Relación'. It has a 'Nombre:' field containing 'NuevaRelacion'. Below it is a table with three columns: 'Atributo', 'Tipo', and 'Primario'. The first row shows 'Atributo 1' with 'Numérico' in the 'Tipo' column and a checked checkbox in the 'Primario' column. The second row shows 'Atributo 2' with 'Cadena' in the 'Tipo' column and an unchecked checkbox in the 'Primario' column. The third row shows 'Atributo 3' with 'Numérico' in the 'Tipo' column and an unchecked checkbox in the 'Primario' column. At the bottom right of the form is a yellow circle labeled 'B' over the 'Aceptar' (Accept) button. To the right of the form is a sidebar titled 'Database2' listing 'Relacion1', 'Relacion2', 'Relacion3', and 'Relacion4'.

Figura C.21: Caso de Uso Real - Agregar Relación.

<b>Sección Eliminar Relación</b>	<b>ID: CUR19</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Relación	
2. El usuario selecciona la relación a eliminar en (A) y selecciona el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario verifica en (D) y aprieta el botón Aceptar (E)	
	5. El sistema elimina la relación seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la relación y redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18)	
Paso 4: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18). Si el usuario aprieta el botón Atrás (F), el sistema vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la relación, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.20: Caso de Uso Real - Eliminar Relación.

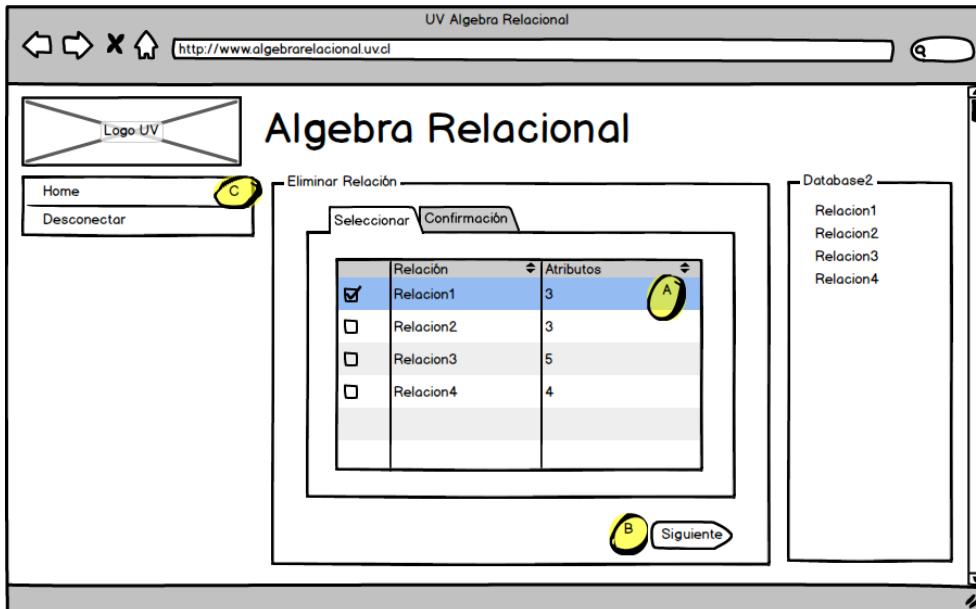


Figura C.22: Caso de Uso Real - Eliminar Relación (Seleccionar).

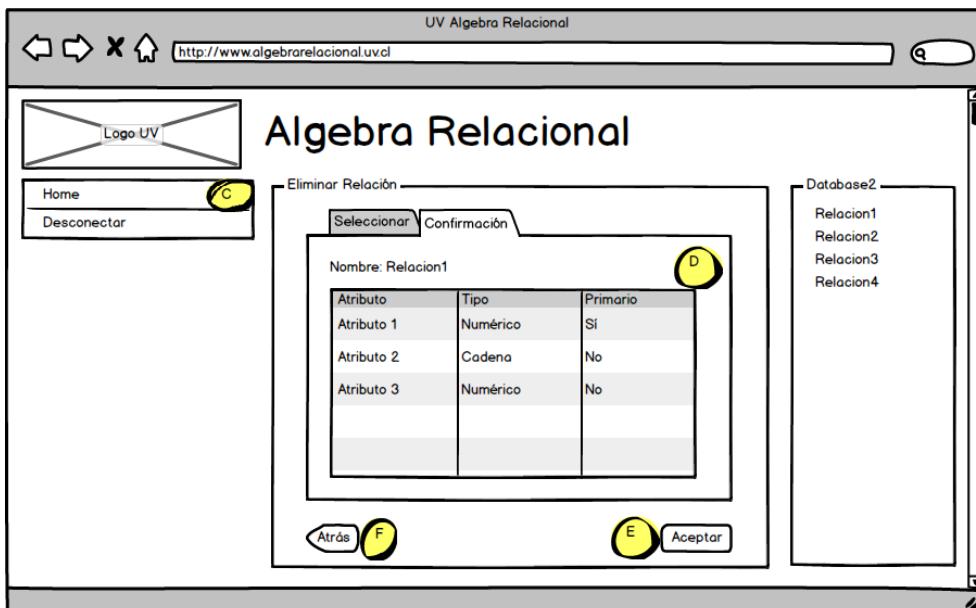


Figura C.23: Caso de Uso Real - Eliminar Relación (Confirmar).

<b>Sección Modificar Relación</b>	<b>ID: CUR20</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Relación	
2. El usuario selecciona la relación a modificar en (A) y aprieta el botón Siguiete (B)	
	3. El sistema avanza a la pestaña Modificar en (G) y muestra por pantalla los datos de la relación seleccionada en (D)
4. El usuario modifica los campos de dicha base de datos y acepta los cambios en (D) y aprieta el botón Siguiete en (E)	
	5. El sistema valida los nuevos datos, avanza a la pestaña Confirmación en (G) esperando que el usuario acepte los cambios
6. El usuario confirma y acepta la modificación apretando el botón que aparece en (E)	
	7. El sistema modifica la relación seleccionada
	8. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la relación y redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 4: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18). Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 2	
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 4
Paso 6: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18). Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 4	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.21: Caso de Uso Real - Modificar Relación

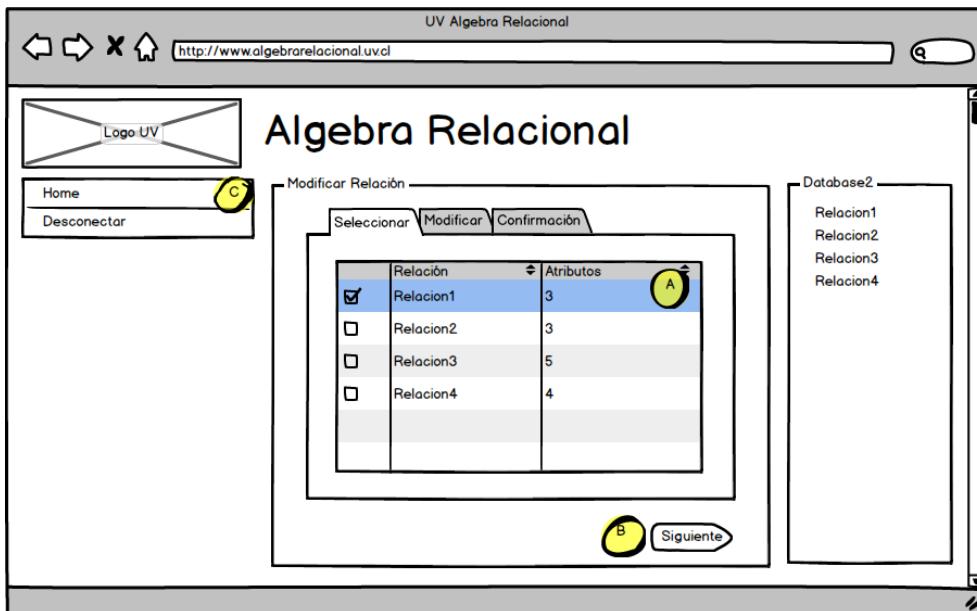


Figura C.24: Caso de Uso Real - Modificar Relación (Seleccionar).

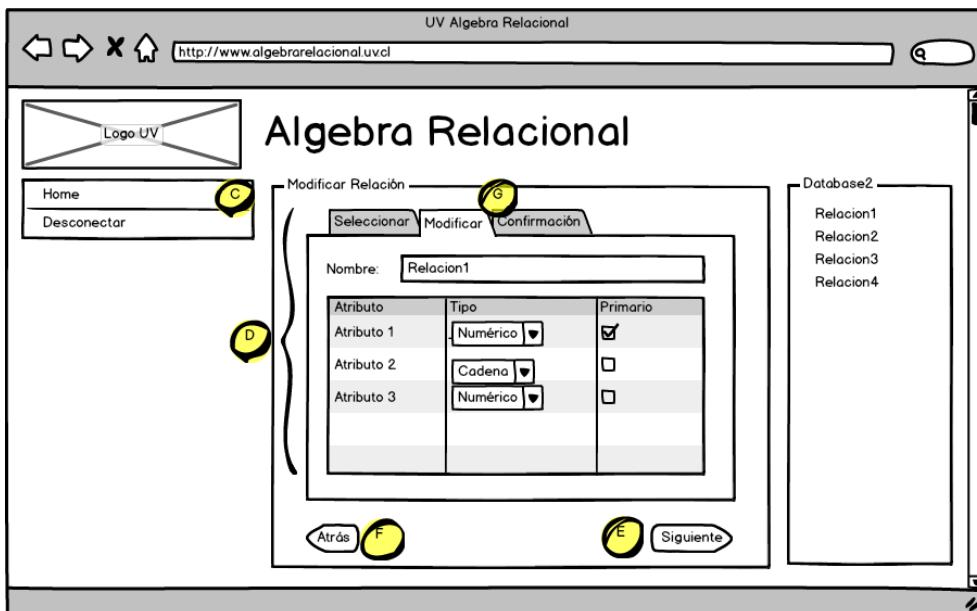


Figura C.25: Caso de Uso Real - Modificar Relación (Modificar).

Sección Ver Relación	ID: CUR21
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Ver Relación	
2. El usuario selecciona una relación desde la lista (A) y oprime el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema muestra por pantalla la relación seleccionada y accede al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: Si el usuario selecciona Atrás (C) del menú, el sistema redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23)	
	Paso 3: Si el sistema no logra cargar la relación seleccionada, se muestra un mensaje de error y se vuelve al paso 1. Si el sistema no logra direccionar, se muestra un mensaje de error

Tabla C.22: Caso de Uso Real - Ver Relación.

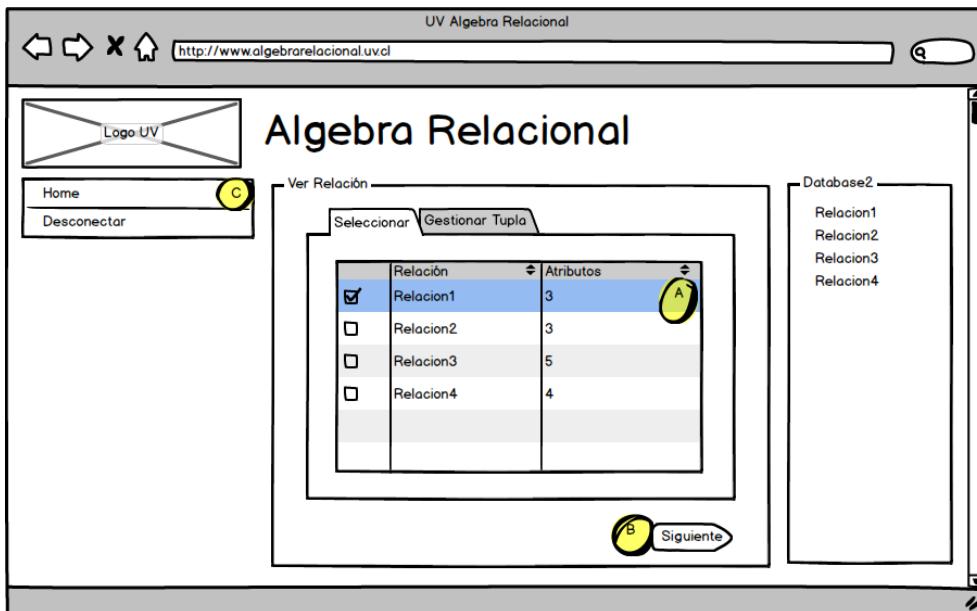


Figura C.26: Caso de Uso Real - Ver Relación.

Caso de Uso	ID: CUR22
Nombre	Gestionar Tupla
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Mostrar al Usuario todas las opciones de Gestión de Tupla: Ingresar Tupla, Eliminar Tupla, Modificar Tupla
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú de gestión de tuplas
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa al menú Gestionar Tupla 2. El usuario selecciona alguna opción: (A) Ingresar Tupla (ver Tabla C.24); (B) Eliminar Tupla (ver Tabla C.25); (C) Modificar Tupla (ver Tabla C.26); (D) Atrás (ver Tabla C.18)	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (D), el sistema redirecciona al menú Gestionar Relación (ver Tabla C.18)	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla C.23: Caso de Uso Real - Gestionar Tupla.

The screenshot shows the 'UV Algebra Relacional' application. The main window title is 'Algebra Relacional'. On the left, there's a navigation bar with 'Logo UV', 'Home', 'Desconectar', and a highlighted button 'D'. The central part of the screen is titled 'Ver Relación' and shows a table named 'Relacion1' with three columns: 'Atributo1', 'Atributo2', and 'Atributo3'. The table contains three rows of data: (1, cadena1, 18), (2, cadena2, 25), and (3, cadena3, 32). Below the table are three buttons: 'Agregar Tupla' (labeled 'A'), 'Eliminar Tupla' (labeled 'B'), and 'Modificar Tupla' (labeled 'C'). To the right, there's a sidebar titled 'Database2' with a list of relations: 'Relacion1', 'Relacion2', 'Relacion3', and 'Relacion4'. The buttons 'A', 'B', and 'C' are circled in yellow.

Figura C.27: Caso de Uso Real - Gestionar Tupla.

Sección Ingresar Tupla	ID: CUR23
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Ingresar Tupla	
2. El usuario ingresa los datos de la nueva tupla en (A), luego acepta el ingreso oprimiendo el botón (B)	
	3. El sistema valida los datos y genera una nueva tupla, luego redirecciona al menú Gestión Tupla (ver Tabla C.23)
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: Si el usuario selecciona la opción Atrás (C) del menú, el sistema redirecciona al menú Gestión Tupla (ver Tabla C.23)	
	Paso 3: Si los tipos datos ingresados no son los correctos, o no puede generar la nueva tupla, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1. Si el sistema no puede redireccionar, muestra un mensaje de error

Tabla C.24: Caso de Uso Real - Ingresar Tupla.

UV Algebra Relacional  
http://www.algebrarelacional.uv.cl

Logo UV

Algebra Relacional

Ver Relación > Agregar Tupla

Nombre: Relacion1

Atributo1	Atributo2	Atributo3
1	cadena1	18
2	cadena2	25
3	cadena3	32

Aceptar

Database2

Relacion1  
Relacion2  
Relacion3  
Relacion4

Figura C.28: Caso de Uso Real - Ingresar Tupla.

<b>Sección Eliminar Tupla</b>	<b>ID: CUR24</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Eliminar Tupla	
2. El usuario selecciona la tupla a eliminar en (A) y selecciona el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema solicita la confirmación de la eliminación
4. El usuario verifica en (D) y aprieta el botón Aceptar (E)	
	5. El sistema elimina la tupla seleccionada
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que ha eliminado la tupla y redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23)	
Paso 4: Si el usuario selecciona del menú la opción Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23). Si el usuario aprieta el botón Atrás (F), el sistema vuelve al paso 1	
	Paso 5: Si el sistema no logra eliminar la base de datos, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.25: Caso de Uso Real - Eliminar Tupla.

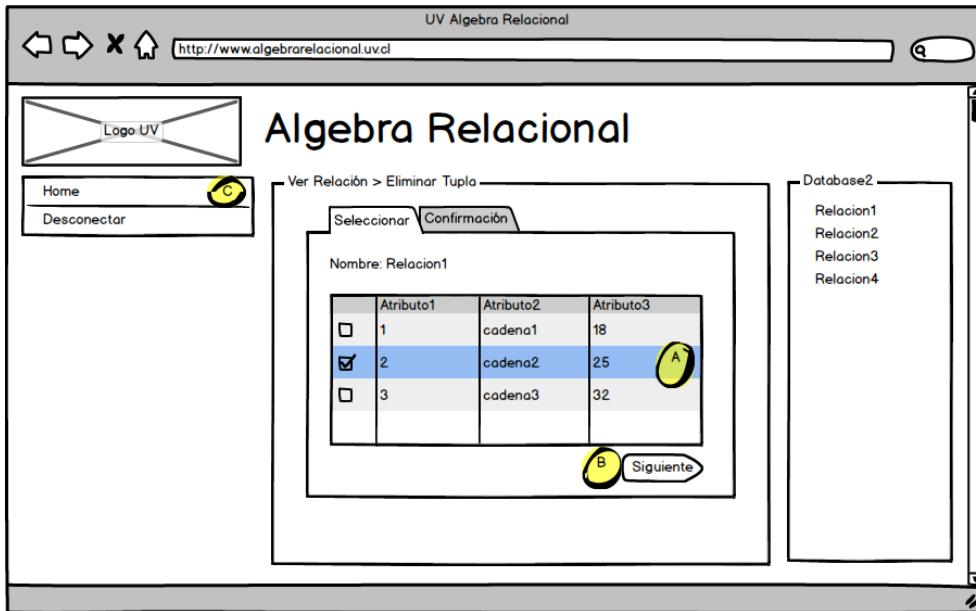


Figura C.29: Caso de Uso Real - Eliminar Tupla (Seleccionar).

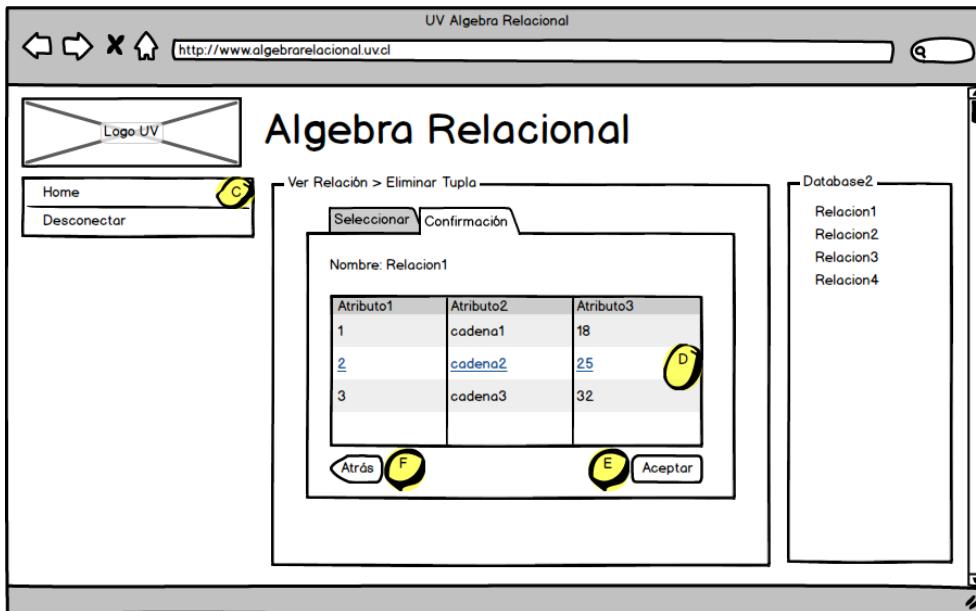


Figura C.30: Caso de Uso Real - Eliminar Tupla (Confirmar).

<b>Sección Modificar Tupla</b>	<b>ID: CUR25</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Tupla	
2. El usuario selecciona la tupla a modificar en (A) y aprieta el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema avanza a la pestaña Modificar en (G) muestra por pantalla los datos de la tupla seleccionada en (D)
4. El usuario modifica los campos de dicha base de datos y acepta los cambios en (D) y aprieta el botón Siguiente en (E)	
	5. El sistema valida los nuevos datos, avanza a la pestaña Confirmación en (G) esperando que el usuario acepte los cambios
6. El usuario confirma y acepta la modificación apretando el botón que aparece en (E)	
	7. El sistema modifica la tupla seleccionada
	8. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la tupla y redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 4: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23). Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 2	
	Paso 5: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 4
Paso 6: Si el usuario selecciona la opción Atrás desde el menú en (C), el sistema redirecciona al menú Gestionar Tupla (ver Tabla C.23). Si el usuario aprieta el botón Atrás en (F), el sistema vuelve al paso 4	
	Paso 7: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 8: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.26: Caso de Uso Real - Modificar Tupla.

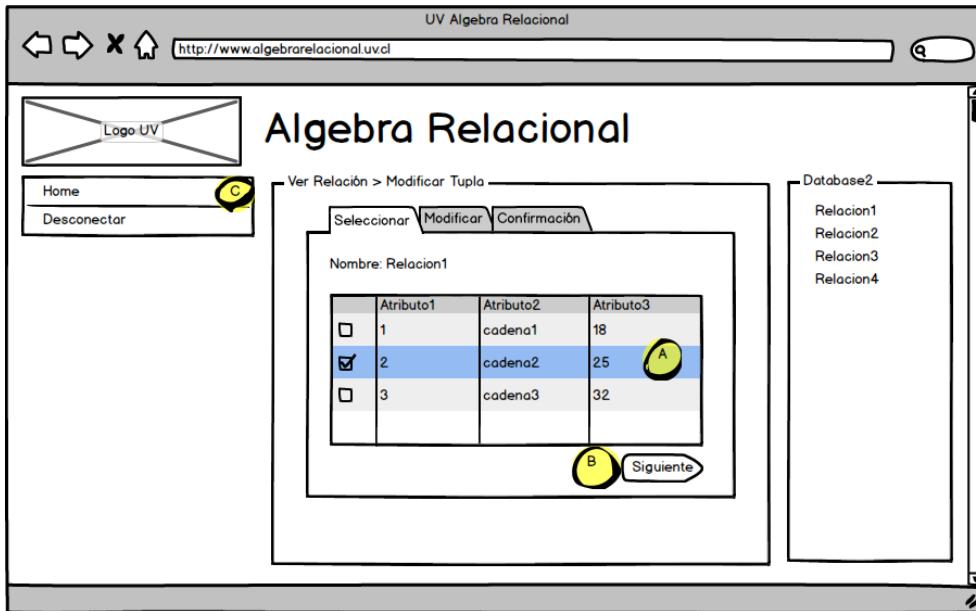


Figura C.31: Caso de Uso Real - Modificar Tupla (Seleccionar).

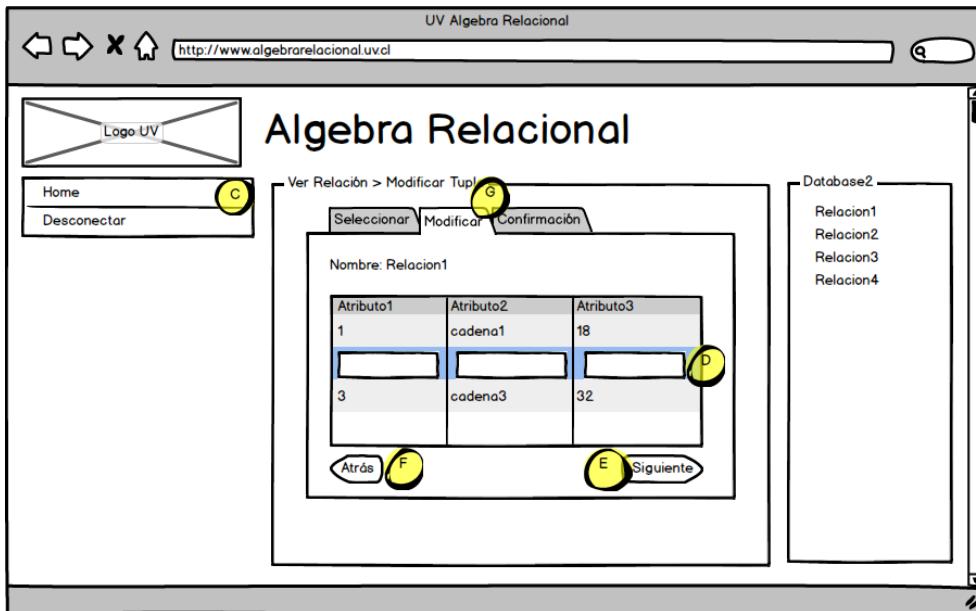


Figura C.32: Caso de Uso Real - Modificar Tupla (Modificar).

Caso de Uso	ID: CUR26
Nombre	Sesión Alumno
Actores	Alumno
Propósito	Mostrar al Alumno todas las opciones relacionadas con la Gestión de Bases de Datos, Relaciones, Tuplas, Hacer Consultas y Responder Ejercicios
Resumen	El Usuario elige una opción que se muestra en el menú: Gestión de tuplas, Gestionar Relación, Modificar Cuenta, Gestión BD, Responder Ejercicios, Hacer Consulta
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario ingresa al sistema desde el Caso de Uso A.3 Iniciar Sesión	
2. El usuario selecciona alguna opción: (A) Crear BD (ver Tabla C.11); (B) Eliminar BD (ver Tabla C.12); (C) Modificar BD (ver Tabla C.13); (D) Cargar BD (ver Tabla C.14); (E) Gestionar Relaciones (ver Tabla C.18); (F) Responder Ejercicios (ver Tabla C.17); (G) Hacer Consulta (ver Tabla C.28); (H) Modificar Cuenta (ver Tabla C.29); (I) Desconectar (ver Tabla C.2)	
	3. El sistema direcciona a la opción correspondiente
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 3: si no se puede direccionar, se muestra un error

Tabla C.27: Caso de Uso Real - Sesión Alumno.

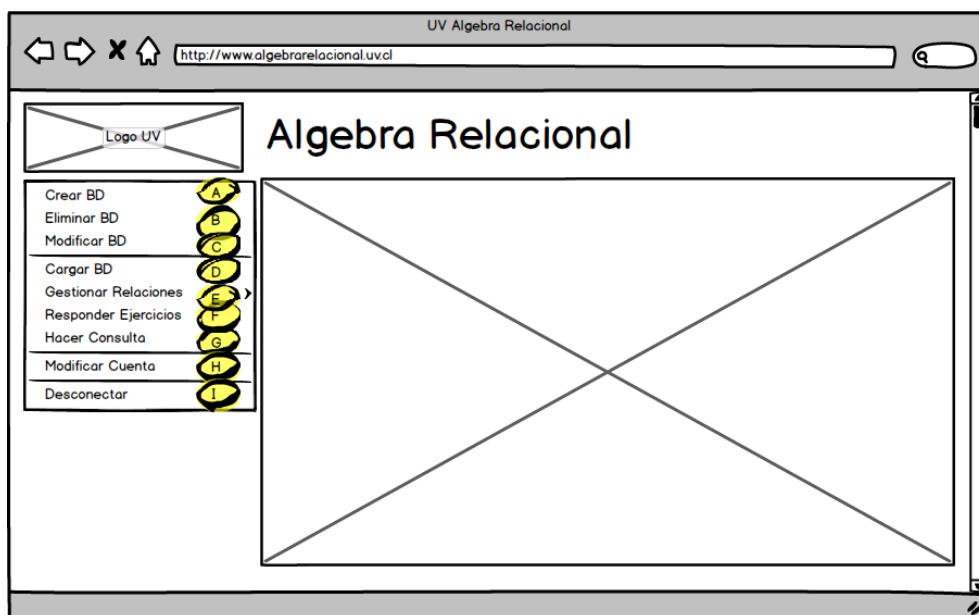


Figura C.33: Caso de Uso Real - Sesión Alumno.

Caso de Uso	ID: CUR28
Nombre	Hacer Consulta
Actores	Usuario (Alumno, Profesor)
Propósito	Entregar herramientas para la ejecución de consultas en Álgebra Relacional
Resumen	El Usuario escribe manualmente o selecciona algún botón para ejecutar una consulta en Álgebra Relacional
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Hacer Consulta	
2. El usuario ingresa consultas en (A) en función de las tablas que están en (B), las cuales se ingresan vía teclado o utilizando los botones que están en (C). Estas consultas se guardan en (D).	
	3. El sistema revisa sintaxis y semántica de la consulta realizada y genera la relación resultante en (E)
	4. El sistema permite generar otra consulta si es que el usuario lo desea, volviendo al paso 2
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
Paso 2: Si el usuario selecciona la opción Atrás (F) del menú, el sistema redirecciona al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno	
	Paso 3: Si el sistema encuentra un error de sintaxis, no logra revisar la consulta o no puede generar la nueva relación, muestra un aviso de error y vuelve al paso 1
	Paso 4: Si el sistema no puede ofrecer al usuario hacer otra consulta, muestra un mensaje y vuelve al menú Gestionar BD (ver Tabla C.10) si el usuario es un profesor o al menú Sesión Alumno (ver Tabla C.27) si el usuario es un alumno

Tabla C.28: Caso de Uso Real - Hacer Consulta.

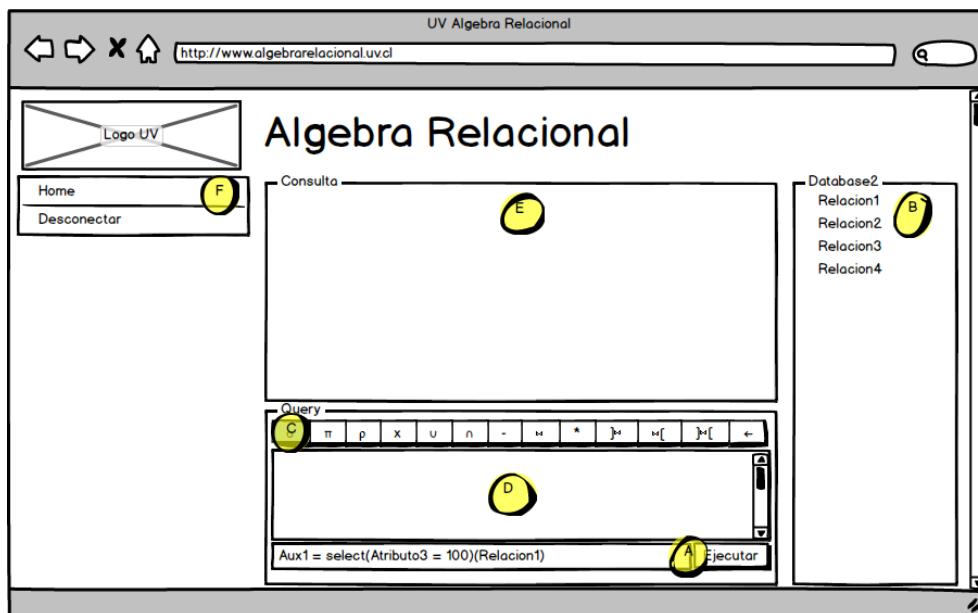


Figura C.34: Caso de Uso Real - Hacer Consulta (Consulta).

The screenshot shows the 'UV Algebra Relacional' web application displaying the results of a query execution. The interface includes:

- Logo UV** icon in the top left.
- Navigation icons** and a search bar at the top.
- URL**: <http://www.algebrarelacional.uvcl>
- Left sidebar** with **Home** and **Desconectar** buttons, and a yellow highlighted button labeled **F**.
- Consulta** (Query) section showing a table with four columns: **Atributo1**, **Atributo2**, **Atributo3**, and **Atributo4**. The rows are **Nombre1** (32, 100, Cadena1), **Nombre2** (25, 100, Cadena2), and **Nombre3** (15, 100, NULL). A yellow highlighted button labeled **E** is positioned above the table.
- Query** section with a yellow highlighted button labeled **C**, containing the query: `Aux1 = select(Atributo3 = 100)(Relacion1)`. A yellow highlighted button labeled **D** is also present.
- Right sidebar** titled **Database2** with **Relacion1**, **Relacion2**, **Relacion3**, and **Relacion4** listed, and a yellow highlighted button labeled **B**.
- Bottom right** has a yellow highlighted button labeled **A Ejecutar**.

Figura C.35: Caso de Uso Real - Hacer Consulta (Respuesta).

<b>Sección Modificar Cuenta Usuario</b>	<b>ID: CUR29</b>
<b>Curso Normal (Usuario)</b>	<b>Curso Normal (Sistema)</b>
1. El usuario selecciona la opción Modificar Cuenta	
2. El usuario modifica sus datos en (A) y aprieta el botón Siguiente (B)	
	3. El sistema valida los nuevos datos, avanza a la pestaña Confirmación en (D) esperando que el Profesor acepte los cambios
4. El usuario confirma y acepta la modificación apretando el botón Aceptar (E)	
	5. El sistema modifica la cuenta del usuario
	6. El sistema muestra un mensaje al usuario indicando que se ha modificado la cuenta y redirecciona a al menú Sesión Profesor si el usuario es un profesor (ver Tabla C.5) o al menú Sesión Alumno si el usuario es un alumno (ver Tabla C.27)
<b>Curso Alternativo (Usuario)</b>	<b>Curso Alternativo (Sistema)</b>
Paso 2: Si el usuario presiona el botón Atrás (C), el sistema redirecciona al menú Sesión Profesor si el usuario es un profesor (ver Tabla C.5) o al menú Sesión Alumno si el usuario es un alumno (ver Tabla C.27)	
	Paso 3: Si los datos ingresados no son los correctos o inválidos, el sistema indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 2
Paso 4: Si el usuario aprieta el botón Atrás en (C), el sistema vuelve al paso 2	
	Paso 5: Si el sistema no logra modificar la cuenta, indica dicho acontecimiento y vuelve al paso 1
	Paso 6: Si el sistema no logra redireccionar, manda un mensaje de error

Tabla C.29: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario.

UV Algebra Relacional

[Logo UV](#)

Gestionar Cuentas >  
Gestionar BD >  
Ver Estadísticas  
✓ Modificar Cuenta  
Desconectar

## Algebra Relacional

Modificar Cuenta

Cuenta	Confirmación
Nombre	<input type="text" value="Nombre1"/>
Apellido	<input type="text" value="Apellido1"/>
Edad	<input type="text" value="23"/>
Email	<input type="text" value="mail@mail.com"/>
Contraseña	<input type="password"/>
Confirmar Contraseña	<input type="password"/>

Atrás **C** Siguiente **B**

Figura C.36: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario (Cuenta).

UV Algebra Relacional

[Logo UV](#)

Home  
Desconectar

## Algebra Relacional

Modificar Cuenta

Cuenta	Confirmación
Nombre:	Nombre1
Apellido:	Apellido1
Edad:	23
Email:	nombre1@mail.com
Año ingreso:	2010
Vez cursada:	3

Atrás **C** **D** Aceptar **E**

Figura C.37: Caso de Uso Real - Modificar Cuenta Usuario (Confirmar).

Caso de Uso	ID: CUR30
Nombre	Ver Estadísticas
Actores	Progesor
Propósito	Obtener feedback mediante estadísticas y datos de todos los alumnos que han utilizado la herramienta
Resumen	El Profesor observa datos y resultados obtenidos de los ejercicios
Curso Normal (Usuario)	Curso Normal (Sistema)
1. El usuario selecciona la opción Ver Estadísticas	2. El sistema muestra en (A) algunos resultados estadísticos de la o las bases de datos seleccionadas. Además, muestra en (B) un gráfico del detalle de cada ejercicio
3. El usuario selecciona del menú la opción Home (C) para volver al menú Sesión Profesor	4. El sistema redirecciona la menú Sesión Profesor C.5
Curso Alternativo (Usuario)	Curso Alternativo (Sistema)
	Paso 2: si el sistema no logra cargar los resultados, muestra un mensaje de error por pantalla y vuelve al menú Sesión Profesor C.5

Tabla C.30: Caso de Uso Real - Ver Estadísticas.

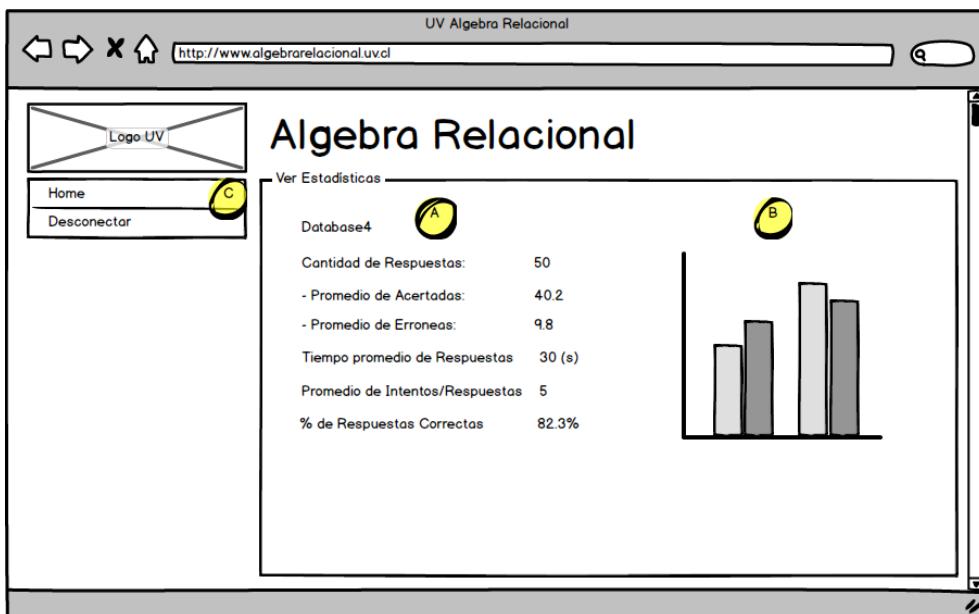


Figura C.38: Caso de Uso Real - Ver Estadísticas.

# Apéndice D

## Diccionario de Datos

En este apéndice se explica en detalle las entidades que se presentan en la Figura 5.8 de la Sección 5.4.2 Modelo de Datos. La Tabla D.1 muestra el diccionario de datos para la entidad Usuarios, la Tabla D.2 explica el diccionario de datos para la entidad Alumnos, la Tabla D.3 describe el diccionario de datos para la entidad Profesores, la Tabla D.4 muestra el diccionario de datos para la entidad Esquemas, la Tabla D.5 explica el diccionario de datos para la entidad Resultados, la Tabla D.6 describe el diccionario de datos para la entidad Respuestas y finalmente la Tabla D.7 muestra el diccionario de datos para la entidad Consultas.

Entidad: Usuarios					ID:DIC01
Atributo	Descripción	Tipo	PK	NULL	FK
Rut	Número único e identificador de usuario	INT	Sí	Not Null	
Pass	Contraseña que tiene el usuario para ingresar al sistema	VARCHAR(45)			
Nombre1	Primer nombre del usuario	VARCHAR(45)			
Nombre2	Segundo nombre del usuario	VARCHAR(45)			
Apellido1	Primero apellido del usuario	VARCHAR(45)			
Apellido2	Segundo apellido del usuario	VARCHAR(45)			
Mail	Correo electrónico que tiene el usuario	VARCHAR(45)			
Tipo	Número que indica que tipo de usuario es	INT			

Tabla D.1: Diccionario de Datos - Usuario.

<b>Entidad: Alumnos</b>					<b>ID:DIC02</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Rut	Número único e identificador del Alumno	INT	Sí	Not Null	Usuario
Año_ingreso	Año de ingreso del alumno a la universidad	INT			
Vez_cursado	Número de veces que ha cursado el ramo el Modelo de Datos	INT			
Edad	Edad del Alumno	INT			

Tabla D.2: Diccionario de Datos - Alumnos.

<b>Entidad: Profesores</b>					<b>ID:DIC03</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Rut	Número único e identificador del Alumno	INT	Sí	Not Null	Usuario
Año_curso	Año que el que el profesor imparte el ramo Modelo de Datos	INT			

Tabla D.3: Diccionario de Datos - Profesores.

<b>Entidad: Esquemas</b>					<b>ID:DIC04</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Nombre	Nombre de la Base de Datos	VARCHAR(45)	Sí	Not Null	
Rut	Identificador del usuario que creó la Base de Datos	INT			Usuarios
Visible	Visibilidad de la Base de Datos	BOOLEAN			

Tabla D.4: Diccionario de Datos - Esquemas.

<b>Entidad: Resultados</b>					<b>ID:DIC05</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Id	Número único e identificador del Resultado	INT	Sí	Not Null	
Bd	Nombre de la Base de Datos que pertenece este resultado	VARCHAR(45)			Esquemas
Cant_ejercicios	Cantidad de ejercicios del resultado	INT			
Cant_correctas	Cantidad de ejercicios correctos del resultado	INT			
Cant_errores	Cantidad de ejercicios erróneos del resultado	INT			
Cant OMITIDAS	Cantidad de ejercicios omitidos del resultado	INT			
Fecha	Hora y Fecha del momento que se guarda el resultado	DATETIME			

Tabla D.5: Diccionario de Datos - Resultados.

<b>Entidad: Respuestas</b>					<b>ID:DIC06</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Id	Identificador único de la respuesta	INT	Sí	Not Null	
Rut	Indetificador del Usuario que efectúa la respuesta	VARCHAR(45)			Usuarios
Bd	Nombre del Esquema que se responde	VARCHAR(45)			Esquemas
Ejercicio	Número del Ejercicio que se responde	INT			
Resultado	Indica si la respuesta es correcta o no	BOOLEAN			
Intento	Número del intento que se responde	INT			
Tiempo_ejercicio	Tiempo que tomó responder el ejercicio	TIME			
Tiempo_sesion	Tiempo desde que se inició la sesión en responder el ejercicio	TIME			
Fecha	Hora y Fecha del momento que se responde el ejercicio	DATETIME			

Tabla D.6: Diccionario de Datos - Respuestas.

<b>Entidad: Consultas</b>					<b>ID:DIC07</b>
<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>NULL</i>	<i>FK</i>
Id	Identificador único de la Consulta	INT	Sí	Not Null	
Id_respuestas	Indetificador de la Respuesta que se usó la Consulta	INT			Respuestas
Numero	Identificador local de la Consulta dentro del Ejercicio	INT			
Query	Detalle de la Consulta	TEXT			
Error	Detalle del Error	TEXT			
Fecha	Fecha y Hora del momento que se hace la Consulta	DATETIME			

Tabla D.7: Diccionario de Datos - Consultas.

# Apéndice E

## Interfaz del Sistema

En el presente apéndice se presentan las principales interfaces del sistema implementadas para la Gestión de Consultas de Álgebra Relacional.

- **Login y Registro:** En la Figura E.1 se presenta la interfaz del Login y el Registro de la aplicación. Para logearse basta con ingresar el Rut y la Contraseña, para Registrarse hay que ingresar el Rut del nuevo alumno, su contraseña y una confirmación de esta última.

The screenshot shows the 'Algebra Relacional' application interface. On the left, there is a 'Login' form with fields for 'Rut' (with placeholder 'Ej: 12345678') and 'Pass', and a 'Ingresar' button. On the right, there is a 'Registro de Alumno' form with fields for 'Rut' (placeholder 'Ej: 12345678'), 'Pass', and 'Confirmar Pass', and a 'Registrar' button. The application header includes the Universidad de Valparaíso logo and the text 'Algebra Relacional'. At the bottom, there is a footer with the address: Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301, Playa Ancha, Valparaíso - Chile.

Figura E.1: Interfaz de Login y Registro.

- **Crear Cuenta:** En la Figura E.2 se presenta la interfaz para la creación de una Cuenta de Alumno. Para ello, se debe llenar cada uno de los formularios que aparecen, para finalmente confirmar el nuevo ingreso.

The screenshot shows a web-based application interface for creating a new account. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. To its right, the title "Algebra Relacional" is displayed. Below this, a navigation bar contains four tabs: "Personal" (highlighted in blue), "Cuenta" (selected), "Academico", and "Confirmacion". On the far left, a sidebar menu includes "Home" and "Desconectar". The main content area is titled "Datos Personales" and contains five input fields: "Primer Nombre", "Segundo Nombre", "Apellido Paterno", "Apellido Materno", and "Edad". At the bottom right of this section is a blue "Siguiente" (Next) button. At the very bottom of the page, there is a footer with the text: "Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso. Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301. Playa Ancha, Valparaíso - Chile."

Figura E.2: Interfaz Crear Cuenta.

- **Eliminar Cuenta:** En la Figura E.3 se presenta la interfaz para Eliminar Cuentas de Alumnos. Haciendo búsqueda utilizando cualquiera de los filtros, se selecciona el alumno a eliminar, para finalmente confirmar.

The screenshot shows a web-based application titled "Algebra Relacional". In the top left corner, there is a logo for "Universidad de Valparaíso CHILE". On the left side, there is a sidebar with "Home" and "Desconectar" buttons. The main content area has a header "Buscar en todos los Campos: Buscar" with search input fields for "Rut", "Nombre", "Apellido Paterno", "Apellido Materno", and "Año de Ingreso". Below this is a table listing eight student records:

Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Año de Ingreso
11111111	pnombre111	paterno111	materno111	2009
44444444	pnombre444	paterno444	materno444	2009
55555555	pnombre555	paterno555	materno555	2008
66666666	pnombre666	paterno666	materno666	2012
77777777	pnombre777	paterno777	materno777	2010
18039422	Romanete	Briones	Meza	2000
22222222	pnombre222	paterno222	materno222	2010
88888888	pnombre888	paterno888	materno888	2000
33333333	pnombre333	paterno333	materno333	2011

In the bottom right corner of the main content area, there is a footer with the text: "Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso. Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301. Playa Ancha, Valparaíso - Chile."

Figura E.3: Interfaz Eliminar Cuenta.

- **Modificar Cuenta:** En la Figura E.4 se presenta la interfaz para Modificar Cuentas de Alumnos. Haciendo búsqueda utilizando cualquiera de los filtros, se selecciona el alumno a modificar, para finalmente confirmar.

The screenshot shows a web-based application titled "Algebra Relacional". In the top left corner, there is a logo for "Universidad de Valparaíso CHILE". On the left side, there is a sidebar with links for "Home" and "Desconectar". The main content area has a header "Buscar en todos los Campos: Buscar" with a search input field. Below this is a table with columns: "Rut", "Nombre", "Apellido Paterno", "Apellido Materno", "Mail", and "Año de Ingreso". The table contains nine rows of data, each with a small edit icon in the first column. The data is as follows:

Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Mail	Año de Ingreso
11111111	pnombre111	paterno111	materno111	111@mail.com	2009
44444444	pnombre444	paterno444	materno444	444@mail.com	2009
55555555	pnombre555	paterno555	materno555	555@mail.com	2008
66666666	pnombre666	paterno666	materno666	666@mail.com	2012
77777777	pnombre777	paterno777	materno777	777@mail.com	2010
18039422	Romanete	Briones	Meza	roma@roma.com	2000
22222222	pnombre222	paterno222	materno222	222@mail.com	2010
88888888	pnombre888	paterno888	materno888		2000
33333333	pnombre333	paterno333	materno333	333@mail.com	2011

At the bottom of the page, there is a footer with the text: "Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301, Playa Ancha, Valparaíso - Chile."

Figura E.4: Interfaz Modificar Cuenta.

- **Cargar Base de Datos:** En la Figura E.5 se presenta la interfaz para Cargar Bases de Datos. Haciendo búsqueda utilizando cualquiera de los filtros, se selecciona la base de datos a cargar, para finalmente confirmar.

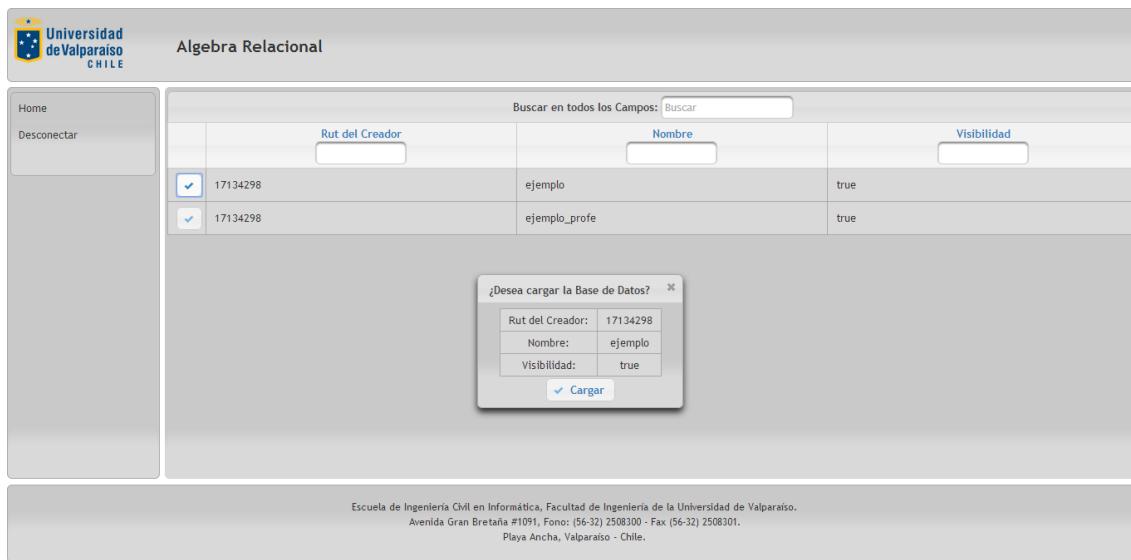


Figura E.5: Interfaz Cargar Base de Datos.

- **Hacer Consulta:** En la Figura E.6 se presenta la interfaz para Hacer Consultas a una base de datos. Seleccionando cualquiera de los botones de ayuda para las consultas o ingresando vía teclado la consulta de Álgebra Relacional, el sistema retorna el resultado de ella.

The screenshot shows the 'Algebra Relacional' interface from the Universidad de Valparaíso. The top navigation bar includes the university logo and the title 'Algebra Relacional'. A message box in the top right corner says 'Consulta realizada satisfactoriamente' (Query executed successfully). On the left, a sidebar has 'Home' and 'Desconectar' buttons. The main area displays a table with four columns: 'edificio', 'numero', 'superficie', and 'supmediadesp'. The data rows are: Diagonal (120, 10, 10), Diagonal (440, 10, 10), Marina (120, 10, 15), and Marina (230, 20, 15). Below the table is a toolbar with various operators like sigma, pi, rho, union, intersection, difference, and Cartesian product. A text input field contains the query 'despachos REUNION\_NATURAL edificios\_emp'. A button labeled 'Ejecutar' (Execute) is to the right of the input field. To the right of the main area, there's a sidebar titled 'EJEMPLO' with a section 'Relaciones' containing numbered examples: 1. edificios\_emp, 2. despachos, 3. empleados\_adm, 4. empleados\_prod. At the bottom, there's a footer with the university's address: Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301, Playa Ancha, Valparaíso - Chile.

edificio	numero	superficie	supmediadesp
Diagonal	120	10	10
Diagonal	440	10	10
Marina	120	10	15
Marina	230	20	15

despachos REUNION\_NATURAL edificios\_emp

Ejecutar

EJEMPLO

Relaciones

1. edificios\_emp  
2. despachos  
3. empleados\_adm  
4. empleados\_prod

Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso.  
Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301.  
Playa Ancha, Valparaíso - Chile.

Figura E.6: Interfaz Hacer Consultas.

- **Gestionar Ejercicios:** En la Figura E.7 se presenta la interfaz para la Gestión de Ejercicios. Aquí se puede seleccionar la cantidad de ejercicios que tendrá la base de datos, y por cada uno de ellos se debe especificar la pregunta, la relación resultante y las consultas para resolver ese ejercicio. Además, es posible realizar consultas para verificar la correctitud de éstas.

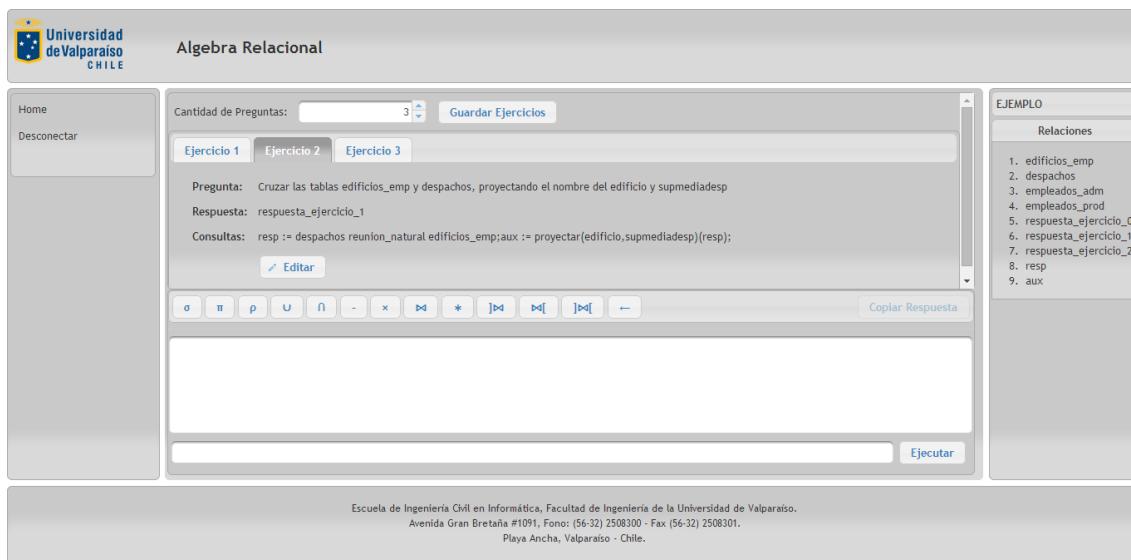


Figura E.7: Interfaz Gestionar Ejercicios.

- **Responder Ejercicios:** En la Figura E.8 se presenta la interfaz para Responder Ejercicios. Aquí se puede seleccionar el ejercicio a responder y su respectiva respuesta. Además, es posible realizar consultas para verificar la correctitud de éstas. Finalmente se envía el formulario para obtener la calificación.

The screenshot shows a web-based application for relational algebra exercises. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. The title "Algebra Relacional" is centered above the main content area. On the left sidebar, there are links for "Home" and "Desconectar". The main area has tabs for "Ver Resultados" and "Enviar", with "Enviar" being the active tab. Below these are three tabs: "Ejercicio 1" (selected), "Ejercicio 2", and "Ejercicio 3". A question "Pregunta: Mostrar todos los empleados" is displayed, followed by a response variable "Respuesta: resp3". A "Responder" button is present. Below the question is a toolbar with various relational operators. A text input field contains the query "resp3 := empleados\_adm union empleados\_prod". To the right of this input is an "Ejecutar" (Execute) button. On the far right, there is a sidebar titled "EJEMPLO" which lists five examples under the heading "Relaciones": 1. edificios\_emp, 2. despachos, 3. empleados\_adm, 4. empleados\_prod, 5. resp3. At the bottom of the page, there is a footer with the address: Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax (56-32) 2508301, Playa Ancha, Valparaíso - Chile.

Figura E.8: Interfaz Responder Ejercicios.

- **Obtener Calificación:** En la Figura E.9 se presenta la interfaz para la Obtención de Calificación, luego de responder un serie de Ejercicios. En esta interfaz se muestran el resultado de los ejercicios y la respuesta esperada de ellos.

The screenshot shows a web-based application for relational algebra exercises. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. The title "Algebra Relacional" is centered above the main content area. On the left sidebar, there are links for "Home" and "Desconectar". The main content area has tabs for "Ejercicio 1", "Ejercicio 2", and "Ejercicio 3", with "Ejercicio 3" currently selected. Under "Ejercicio 3", the following information is displayed:

- Pregunta: Mostrar todos los empleados
- Consultas Esperadas: resp := empleados\_adm union empleados\_prod;
- Respuesta Esperada: respuesta\_ejercicio\_2
- Tu Respuesta: resp3
- Resultado: Correcto

Below this, there are two buttons: "Ver Tu Respuesta" and "Ver Respuesta Esperada". A "Resultados Globales" section shows the following statistics:

- Respuestas Correctas: 1
- Respuestas Incorrectas: 0
- Respuestas Omítidas: 2
- Nota Porcentual: 33.33333333333336%

On the right side, there is a sidebar titled "EJEMPLO" which lists "Relaciones" and numbered items 1 through 5. At the bottom of the page, there is a footer with the address of the Escuela de Ingeniería Civil en Informática.

Figura E.9: Interfaz Obtener Calificación.

- **Ver Estadísticas:** En la Figura E.10 se presenta la interfaz para la Visualización de Estadísticas de los Ejercicios. En esta interfaz se observan los valores estadísticos principales de todos los ejercicios de la base de datos cargada. Además, consta con un gráfico que muestra la cantidad de respuestas, intentos y errores de cada ejercicio.



Figura E.10: Interfaz Ver Estadísticas

# **Apéndice F**

## **Pruebas**

En el presente apéndice se muestra el detalle de todas las pruebas explicadas en el Capítulo 7 de Pruebas.

### **F.1. Pruebas Unitarias**

Este capítulo contiene las tablas de la ejecución de las Pruebas Unitarias. Desde las Tablas F.1 al F.21, se puede observar la especificación de la ejecución de las Pruebas Unitarias.

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU01</b>
Nombre	Crear Usuario desde Inicio	
Referencias	CUR01	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Rut="12345678", Primer Nombre="nombre", Segundo Nombre="nombre", Paterno="paterno", Materno="materno", Mail="usuario@mail.com", Año Ingreso="2011", Vez Cursando="1", Edad="21"	
Salida Esperada	El sistema debe crear la cuenta, dar aviso de la creación e iniciar la sesión de la nueva cuenta	
Entrada Inválida	Rut="123456789", Primer Nombre="nombre1", Segundo Nombre="nombre2", Paterno="paterno1", Materno="materno1", Mail="usuario@mail.com", Año Ingreso="Dos mill once", Vez Cursando="una vez", Edad="21 años"	
Salida Esperada	El sistema debe impedir el avance del formulario cada vez que se encuentra con alguna entrada inválida, evitando la creación de la cuenta	
Entrada Vacía	Campos Rut, Primer Nombre, Segundo Nombre, Paterno, Materno, Mail, Año Ingreso y Vez Cursando vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir el avance del formulario cada vez que se encuentra con alguna entrada vacía, evitando la creación de la cuenta	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.1: Pruebas Unitarias - Crear Alumno desde Inicio

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU02</b>
Nombre	Iniciar Sesión	
Referencias	CUR02	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Rut="12345678", Contraseña="pass123"	
Salida Esperada	El sistema debe iniciar la sesión de la cuenta ingresada	
Entrada Inválida	Rut="123456789", Contraseña="pass123"	
Salida Esperada	El sistema debe indicar que los datos ingresados son incorrectos	
Entrada Vacía	Campos Rut y Contraseña vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe indicar que los datos ingresados son incorrectos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.2: Pruebas Unitarias - Iniciar Sesión

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU03</b>
Nombre	Eliminar Cuenta	
Referencias	CUR07	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista la cuenta a eliminar y apretar el botón eliminar que se muestra en la ventana desplegada	
Salida Esperada	El sistema elimina la cuenta seleccionada y da aviso de la eliminación	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la cuenta a eliminar y luego seleccionar otra cuenta, anulando la selección anterior	
Salida Esperada	El sistema debe ser capaz de cambiar los datos de la ventana desplegada al momento de cambiar la selección de la cuenta	
Entrada Vacía	Apretar ENTER sin seleccionar ninguna cuenta	
Salida Esperada	El sistema no debe hacer nada y sólamente debe esperar seleccionar una cuenta	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.3: Pruebas Unitarias - Eliminar Cuenta

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU04</b>
Nombre	Modificar Cuenta	
Referencias	CUR08	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista la cuenta a modificar, modificar el campo Mail="usuario.alumno@mail.com" y confirmar apretando el botón modificar	
Salida Esperada	El sistema modificar la cuenta seleccionada y da aviso de la modificación	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la cuenta a modificar, modificar el campo Mail="usuario.alumno@3@mail.com" y confirmar apretando el botón modificar	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la cuenta cada vez que se encuentra con alguna entrada inválida	
Entrada Vacía	Seleccionar de una lista la cuenta a modificar, y modificar el campo Mail dejándolo como vacío	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la cuenta cada vez que se encuentra con alguna entrada vacía	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.4: Pruebas Unitarias - Modificar Cuenta

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU05</b>
Nombre	Crear BD	
Referencias	CUR10	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Nombre="ejemplo", Dejar Visible a los Alumnos="False"	
Salida Esperada	El sistema crea la nueva base de datos y da aviso de la creación	
Entrada Inválida	Nombre="12345678", Dejar Visible a los Alumnos="False"	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la base de datos cada vez que se encuentra en el nombre con algún carácter que no sea alfanumérico	
Entrada Vacía	Capos Nombre como vacío	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la base de datos cada vez que se encuentra con un campo vacío	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.5: Pruebas Unitarias - Crear BD

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU06</b>
Nombre	Eliminar BD	
Referencias	CUR11	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista la base de datos a eliminar y confirmar la eliminación apretando el botón Eliminar que se muestra en la ventana desplegada	
Salida Esperada	El sistema elimina la base de datos y da aviso de la eliminación	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la base de datos a eliminar y luego seleccionar otra base de datos mientras la ventana esta desplegada	
Salida Esperada	El sistema debe mostrar los campos de la nueva base de datos seleccionada en la ventana desplegada	
Entrada Vacía	Apretar el botón ENTER sin seleccionar ninguna base de datos	
Salida Esperada	El sistema no debe hacer nada y solamente debe esperar a seleccionar una base de datos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.6: Pruebas Unitarias - Eliminar BD

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU07</b>
Nombre	Modificar BD	
Referencias	CUR12	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista la base de datos a modificar, desde la ventana emergente modificar el campo Nombre="testing" y confirmar apretando el botón Modificar	
Salida Esperada	El sistema modifica la base de datos seleccionada y da aviso de la modificación	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la base de datos a modificar, desde la ventana emergente modificar el campo Nombre="123test" y confirmar apretando el botón Modificar	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la base de datos cada vez que se encuentra con un nombre que no empieze con un carácter alfabético	
Entrada Vacía	Seleccionar de una lista la base de datos a modificar, desde la ventana emergente modificar el campo Nombre dejándolo vacío y confirmar apretando Modificar	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la base de datos cada vez que se encuentra con un nombre vacío	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.7: Pruebas Unitarias - Modificar BD

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU08</b>
Nombre	Cargar BD	
Referencias	CUR13	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista la base de datos a cargar, desde la ventana emergente confirmar apretando el botón Cargar	
Salida Esperada	El sistema carga la base de datos seleccionada y da aviso de la carga	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la base de datos a cargar, luego seleccionar otra base de datos mientras esté abierta la ventana emergente	
Salida Esperada	El sistema debe ser capaz de cambiar la base de datos seleccionada y mostrar los datos de la nueva base de datos seleccionada a cargar	
Entrada Vacía	Apretar el botón ENTER sin seleccionar ninguna base de datos	
Salida Esperada	El sistema no debe hacer nada y solamente debe esperar a seleccionar una base de datos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.8: Pruebas Unitarias - cargar BD

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU09</b>
Nombre	Gestionar Ejercicios	
Referencias	CUR15	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista de ejercicios un ejercicio a eliminar, apretar el botón Editar, seleccionar borrar, confiar la eliminación y finalmente apretar el botón Guardar Cambios	
Salida Esperada	El sistema guarda los cambios realizados y da aviso de los cambios	
Entrada Inválida	-	
Salida Esperada	-	
Entrada Vacía	-	
Salida Esperada	-	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.9: Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Eliminar Ejercicio)

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU10</b>
Nombre	Gestionar Ejercicios	
Referencias	CUR15	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista un ejercicio a modificar, modificar los campos Pregunta="Mostrar todos los trabajadores que son administradores y productores", ejecutar la consulta "resp := empleados_adm inter empleados_prod" y agregarla al campo Consultas, Nombre Relación Resultante="resp"	
Salida Esperada	El sistema debe guardar los cambios realizados y da aviso de los cambios	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista un ejercicio a modificar, modificar los campos Pregunta="Mostrar todos los trabajadores que son administradores y productores", agregar al campo Consultas="resp := empleados_adm inter empleados_prod" sin haber ejecutado esta consulta, Nombre Relación Resultante="resp"	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación del ejercicio si la relación resultante no existe en la base de datos	
Entrada Vacía	Seleccionar de una lista un ejercicio a modificar y dejar todos los campos vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe evitar que el usuario genere ejercicios con algún campo vacío	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.10: Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Modificar Ejercicio)

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU11</b>
Nombre	Gestionar Ejercicios	
Referencias	CUR15	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Agregar un ejercicio con campos Pregunta="Mostrar todos los trabajadores que son administradores o productores", ejecutar la consulta "resp := empleados_adm union empleados_prod" y agregarla al campo Consultas, Nombre Relación Resultante="resp", finalmente guardar los cambios	
Salida Esperada	El sistema guarda los cambios y da aviso de los cambios	
Entrada Inválida	Agregar un ejercicio con campos Pregunta="Mostrar todos los trabajadores que son administradores y productores", agregar al campo Consultas="resp := empleados_adm inter empleados_prod" son haber ejecutado esta consulta, Nombre Relación Resultante="resp"	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación del ejercicio si la relación resultante no existe en la base de datos	
Entrada Vacía	Crear un ejercicio dejando campos vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe evitar que el usuario cree ejercicios dejando algún campo vacío	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.11: Pruebas Unitarias - Gestionar Ejercicios (Crear Ejercicio)

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU12</b>
Nombre	Responder Ejercicio	
Referencias	CUR16	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Responer cada ejercicio ejecutando las consultas pertinente y repondiendo correctamente todas las preguntas en Relación Resultante cada relación generada para cada ejercicio, luego apretar Enviar Respuestas	
Salida Esperada	El sistema debe redireccionar a una página de resultados mostrando el resultado final de todo el cuestionario	
Entrada Inválida	Responer en algún ejercicio en el campo Relación Resultante, cualquier valor que no exista en la base de datos y luego apretar Enviar Respuestas	
Salida Esperada	El sistema debe redireccionar a la página de resultados mostrando el resultado incorrecto en la pregunta mal respondida	
Entrada Vacía	Responer cada ejercicio dejando el campo Relación Resultante vacía	
Salida Esperada	El sistema debe redireccionar a la página de resultados mostrando los resultados incorrectos en las preguntas con respuestas vacías	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.12: Pruebas Unitarias - Responder Ejercicio

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU13</b>
Nombre	Agregar Relación	
Referencias	CUR18	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Agregar una nueva relación ingresando el nombre de la relación, la cantidad de atributos y completar cada atributo, para finalmente confirmar apretando Aceptar	
Salida Esperada	El sistema genera la nueva relación y manda un mensaje de aviso al usuario	
Entrada Inválida	Agregar una nueva relación llenando los campos nombre de relación y cantidad de atributos con valores inválidos, además de ingresar nombre de atributos inválidos.	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la relación que tenga campos inválidos	
Entrada Vacía	Agregar una nueva relación dejando los campos nombre de relación y cantidad de atributos como vacíos, además de dejar los campos nombre de atributo vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la relación que tenga campos vacíos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.13: Pruebas Unitarias - Agregar Relación

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU14</b>
Nombre	Eliminar Relación	
Referencias	CUR19	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de la lista la relación a eliminar y confirmar apretando Eliminar	
Salida Esperada	El sistema elimina la relación seleccionada y da aviso de dicha eliminación	
Entrada Inválida	Seleccionar de una lista la relación a eliminar y luego seleccionar otra relación, anulando la selección anterior	
Salida Esperada	El sistema debe ser capaz de cambiar la relación seleccionada y mostrar los datos de la nueva relación seleccionada a eliminar	
Entrada Vacía	Apretar el botón ENTER sin seleccionar ninguna base de datos	
Salida Esperada	El sistema no debe hacer nada y solamente debe esperar a seleccionar una base de datos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.14: Pruebas Unitarias - Eliminar Relación

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU15</b>
Nombre	Modificar Relación	
Referencias	CUR20	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de la lista la relación a modificar, modificando todos los campos de la relación y luego confirmar apretando el botón Modificar	
Salida Esperada	El sistema modifica la relación seleccionada y da aviso de dicha modificación	
Entrada Inválida	Seleccionar una relación y llenar el formulario con valores inválidos y luego Modificar	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la relación cuando hay valores inválidos	
Entrada Vacía	Seleccionar una relación y modificar algún campo dejándolo vacío	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la relación cuando hay valores vacíos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.15: Pruebas Unitarias - Modificar Relación

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU16</b>
Nombre	Ver Relación	
Referencias	CUR21	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de la lista la relación a ver y luego confirmar apretando el botón Ver Relación	
Salida Esperada	El sistema muestra las tuplas de la relación seleccionada	
Entrada Inválida	-	
Salida Esperada	-	
Entrada Vacía	No seleccionar ninguna relación y luego apretar el botón Ver Relación	
Salida Esperada	El sistema avisa que debe seleccionar una relación para visualizarla	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.16: Pruebas Unitarias - Ver Relación

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU17</b>
Nombre	Ingresar Tupla	
Referencias	CUR23	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Ingresar los campos necesarios para la creación de la tupla y aceptar el botón Aceptar	
Salida Esperada	El sistema agrega la nueva tupla y manda un mensaje de aviso al usuario	
Entrada Inválida	Ingresar una nueva tupla llenando los campos con valores inválidos, es decir, agregar caractéres alfabéticos donde deben ir caracteres numéricos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la tupla con valores inválidos	
Entrada Vacía	Ingresar una nueva tupla dejando los campos de clave primaria vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la creación de la tupla que tenga su clave primaria vacía	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.17: Pruebas Unitarias - Ingresar Tupla

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU18</b>
Nombre	Eliminar Tupla	
Referencias	CUR24	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar de una lista, una tupla a eliminar, apretar el botón eliminar y confirmar apretando el botón Aceptar	
Salida Esperada	El sistema elimina la tupla y manda un mensaje de aviso al usuario	
Entrada Inválida	-	
Salida Esperada	-	
Entrada Vacía	No seleccionar ninguna tupla y apretar el botón Eliminar	
Salida Esperada	El sistema debe indicar que se debe seleccionar una tupla para poder eliminarla	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.18: Pruebas Unitarias - Eliminar Tupla

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU19</b>
Nombre	Modificar Tupla	
Referencias	CUR25	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar una tupla a modificar, cambiar los campos de la tupla seleccionada y confirmar la modificación apretando Aceptar	
Salida Esperada	El sistema modifica la tupla seleccionada y da aviso de la modificación	
Entrada Inválida	Seleccionar una nueva tupla rellenando los campos con valores inválidos, es decir, agregar caractéres alfabéticos donde deben ir caracteres numéricos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la tupla con valores inválidos	
Entrada Vacía	Seleccionar una nueva tupla dejando los campos de clave primaria vacíos	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la modificación de la tupla con su clave primaria vacía	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.19: Pruebas Unitarias - Modificar Tupla

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU20</b>
Nombre	Hacer Consulta	
Referencias	CUR27	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Ingresar una consulta válida para la base de datos cargada y apretar el botón Ejecutar	
Salida Esperada	El sistema ejecuta la consulta y muestra por pantalla la tabla resultante	
Entrada Inválida	Ingresar una consulta con errores sintácticos o con atributos y/o relaciones inexistentes	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la ejecución, avisando que hay errores en la consulta	
Entrada Vacía	Hacer una consulta vacía apretando el botón Ejecutar	
Salida Esperada	El sistema debe impedir la ejecución, avisando que hay errores en la consulta	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.20: Pruebas Unitarias - Hacer Consulta

<b>Prueba Unitaria</b>		<b>Id: PU21</b>
Nombre	Ver Estadísticas	
Referencias	CUR29	
<i>Caso de Prueba</i>		
Entrada Válida	Seleccionar una base de datos de una lista, seleccionar una fecha de una lista y apretar el botón Ver Estadísticas	
Salida Esperada	El sistema muestra por pantalla gráficos y estadísticas de la base de datos seleccionada	
Entrada Inválida	-	
Salida Esperada	-	
Entrada Vacía	No seleccionar ningún campo y apretar el botón Ver Estadísticas	
Salida Esperada	El sistema no debe permitir cargar estadísticas sin haber seleccionado una base de datos y su fecha	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los casos de prueba</i>	

Tabla F.21: Pruebas Unitarias - Ver Estadísticas

## F.2. Pruebas de Integración

Esta sección muestra las tablas de resultado pertenecientes a las Pruebas de Integración. Desde las Tablas F.22 al F.27, se puede observar la especificación de la ejecución de las Pruebas de Integración.

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI01</b>
Componentes	Gestión de Usuarios y Sesión	
Referencias	CUR02, CUR03, CUR06, CUR07, CUR08	
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial	El sistema se encuentra sin usuarios de tipo alumno y solamente con un profesor ingresado	
Estado Final	El sistema contiene 2 cuentas de alumnos y una de profesor, todos reflejando los cambios realizados	
Procedimiento	<p>1. Se crea una cuenta de alumno desde inicio, se rellena el formulario y se acepta la creación para ingresar al sistema como alumno</p> <p>2. Se finaliza la sesión para ahora ingresar como profesor</p> <p>3. En la sesión de profesor, se procede a crear 3 alumnos distintos desde la opción "Crear Cuenta"</p> <p>4. Se finaliza la sesión del profesor para hacer ingreso por separado a cada una de las cuentas creadas de alumno para verificar datos</p> <p>5. Luego de cada ingreso, se finalizan las sesiones y se hace ingreso al sistema como profesor</p> <p>6. Una de las cuentas creadas es modificada desde la opción "Modificar Cuenta", cambiando su Año de Ingreso</p> <p>7. Otra de las cuentas creadas es eliminada desde la opción "Eliminar Cuenta"</p> <p>8. Se finaliza la sesión de profesor para volver a ingresar a las cuentas modificadas para verificar datos.</p> <p>9. Se finalizan las sesiones iniciadas y se intenta ingresar al sistema por la cuenta eliminada en el paso 6</p> <p>10. El sistema no deja iniciar sesión con los datos de la cuenta eliminada, dando por finalizada la prueba</p>	
Resultado Esperado	El sistema debe tener 3 alumnos ingresados más el profesor, todos con sus respectivos datos y reflejando los cambios efectuados durante la ejecución del testing, además debe evitar el inicio de sesión con alguna cuenta eliminada.	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>	

Tabla F.22: Pruebas de Integración - Primera Iteración

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI02</b>
Componentes	Gestión de Usuarios y Sesión, Gestión de BD	
Referencias	CUR02, CUR10, CUR11, CUR12, CUR13	
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial	El sistema contiene 2 cuentas de alumnos y una de profesor, además no tiene ingresada ninguna Base de Datos	
Estado Final	El sistema contiene 2 cuentas de alumnos y una de profesor, además contiene 2 Bases de Datos creadas por el profesor	
Procedimiento	<p>1. Se ingresa al sistema con alguna cuenta de alumno y se crea una base de datos</p> <p>2. Se finaliza la sesión actual y se ingresa al sistema como profesor</p> <p>3. Se verifican los datos de la nueva base de datos creada por el alumno</p> <p>4. Se crean 2 base de datos, una que tenga el atributo Visible="true" y otra que tenga el atributo Visible="false"</p> <p>5. Se finaliza la sesión y se ingresa con cada alumno para verificar la creación de las base de datos</p> <p>6. Una vez dentro, para la sesión del alumno que creó la base de datos en el Paso 1, el sistema muestra 2 bases de datos, la creada por el usuario y la creada por el profesor. En el caso de la otra sesión, el sistema muestra solamente la base de datos creada por el profesor.</p> <p>7. Se finalizan las sesiones de alumno y se ingresa al sistema como profesor</p> <p>8. Se modifica la base de datos no visible creada por el profesor dejándola visible y se elimina la base de datos creada por el alumno</p> <p>9. Se finaliza la sesión del profesor y se ingresa al sistema con cada sesión de alumno para verificar los cambios. Ambas cuentas muestran las 2 bases de datos creadas por el profesor, finalizando el testing</p>	
Resultado Esperado	El sistema debe tener 2 alumnos ingresados más el profesor, todos con sus respectivos datos y reflejando los cambios efectuados durante la ejecución del testing, además debe evitar la carga de bases de datos creadas por el profesor que no sean visibles, y en el caso de los alumnos, solo mostrar las bases de datos creadas por el profesor y por ellos mismos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>	

Tabla F.23: Pruebas de Integración - Segunda Iteración

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI03</b>
Componentes	Gestión de Usuarios y Sesión, Gestión de BD, Gestión de Relaciones y Tuplas	
Referencias	CUR02, CUR13, CUR18, CUR19, CUR20, CUR21, CUR23, CUR24, CUR25	
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial	El sistema contiene una cuenta de alumno y una de profesor. Además de dos bases de datos, una creada por el profesor que contiene 2 relaciones con 3 tuplas cada una y otra creada por el alumno que esta vacía	
Estado Final	El sistema contiene una cuenta de alumno y otra de profesor. Además contiene dos bases de datos, una creada por el profesor que contiene una relación con 4 tuplas y otra creada por el alumno que contiene una relación con 3 tuplas	
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa al sistema con la cuenta de usuario y se carga la base de datos creada por el profesor</li> <li>2. Se intenta agregar, modificar o eliminar tablas de esta relación, pero resulta imposible ya que solamente el alumno puede modificar sus propias bases de datos</li> <li>3. De igual modo, se intenta agregar, modificar o eliminar tuplas de cada tabla, pero resulta imposible ya que el alumno solo puede modificar sus propias bases de datos</li> <li>4. El alumno carga su base de datos y crea una relación con dos atributos</li> <li>5. Se agregan 3 tuplas a esta relación y se guardan los cambios</li> <li>6. Se cierra la sesión del alumno y se ingresa al sistema como profesor</li> <li>7. Se verifican los cambios realizados por el alumno en su base de datos desde la cuenta del profesor</li> <li>8. El profesor elimina una de las relaciones y modifica el nombre de la otra relación de la base de datos perteneciente al profesor</li> <li>9. El profesor modifica la relación modificada en el Paso 8: elimina una tupla, modifica otra y agrega 2 tuplas más. Luego guarda los cambios</li> <li>10. Se cierra la sesión del profesor y se ingresa al sistema como alumno</li> <li>11. Se verifican los cambios hechos en la base de datos del profesor, finalizando el testing</li> </ol>	
Resultado Esperado	El sistema debe tener 2 alumnos ingresados más el profesor, todos con sus respectivos datos y reflejando los cambios efectuados durante la ejecución del testing, además debe evitar la carga de bases de datos creadas por el profesor que no sean visibles, y en el caso de los alumnos, solo mostrar las bases de datos creadas por el profesor y por ellos mismos	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>	

Tabla F.24: Pruebas de Integración - Tercera Iteración

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI04</b>
Componentes		Gestión de Usuarios y Sesión, Gestión de BD, Gestión de Relaciones y Tuplas, Gestión de Consultas
Referencias		CUR02, CUR13, CUR27
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial		El sistema contiene una cuenta de alumno y una de profesor. Además de una base de datos con 4 relaciones, todas con sus respectivas tuplas
Estado Final		El sistema contiene una cuenta de alumno y otra de profesor, una base de datos con sus 4 relaciones y sus respectivas tuplas
Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa al sistema con la cuenta de alumno</li> <li>2. Se carga la base de datos existente y se ingresa a la funcionalidad "Hacer Consultas"</li> <li>3. Se hacen 3 consultas a la base de datos: una de tipo "Reunión Natural", otra de "Producto Cruz" y otra de "Intersección". La consulta de "Intersección" se asigna a una variable para ser utilizada en otra consulta de tipo "Proyectar"</li> <li>4. Se finaliza la sesión del alumno y se ingresa al sistema como profesor</li> <li>5. Se carga la base de datos existente y se verifica si las consultas realizadas en el Paso 3 han cambiado la base de datos, finalizando el testing</li> </ol>
Resultado Esperado		El sistema debe tener una cuenta de alumno y otra de profesor. Al realizar las consultas en una cuenta, no debe cambiar la base de datos original, por lo que al cargar esta base de datos en otra cuenta, debe mantenerse como estaba originalmente
<b>Resultado</b>		<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>

Tabla F.25: Prueba de Integración - Cuarta Iteración

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI05</b>
Componentes	Gestión de Usuarios y Sesión, Gestión de BD, Gestión de Relaciones y Tuplas, Gestión de Consultas, Gestión de Ejercicios	
Referencias	CUR02, CUR13, CUR15, CUR16, CUR27	
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial	El sistema consta de una cuenta de alumno y otra de profesor, además de una base de datos creada por el profesor con 4 relaciones con sus respectivas tuplas	
Estado Final	El sistema mantiene las cuentas de alumno y profesor, además de la base de datos con sus respectivas relaciones y tuplas. Además se agrega los ejercicios generados	
Procedimiento	1. Se ingresa al sistema como profesor 2. Se carga la base de datos existente y se ingresa a la opción "Gestión de Ejercicios" 3. Se agregan 2 ejercicios a la base de datos y se guardan los cambios 4. Se cierra la sesión del profesor y se ingresa al sistema como alumno 5. Se carga la base de datos existente y se ingresa a la opción "Responder Ejercicios" 6. Se verifica la creación de los 2 ejercicios y se responde cada uno, una de forma correcta y otro de forma incorrecta 7. El sistema redirecciona a una página de resultados y muestra los resultados de los ejercicios. Indica que se obtiene un 50 % de los ejercicios correctos. 8. Se cierra la sesión del alumno y se ingresa al sistema como profesor 9. Se carga la base de datos y se modifican los 2 ejercicios, cambiando la pregunta del primero y eliminando el otro. Finalmente se guardan los cambios 10. En la misma sesión de profesor se ingresa a la opción "Responder Ejercicios" y se verifican los cambios en los ejercicios, terminando con el testing	
Resultado Esperado	El sistema debe mantener las cuentas de alumno y profesor. Además no debe nunca cambiar la base de datos, exceptuando los ejercicios que esta contenga. El sistema debe ser capaz de modificar ejercicios, responderlos y entregar resultados de esas respuestas	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>	

Tabla F.26: Prueba de Integración - Quinta Iteración

<b>Prueba de Integración</b>		<b>Id: PI05</b>
Componentes		Gestión de Usuarios y Sesión, Gestión de BD, Gestión de Relaciones y Tuplas, Gestión de Consultas, Gestión de Ejercicios, Gestión de Reportes y Estadísticas
Referencias		
<i>Caso de Prueba</i>		
Estado Inicial	El sistema consta de una cuenta de alumno y otra de profesor, además de una base de datos creada por el profesor con 4 relaciones con sus respectivas tuplas, con una lista de 3 ejercicios	
Estado Final	El sistema mantiene las cuenta de alumno y profesor, además de la base de datos con sus respectivas relaciones, tuplas y ejercicios. El sistema guardar y muestra las estadísticas de la base de datos existente	
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa al sistema como alumno</li> <li>2. Se carga la base de datos existente y se ingresa a la opción "Responder Ejercicios"</li> <li>3. Se responde cada ejercicio. El primer ejercicio debe tener 3 intentos (2 fallidos y uno correcto), el segundo ejercicio se debe responder correctamente inmediatamente y el tercer ejercicio debe tener 4 intentos fallidos.</li> <li>4. Se envia las respuestas y se observan los resultados obtenidos, mostrando que se ha tenido 2 preguntas correctas y una fallida</li> <li>5. Se cierra la sesión del alumno y se ingresa al sistema como profesor</li> <li>6. Se carga la base de datos existente y se ingresa a la opción "Ver Estadísticas"</li> <li>7. Se selecciona la base de datos existente y la última fecha de modificación de esa base de datos</li> <li>8. Se muestran medidas de estadísticas tales como promedios de intentos, correctas, incorrectas, tiempo en responder un ejercicio, entre otros. Además se muestra un gráfico de respuestas obtenidas por cada ejercicio, terminando con el testing</li> </ol>	
Resultado Esperado	El sistema debe mantener las cuentas de alumno y profesor, además de la base de datos que contenga con sus relaciones, tuplas y ejercicios. El sistema debe guardar y mostrar las estadísticas de la base de datos respecto a las respuestas de sus ejercicios	
<b>Resultado</b>	<i>El sistema se comporta debidamente en todos los procedimientos</i>	

Tabla F.27: Pruebas de Integración - Sexta Iteración

### F.3. Pruebas de Sistemas

En esta sección se muestra el detalle del resultado de la ejecución de las Pruebas de Sistemas explicado en la Sección 7.3. Además, se detalla la evaluación de los requerimientos evaluados como Completo con Modificaciones y No Completo.

De 14 requerimientos, 1 de ellos fue evaluados como Completo con Modificaciones y otro como No Complejo. A continuación se muestra en detalle el por qué de estos resultados.

- El requerimiento RF12 - La aplicación debe poder guardar la sesión en la que trabaja un alumno - no fue programado. Esto debido a la problemática de guardar valores, ya sea del trabajo que estaba haciendo el usuario o de la página donde estaba antes de cerrar la sesión. En general, implementar este requerimiento implicaba un uso excesivo de tablas de base de datos, haciendo que la solución sea poco escalable. Aún así, este requerimiento era totalmente prescindible, por lo que no realización de éste no implicaba ningún problema para la lógica del negocio. Este requerimiento fue evaluado como No Completo.
- El requerimiento RF14 - El programa debe permitir mostrar resultados del trabajo realizado por los alumnos utilizando algún algoritmo de Minería de Datos - no fue implementado como tal. La idea era que el sistema fuese capaz de ejecutar algoritmos de Minería de Datos autónomamente, pero resolver este problema aumentaba el tiempo programación, atrasando el trabajo de título en su totalidad. Todo lo que hace un usuario al momento de resolver ejercicios es guardado en una base de datos, por lo que para suplir este requerimiento, se optó por generar documentos que sirvan de entrada para otros programas que sí sean capaces de ejecutar algoritmos de Minería de Datos. De esta manera, aún es posible analizar el comportamiento de los usuarios a la hora de resolver ejercicios. Finalmente este requerimiento fue evaluado como Completo con Modificaciones.

<b>Pruebas de Sistemas</b>		<b>Id: PS01</b>		
<i>Id</i>	<i>Requerimientos</i>	<i>C</i>	<i>CM</i>	<i>NC</i>
RF01	El Programa debe permitir realizar consultas en Álgebra Relacional, es decir, utilizando operadores básicos y funciones agregadas	X		
RF02	La aplicación debe contar con un set de Base de Datos que sirvan de ejemplo para los alumnos	X		
RF03	La aplicación debe tener un set de preguntas relacionadas a cada Base de Datos de ejemplo	X		
RF04	El alumno debe tener la posibilidad de generar relaciones e insertar tuplas en ellas	X		
RF05	El alumno puede insertar funciones de consultas en Álgebra Relacional vía botones presentados en la interfaz gráfica del programa o directamente desde teclado	X		
RF06	El alumno debe ser capaz de observar gráficamente por medio de una tabla el resultado de sus consultas	X		
RF07	El programa debe identificar e informar los errores ocurridos a la hora de ejecutar las consultas ingresadas	X		
RF08	La aplicación debe tener un manual de usuario que explique cómo utilizar la herramienta	X		
RF09	La aplicación debe poder guardar alumnos, además de un login para poder ingresar a él	X		
RF10	El programa debe ser capaz de guardar y exportar los datos de ingreso y salida de datos de cada consulta realizada al responder ejercicios, es decir, todo lo que realiza el usuario	X		
RF11	El programa debe poder transformar las consultas en Álgebra Relacional a Lenguaje SQL	X		
RF12	La aplicación debe poder guardar la sesión en la que trabaja un alumno			X
RF13	El alumno puede crear sus propias Bases de Datos	X		
RF14	El programa debe permitir mostrar resultados del trabajo realizado por los alumnos utilizando algún algoritmo de Minería de Datos		X	
<b>Resultados</b>		<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabla F.28: Resultado Pruebas de Sistemas.

## F.4. Pruebas de Aceptación

El presente apéndice contiene las tablas y gráficos pertenecientes al resultado de las pruebas de aceptación ejecutadas en la Sección 7.4. El detalle de los tiempos promedios y esperados de las tareas del perfil Alumno se muestran en la Tabla F.29, mientras que las tareas del perfil de Profesor se muestran en la Tabla F.30.

<b>Resultados Tareas Alumnos</b>		
<i>Tarea</i>	<i>Tiempo Promedio</i>	<i>Tiempo Esperado</i>
1) Usted desea ingresar al sistema como alumno, pero no tiene cuenta. Para ello, cree su propia cuenta e ingrese al Sistema	0:01:23	0:05:00
2) Usted desea crear una nueva base de datos llamada "univ"	0:00:16	0:02:00
3) Usted desea modificar la base de datos "univ" y llamarla "universidad"	0:00:38	0:02:00
4) Usted desea cargar la base de datos "universidad"	0:00:13	0:01:00
5) Usted desea crear una relación llamada "alumnos" con 3 atributos: un atributo de tipo "Entero" llamado "id" de tipo primario y 2 atributos de tipo "Cadena" llamados "nombre" y "apellido"	0:01:08	0:05:00
6) Usted desea modificar la relación "alumnos" y renombrarla como "personas"	0:00:22	0:02:00
7) Usted desea agregar 3 tuplas a la relación "personas": uno con id=1, nombre="nombre1", apellido="apellido1"; otro con id=2, nombre="nombre2", apellido="apellido2" y otro con id=3, nombre="nombre3", apellido="apellido3" & Crear Tupla	0:02:07	0:05:00
8) Usted desea hacer una consulta de tipo "proyectar" que retorne todos los nombres de la relación "personas". Para ello usted debe hacer la consulta "proyectar(nombre)(personas)"	0:00:44	0:05:00
9) Usted desea eliminar la relación "personas"	0:00:09	0:02:00
10) Usted,desea eliminar la base de datos "universidad"	0:01:02	0:02:00
11) Usted,desea cargar la base de datos "ejemplo" y responder los ejercicios,de esta base de datos	0:03:58	0:10:00

Tabla F.29: Resultados Tareas Alumnos.

<b>Resultados Tareas Alumnos</b>		
<i>Tarea</i>	<i>Tiempo Promedio</i>	<i>Tiempo Esperado</i>
1) Usted desea ingresar al sistema como profesor, ingrese al sistema como rut="12345678" y contraseña="admin"	0:00:12	0:05:00
2) Usted desea ingresar un nuevo alumno al sistema. Para ello, utilice sus propios datos como el nuevo alumno a agregar	0:01:52	0:02:00
3) Usted desea modificar al nuevo alumno ingresado y desea cambiar su mail por "usuario@mail.com"	0:00:49	0:02:00
4) Usted desea eliminar al nuevo alumno	0:00:23	0:01:00
5) Usted desea cargar la base de datos "ejemplos" y generar un nuevo ejercicio. Para ello usted deberá crear el ejercicio como pregunta="Mostrar todos los datos de los trabajadores que son de administración y producción". Además, deberá ejecutar la consulta="resp := empleados.adm inter empleados.prod" y agregar la relación generada "resp" en el campo Nombre Relación Resultante. En consultas, deberá agregar la consulta ingresada para generar la relación resultante. Finalmente Acepta y Guarda los Cambios	0:03:39	0:05:00
6) Usted desea ver las estadísticas de la base de datos "ejemplo_17134298" con fecha "2014-10-01". & Ver Estadísticas	0:00:52	0:02:00

Tabla F.30: Resultados Tareas Profesor.

El Gráfico F.1 muestra el tiempo promedio y el tiempo esperado de las tareas del perfil Alumno, mientras que el Gráfico F.2 muestra el tiempo promedio y esperado de las tareas del perfil Profesor. Como se puede apreciar, el tiempo en promedio que tomó a cada usuario en ambos perfiles, es menor al tiempo esperado de cada tarea. Esto indica que, a pesar de ser usuarios que utilizaron el software por primera vez, fueron capaces de realizar las tareas dadas.

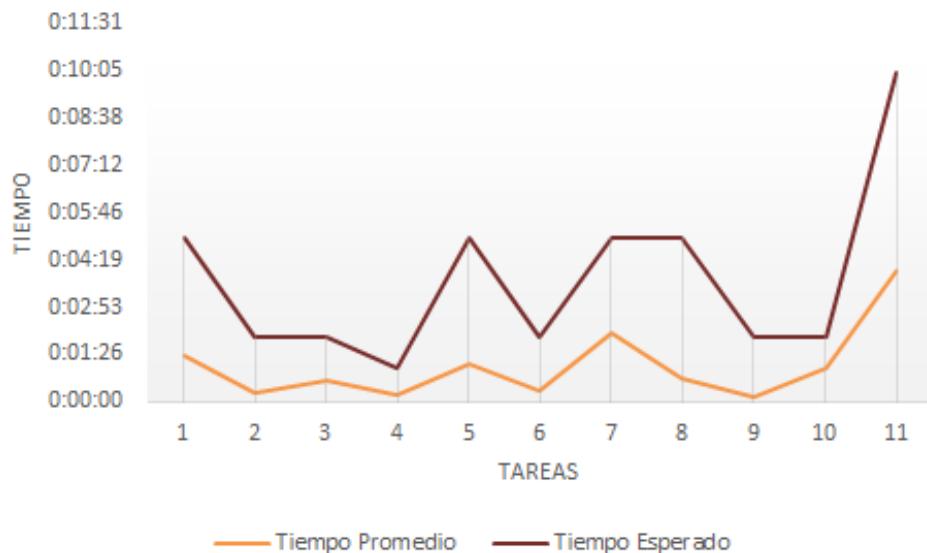


Figura F.1: Resultados Tareas Alumnos



Figura F.2: Resultados Tareas Profesor

En la Tabla F.31 se muestran las evaluaciones promedio y la desviación estándar de cada pregunta del formulario de aceptación. Además en la Figura F.3 se muestra el resultado gráfico del testing.

<b>Resultados Formulario de Aceptación</b>		
<i>Preguntas</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
1) ¿El sistema funciona eficazmente?	3,70	0,48
2) ¿El sistema arroja los resultados que esperaba?	3,70	0,48
3) ¿La información entregada por el sistema es la adecuada?	3,50	0,53
4) ¿Recibe retroalimentación durante la ejecución de alguna funcionalidad del sistema?	3,70	0,48
5) ¿Consideró el sistema amigable para su funcionamiento?	3,00	0,00
6) Considero el tiempo que demoro responder el sistema es el adecuado?	3,80	0,42

Tabla F.31: Resultados Formulario de Aceptación.

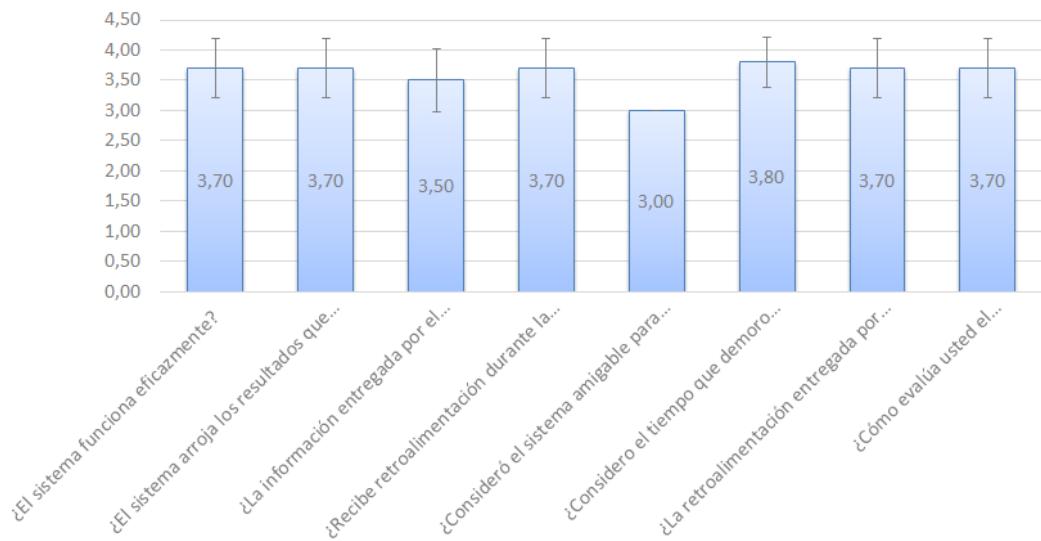


Figura F.3: Resultados Formulario de Aceptación.

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de las preguntas del formulario de aceptación. Estos resultados son separados por cada pregunta, para tener un mayor detalle de los mismos:

1. *¿El sistema funciona eficazmente?* En la Figura F.4 se muestra el nivel de aceptación

la pregunta 1.

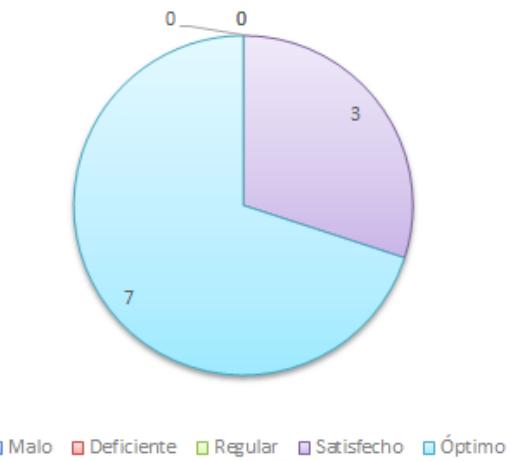


Figura F.4: Nivel de Aceptación para Pregunta 1.

2. *¿El sistema arroja los resultados que esperaba?* En la Figura F.5 se muestra el nivel de aceptación la pregunta 2.

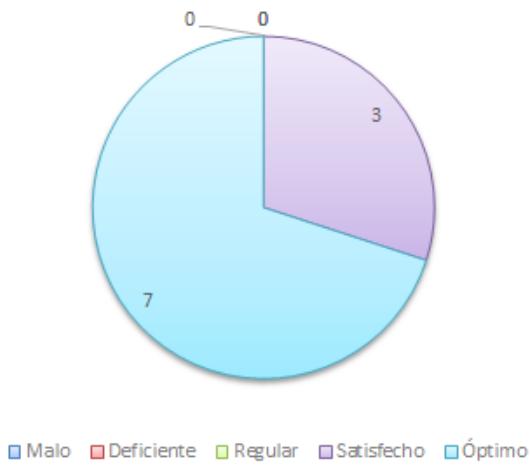


Figura F.5: Nivel de Aceptación para Pregunta 2.

3. *¿La información entregada por el sistema es la adecuada?* En la Figura F.6 se

muestra el nivel de aceptación la pregunta 3.

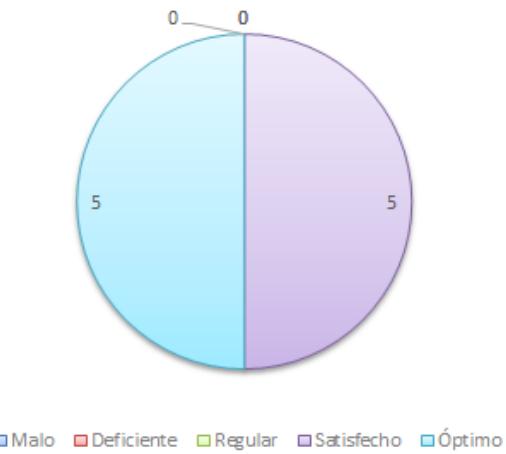


Figura F.6: Nivel de Aceptación para Pregunta 3.

4. ¿Recibe retroalimentación durante la ejecución de alguna funcionalidad del sistema? En la Figura F.7 se muestra el nivel de aceptación la pregunta 4.

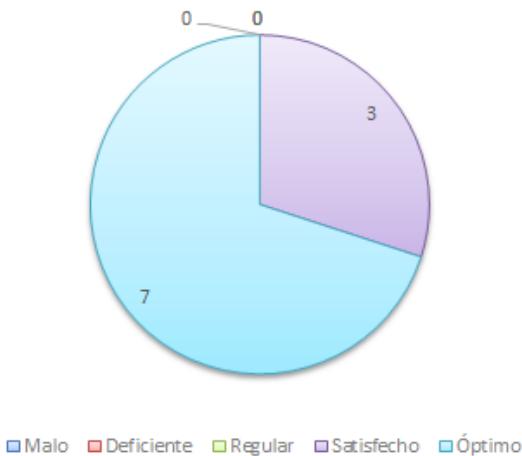


Figura F.7: Nivel de Aceptación para Pregunta 4.

5. ¿Consideró el sistema amigable en su funcionamiento? En la Figura F.8 se muestra

el nivel de aceptación la pregunta 5.

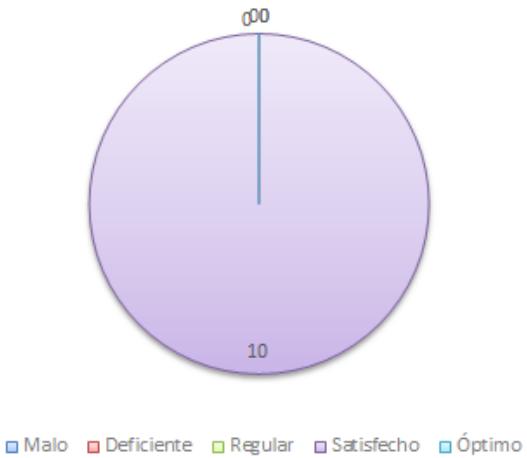


Figura F.8: Nivel de Aceptación para Pregunta 5.

6. ¿Consideró el tiempo que demoró el sistema es el adecuado? En la Figura F.9 se muestra el nivel de aceptación la pregunta 6.

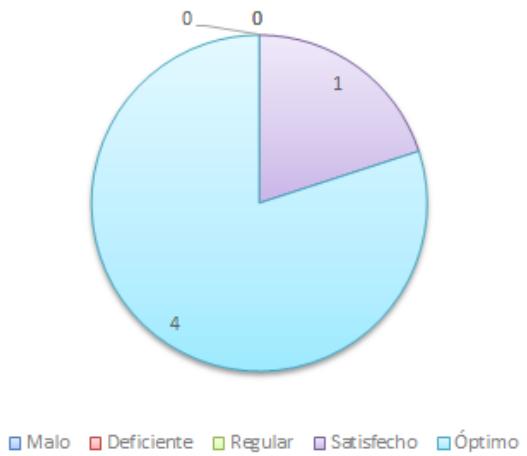


Figura F.9: Nivel de Aceptación para Pregunta 6.

7. ¿La retroalimentación entregada por el sistema es útil? En la Figura F.10 se muestra el nivel de aceptación la pregunta 7.

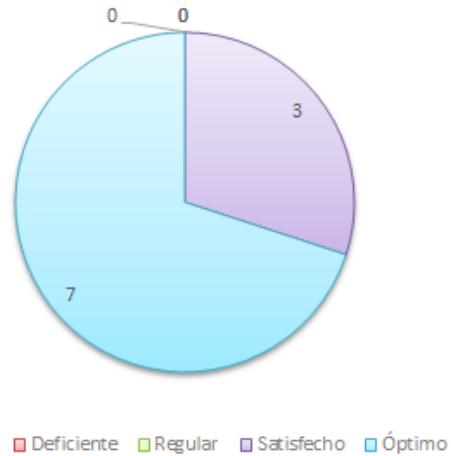


Figura F.10: Nivel de Aceptación para Pregunta 7.

8. ¿Cómo evalúa usted el funcionamiento del sistema? En la Figura F.11 se muestra el nivel de aceptación la pregunta 8.

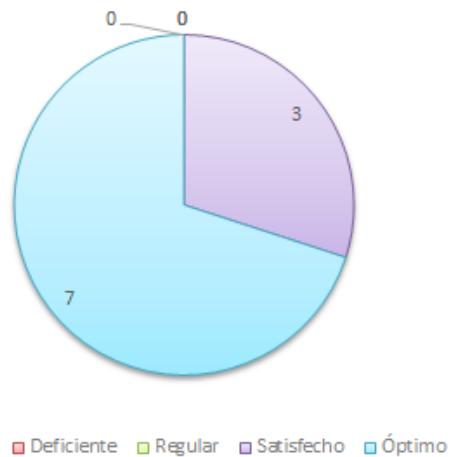


Figura F.11: Nivel de Aceptación para Pregunta 8.

## F.5. Pruebas de Usabilidad

El presente apéndice contiene las tablas y gráficos pertenecientes al resultado de las pruebas de usabilidad ejecutadas en la Sección ???. La Tabla F.32 contiene el resultado final de todos los cuestionarios de usabilidad realizados por los sujetos de pruebas.

Resultados Formulario Usabilidad								
Preguntas	Resultados							
1) ¿Cómo encuentra la estructura de menús y organización de las funciones del sistema?	Muy Mala	0	Mala	0	Regular	2	Buena	4
2) ¿Los iconos del sistema son representativos respecto a las funcionalidades que presentan?	Muy Malos	0	Malos	0	Regulares	4	Buenos	1
3) ¿Encontro fácil la navegación del sistema y obtener la información deseada?	Muy Difícil	0	Difícil	0	Regular	5	Fácil	2
4) ¿De que forma el sistema permite realizar las tareas solicitadas?	Muy Confusa	0	Confusa	0	Levemente Confusa	1	Clara	6
5) En general ¿Fue fácil realizar las tareas solicitadas?	Muy Difícil	0	Difícil	0	Regular	2	Fácil	3
6) ¿Usted cree que necesitara ayuda para utilizar el sistema?	Mucha Ayuda	0	Con Ayuda	0	Poca Ayuda	2	Muy Poca Ayuda	5
7) ¿Usted piensa que aprenderá rápidamente a usar el sistema?	Muy Difícil	0	Difícil	0	Tal Vez	0	Casi Seguro	1
							Por Supuesto	9

Tabla F.32: Resultado Formulario de Usabilidad.

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de las preguntas del formulario de usabilidad. Estos resultados son separados por cada pregunta, para tener un mayor detalle de los mismos:

1. *¿Cómo encuentra la estructura de menús y organización de las funciones del*

sistema? La Figura F.12 muestra gráficamente el resultado de la pregunta 1.

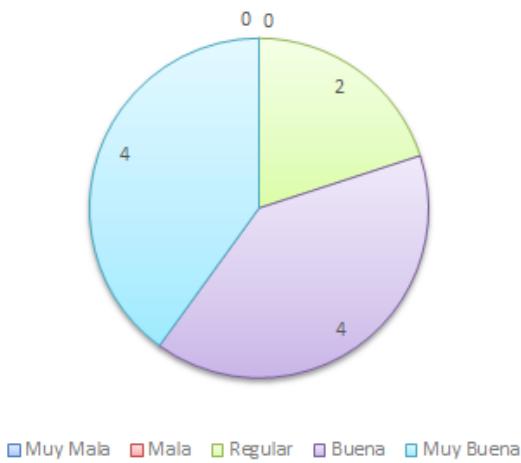


Figura F.12: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 1.

2. ¿Los íconos del sistema son representativos respecto a las funcionalidades que presentan? La Figura F.13 muestra gráficamente el resultado de la pregunta 2.

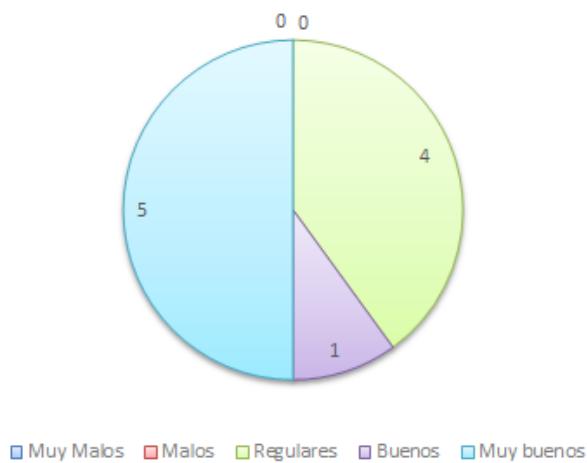


Figura F.13: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 2.

3. ¿Encontró fácil la navegación del sistema y obtener la información deseada? La

Figura F.14 muestra gráficamente el resultado de la pregunta 3.

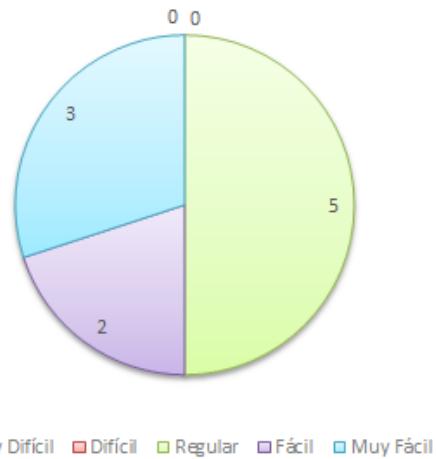


Figura F.14: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 3.

4. *¿De qué forma el sistema permite realizar las tareas solicitadas?* La Figura F.15 muestra gráficamente el resultado de la pregunta 4.

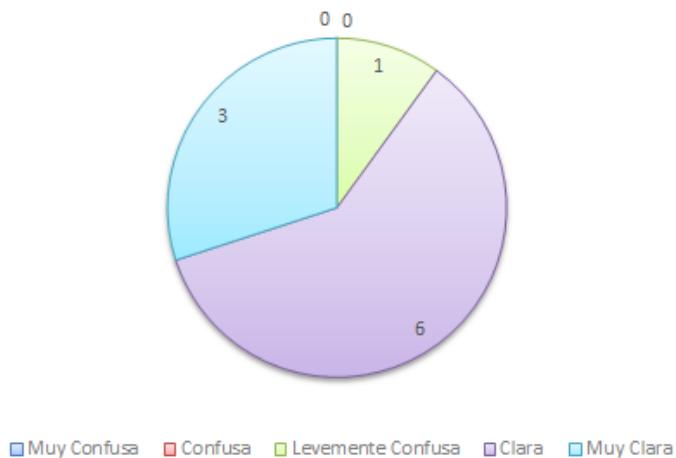


Figura F.15: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 4.

5. *En general ¿Fue fácil realizar las tareas solicitadas?* La Figura F.16 muestra

gráficamente el resultado de la pregunta 5.

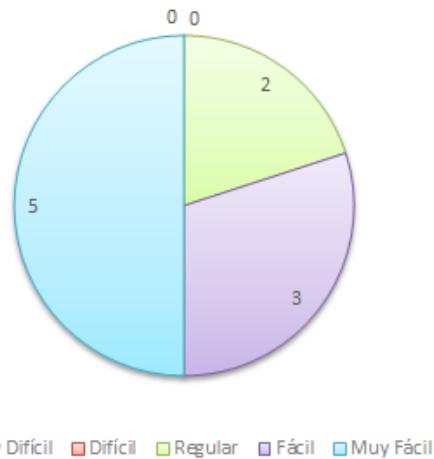


Figura F.16: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 5.

6. ¿Usted cree que necesitará ayuda para utilizar el sistema? La Figura F.17 muestra gráficamente el resultado de la pregunta 6.

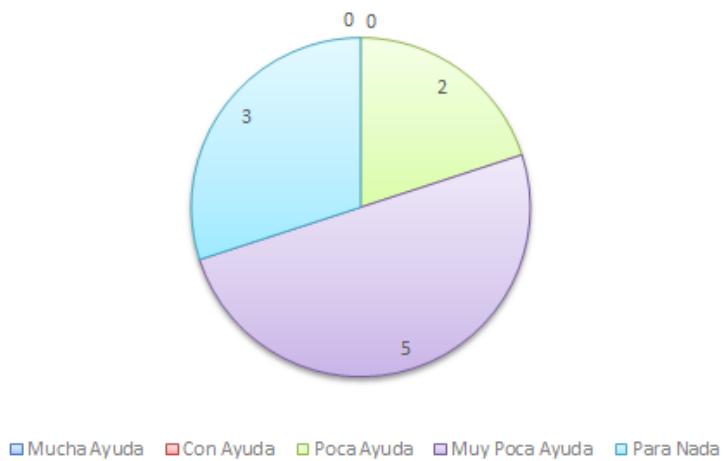


Figura F.17: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 6.

7. ¿Usted piensa que aprenderá rápidamente a usar el sistema? La Figura F.18 muestra

gráficamente el resultado de la pregunta 7.

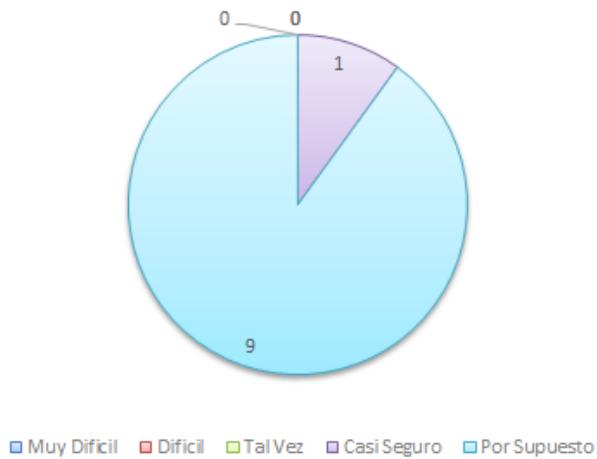


Figura F.18: Resultado Cuestionario de Aceptación - Pregunta 7.

## F.6. Pruebas de Estrés

Esta sección contiene la tabla de resultados de las pruebas de estrés ejecutadas en la Sección 7.6. La Tabla F.33 presenta el resultado de las pruebas en función de la cantidad de usuarios conectados, número de muestras y porcentaje de error.

<b>Resultados Pruebas de Estrés</b>		
<i>Cantidad de Usuarios</i>	<i>Número de Muestras</i>	<i>Porcentaje de Error</i>
10	20	0,00 %
20	40	0,00 %
30	60	0,00 %
40	80	0,00 %
50	100	0,00 %
60	120	0,00 %
70	140	0,00 %
80	160	0,00 %
90	180	0,00 %
100	200	0,00 %
200	400	0,00 %
300	600	0,00 %
400	800	0,00 %
500	1000	0,00 %
600	1200	0,00 %
700	1400	0,00 %
800	1600	6,25 %
900	1800	5,94 %
1000	2000	47,50 %

Tabla F.33: Resultado Pruebas de Estrés.

# Apéndice G

## Manual de Usuario

Este documento contiene una guía detallada de cómo utilizar el sistema para la Gestión de Consultas en Álgebra Relacional. El objetivo del presente es orientar al usuario acerca de las funcionalidades que ofrece el sistema y cómo trabajar con él correctamente.

### G.1. Página de Inicio

En esta interfaz es donde los Usuarios pueden crear sus cuentas e ingresar al sistema. En la Figura G.1 se presenta la página inicial de sistema.

The screenshot shows the login interface for the 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional' system. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. The main title 'Gestión de Consultas en Algebra Relacional' is centered above a login form. The login form has a yellow header 'Login'. It contains two input fields: 'Rut' with placeholder 'Ej: 12345678' and 'Contraseña' (password). Below these is a blue 'Ingresar' (Enter) button with a checkmark icon. At the bottom of the form is a blue link 'Cree su cuenta aquí' (Create your account here). The footer of the page contains the address: 'Escuela de Ingeniería Civil en Informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña #1091, Fono: (56-32) 2508300 - Fax: (56-32) 2508301, Playa Ancha, Valparaíso - Chile.'

Figura G.1: Página de Inicio.

### G.1.1. Registrarse

Aquí es donde los usuarios pueden crear sus cuentas de Alumnos y así ingresar al sistema. Para poder crear su cuenta, desde la página de inicio que se muestra en la Figura G.1 debe seleccionar la opción *Cree su cuenta aquí* como se aprecia en la Figura G.2.

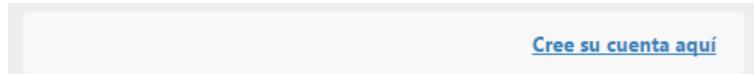


Figura G.2: Página de Inicio - Cree su Cuenta.

Al seleccionar esta opción, ingresará a la interfaz para la creación de su cuenta, la cual se muestra en la Figura G.3. Aquí, podrá ingresar los datos necesarios para la creación de su cuenta.

A captura de tela mostra o formulário de registro de usuário. No topo, o logo da universidade e o nome da faculdade. Abaixo, uma barra cinza com o link "Cancelar". O formulário principal tem um formulário de "Dados Personais" com campos para "Primer Nombre", "Segundo Nombre", "Apellido Paterno", "Apellido Materno" e "Edad". Um botão "Siguiente" está no lado direito do formulário. O formulário é branco com bordas azuis para os campos.

Figura G.3: Registrarse.

A continuación, se muestra una serie de pasos ordenados para la creación de su cuenta:

1. Ingrese sus *Datos Personales* llenando el formulario y luego seleccione el botón *Siguiente* para avanzar al siguiente formulario. El formulario y el botón *Siguiente* se presentan en la Figura G.4.

**Importante:** Los campos *Primer Nombre*, *Segundo Nombre*, *Apellido Paterno* y *Apellido Materno*, solamente debe ingresar datos de tipo alfabético. El campo *Edad*

Este formulario se titula "Datos Personales". Contiene los siguientes campos obligatorios:

- Primer Nombre \*
- Segundo Nombre \*
- Apellido Paterno \*
- Apellido Materno \*
- Edad \*

Al final del formulario hay un botón azul con la flecha derecha y la palabra "Siguiente".

Figura G.4: Registrarse - Datos Personales.

sólo debe ingresar datos de tipo numérico. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

2. Ingrese sus *Datos de Cuenta* llenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.5.

Este formulario se titula "Datos de la Cuenta". Contiene los siguientes campos obligatorios:

- Rut \*
- Mail \*
- Contraseña \*
- Confirmar Contraseña \*

Al final del formulario hay dos botones: "Atrás" en azul y "Siguiente" en azul con la flecha derecha.

Figura G.5: Registrarse - Datos de la Cuenta.

**Importante:** El campo *Rut* sólo aceptará 8 valores numéricos pertenecientes al Rut del nuevo usuario sin el dígito verificador. En el caso de contar con un Rut de 7 valores, deberá anteponer el “0” y luego ingresar su Rut. El campo *Mail* sólo aceptará correos electrónicos válidos. Tanto el campo *Contraseña* como *Confirmar Contraseña* deben ser iguales. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

3. Ingrese sus *Datos Académicos* llenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.6.

Este formulario se titula "Datos Académicos". Contiene dos campos obligatorios: "Año de Ingreso" y "Vez Cursando", ambos con un asterisco (\*) que indica que son requeridos. A la izquierda de los campos hay botones para "Atrás" y "Siguiente".

Datos Académicos	
Año de Ingreso *	
Vez Cursando *	

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.6: Registrarse - Datos Académicos.

**Importante:** El campo *Año de Ingreso* y *Ver Curzando* sólo aceptará valores numéricos. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

- Finalmente, verifique sus *Datos Personales*, *Datos de Cuenta* y *Datos Académicos* en la sección *Verificar Datos*. Si éstos están correctos, seleccione el botón *Confirmar* para crear su cuenta e ingresar a su página inicial en el sistema. Si lo desea, puede seleccionar el botón *Atrás* para volver a los formularios anteriores. El formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* se presentan en la Figura G.7.

Este formulario se titula "Verificar Datos". Contiene tres secciones: "Datos Personales", "Datos de Cuenta" y "Datos Académicos". Cada sección muestra los datos ingresados. A continuación de las secciones hay un botón "Confirmar" con un checkmark. A la izquierda de los datos hay botones para "Atrás" y "Siguiente".

Verificar Datos	
<b>Datos Personales</b>	
Primer Nombre:	Sebastián
Segundo Nombre:	Andrés
Apellido Paterno:	Segovia
Apellido Materno:	Cordero
Edad:	25
<b>Datos de Cuenta</b>	
Rut:	12345678
Mail:	correo@mail.com
Pass:	contraseña
<b>Datos Académicos</b>	
Año Ingreso	2009
Vez Cursando	1

[Atrás](#) [Confirmar](#) [Siguiente](#)

Figura G.7: Registrarse - Verificar Datos.

Ante cualquier duda al momento de crear su cuenta, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Registrarse* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.8 y G.9 respectivamente.

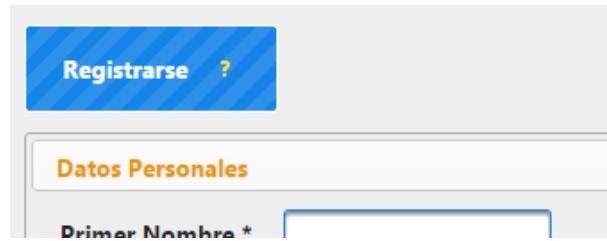


Figura G.8: Registrarse - Etiqueta de Ayuda.

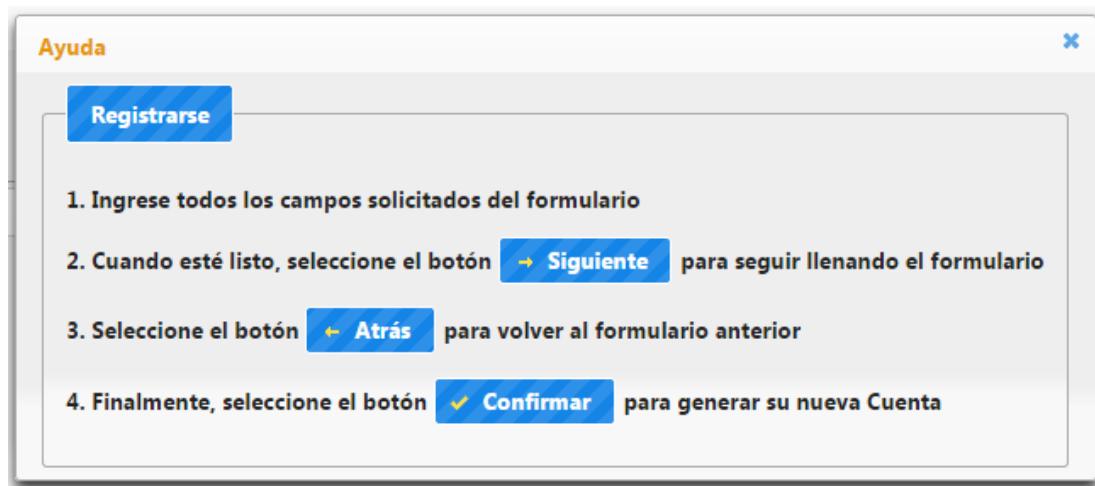
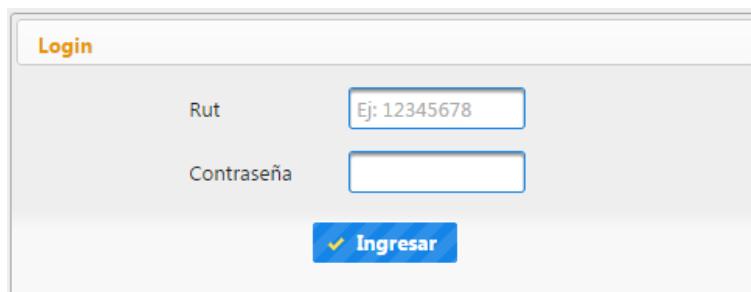


Figura G.9: Registrarse - Ventana de Ayuda.

### G.1.2. Login

Aquí es donde los usuarios pueden ingresar sus datos para ingresar al sistema. Para ello, desde la página de inicio que se muestra en la Figura G.1, debe ingresar su *Rut* y su *Contraseña* para luego seleccionar el botón *Ingresar*. De esta forma, el sistema validará sus datos y redirecciona a si página de inicio. El formulario de *Login*, así como el botón *Ingresar* se presentan en la Figura G.10.

**Importante:** Para ingresar al sistema, debe anteriormente creado su cuenta dentro del sistema. De lo contrario no podrá ingresar a él.



The image shows a login form titled "Login". It has two input fields: "Rut" with placeholder text "Ej: 12345678" and "Contraseña". Below the fields is a blue button labeled "Ingresar" with a yellow checkmark icon.

Figura G.10: Login.

## G.2. Home

Ya habiendo registrado su cuenta e ingresando a ella, podrá ingresar a la sección *Home*. En ella, podrá acceder a todas las funcionalidades que el sistema ofrece. Existen 2 tipos de vista para cada tipo de usuario: una vista para el *Profesor* y otra para el *Alumno*. Ambas vistas se presentan en las Secciones G.2.1 y G.2.2 respectivamente.

### G.2.1. Vista Profesor

Las *Vista de Profesor* ofrece todas las funcionalidades posibles del sistema. Aquí usted tendrá acceso a la gestión de usuarios, bases de datos, relaciones y tuplas; además de hacer consultas, gestionar y responder ejercicios, ver estadísticas y modificar su propia cuenta. La Figura G.11 muestra la *Vista del Profesor* dentro del sistema. A continuación, se listan las distintas secciones de esta vista:

The screenshot shows the 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional' interface for a professor. At the top right, it displays the user's name, 'Sebastián Segovia', and title, 'Profesor'. The top navigation bar includes links for 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', 'Modificar Cuenta', and a 'Desconectar' button. On the left, there is a sidebar titled 'EJEMPLO' with a 'Relaciones' section containing numbered items: 1. edificios\_emp, 2. despachos, 3. empleados\_adm, and 4. empleados\_prod. Below this is a 'Cerrar Base de Datos' button. The main content area is divided into several sections: 'Datos Usuario' (Rut: 17134298, Nombre: Sebastián Andrés Segovia Cordero, Mail: s.segovia.c@gmail.com), 'Bases de Datos Creadas' (1. ejemplo), and a '¿Qué es GCAR?' section which provides a brief description of the tool.

Figura G.11: Home - Vista de Profesor.

- En la parte superior de esta página, se encuentra el *Menú* con todas las funcionalidades que el profesor puede acceder entre ellas Gestionar Usuarios (Sección G.3), Gestionar Bases de Datos (Sección G.4), Gestionar Relaciones (Sección G.5), Gestionar Ejercicios (Sección G.7), Hacer Consulta (Sección G.8), Ver Estadísticas (Sección G.9) y Modificar Cuenta (Sección G.10). La Figura G.12 muestra el menú del profesor.



Figura G.12: Home - Vista de Profesor - Menú.

- A la derecha del *Menú* del profesor está el botón *Desconectar*. Accediendo a él, el profesor puede cerrar su cuenta y salir del sistema. Básicamente esta opción es igual tanto para el *Alumno* como para el *Profesor*.
- En la parte inferior del *Menú* del profesor se encuentra la sección *Datos Usuario*. Ella muestra los datos del usuario que se encuentra conectado. La Figura G.13 muestra la sección de *Datos Usuario*.

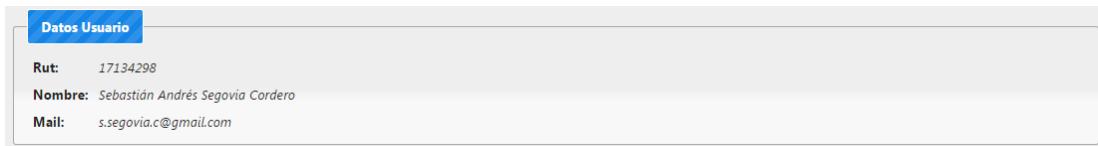


Figura G.13: Home - Vista de Profesor - Datos Usuario.

- En la parte inferior de *Datos Usuario* se encuentra la sección *Bases de Datos Creadas*. Esta sección muestra todas las bases de datos que ha creado el usuario. La Figura G.14 muestra las *Bases de Datos Creadas* por el usuario.



Figura G.14: Home - Vista de Profesor - Bases de Datos Creadas.

- En la parte inferior de la sección *Bases de Datos Creadas* se encuentra la sección *¿Qué es GCAR?*. Esta sección explica qué este sistema y cuál es su intención, además de una breve explicación de cómo trabaja. La Figura G.15 muestra dicha sección.
- En la parte izquierda de la página se muestra un panel con la base de dato actualmente cargada. Esta sección muestra en nombre de la base de datos y las relaciones que ésta tiene. Además contiene un botón *Cerrar Base de Datos* que permite cerrar

**¿Qué es GCAR?**

GCAR es una herramienta ideada para la ejecución de consultas en **Álgebra Relacional** que utiliza **PostgreSQL**, tanto para la creación de Bases de Datos, como para el ingreso de consultas en **Álgebra Relacional**. Dentro de sus capacidades, GCAR es capaz de ejecutar consultas en **Álgebra Relacional**, generar y modificar Bases de Datos para el ingreso de consultas, crear Guias de Ejercicios para cada Base de Datos para medir el desempeño de los Alumnos y la descarga de archivos **ARFF** con los datos del trabajo de los alumnos mientras realizan las Guias de Ejercicios, para ser analizado con **WEKA**, una herramienta para el análisis de datos utilizando técnicas de **Minería de Datos**.

GCAR es el resultado del Trabajo de Título: "Desarrollo de una aplicación para realizar consultas en Álgebra Relacional" para optar al título de **Ingeniero Civil en Informática** en la **Universidad de Valparaíso**.

Alumno: Sebastián Segovia  
Profesor Guía: Eliana Providel

Figura G.15: Home - Vista de Profesor - ¿Qué es GCAR?.

la base de datos que está cargada. La Figura G.16 muestra cómo se aprecian los datos de la base de datos cargada.



Figura G.16: Home - Vista de Profesor - Datos de la Base de Dato Cargada.

**Importante:** esta sección solamente se muestra si es que se ha cargado una base de datos desde la Sección G.4.4. De lo contrario, esta sección no aparece.

## G.2.2. Vista Alumno

Las *Vista de Alumno* ofrece todas las funcionalidades que puede ingresar el alumno. Aquí usted tendrá acceso a la gestión de bases de datos, relaciones y tuplas; además de hacer consultas responder ejercicios y modificar su propia cuenta. La Figura G.17 muestra

la *Vista del Alumno* dentro del sistema. A continuación, se listan las distintas secciones de esta vista:

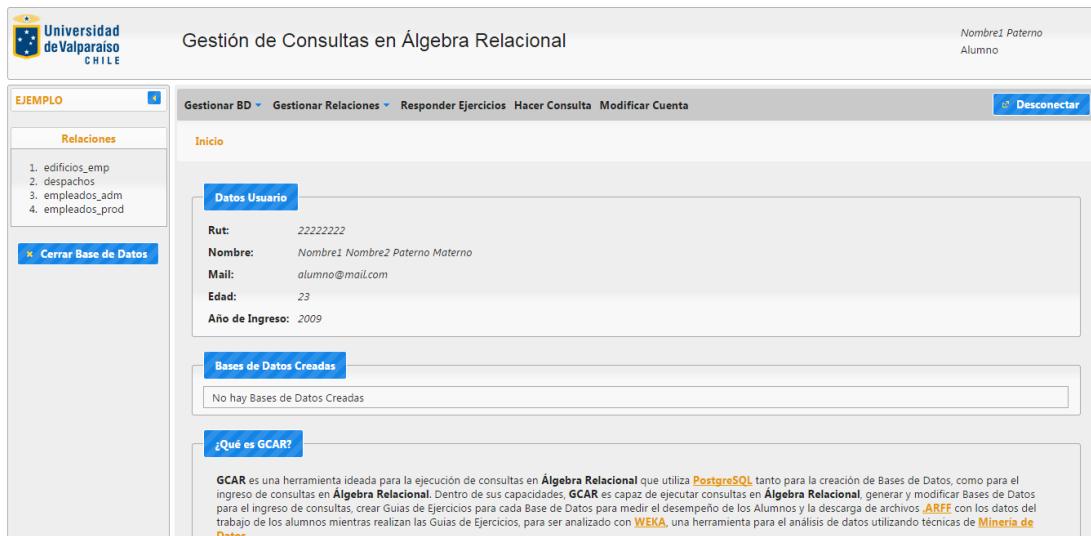


Figura G.17: Home - Vista de Alumno.

- En la parte superior de esta página, se encuentra el *Menú* con todas las funcionalidades que el profesor puede acceder entre ellas Gestionar Bases de Datos (Sección G.4), Gestionar Relaciones (Sección G.5), Responder Ejercicios (Sección G.7.2), Hacer Consulta (Sección G.8) y Modificar Cuenta (Sección G.10). La Figura G.18 muestra el menú del alumno.



Figura G.18: Home - Vista de Alumno - Menú.

- A la derecha del *Menú* del alumno está el botón *Desconectar*. Accediendo a él, el alumno puede cerrar su cuenta y salir del sistema. Básicamente esta opción es igual tanto para el *Alumno* como para el *Profesor*.
- En la parte inferior del *Menú* del alumno se encuentra la sección *Datos Usuario*. Ella muestra los datos del alumno que se encuentra conectado. La Figura G.19 muestra

Datos Usuario

Rut: 22222222  
 Nombre: Nombre1 Nombre2 Paterno Materno  
 Mail: alumno@mail.com  
 Edad: 23  
 Año de Ingreso: 2009

Figura G.19: Home - Vista de Alumno - Datos Usuario.

la sección de *Datos Usuario*.

- En la parte inferior de *Datos Usuario* se encuentra la sección *Bases de Datos Creadas*. Esta sección muestra todas las bases de datos que ha creado el usuario. La Figura G.20 muestra las *Bases de Datos Creadas* por el usuario.

Bases de Datos Creadas

1. ejemplo

Figura G.20: Home - Vista de Alumno - Bases de Datos Creadas.

- En la parte inferior de la sección *Bases de Datos Creadas* se encuentra la sección *¿Qué es GCAR?*. Esta sección explica qué este sistema y cuál es su intención, además de una breve explicación de cómo trabaja. La Figura G.21 muestra dicha sección.

¿Qué es GCAR?

**GCAR** es una herramienta ideada para la ejecución de consultas en **Álgebra Relacional** que utiliza **PostgreSQL** tanto para la creación de Bases de Datos, como para el ingreso de consultas en **Álgebra Relacional**. Dentro de sus capacidades, **GCAR** es capaz de ejecutar consultas en **Álgebra Relacional**, generar y modificar Bases de Datos para el ingreso de consultas, crear Guías de Ejercicios para cada Base de Datos para medir el desempeño de los Alumnos y la descarga de archivos **ARFF** con los datos del trabajo de los alumnos mientras realizan las Guías de Ejercicios, para ser analizado con **WEKA**, una herramienta para el análisis de datos utilizando técnicas de **Minería de Datos**.

GCAR es el resultado del Trabajo de Titulo: "Desarrollo de una aplicación para realizar consultas en Álgebra Relacional" para optar al título de Ingeniero Civil en Informática en la Universidad de Valparaíso

Alumno: Sebastián Segovia  
 Profesor Guía: Eliana Providel

Figura G.21: Home - Vista de Alumno - ¿Qué es GCAR?.

- En la parte izquierda de la página se muestra un panel con la base de dato actualmente cargada. Esta sección muestra en nombre de la base de datos y las relaciones

que ésta tiene. Además contiene un botón *Cerrar Base de Datos* que permite cerrar la base de datos que está cargada. La Figura G.22 muestra cómo se aprecian los datos de la base de datos cargada.



Figura G.22: Home - Vista de Alumno - Datos de la Base de Dato Cargada.

**Importante:** esta sección solamente se muestra si es que se ha cargado una base de datos desde la Sección G.4.4. De lo contrario, esta sección no aparece.

## G.3. Gestión de Usuarios

Esta es una funcionalidad que solamente el usuario de tipo *Profesor* puede acceder. En ella, es posible Crear (Sección G.3.1), Eliminar (Sección G.3.2) y Modificar (Sección G.3.3) cuentas de alumno. Para acceder a ella basta con seleccionar la opción *Gestionar Usuarios* desde el *Menú* del profesor. La Figura G.23 muestra gráficamente como se ve la opción del menú *Gestionar Usuarios*.

### G.3.1. Crear Cuenta

*Crear Cuenta* ofrece al profesor la posibilidad de crear cuentas de tipo *Alumno*. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* del profesor a la opción *Gestionar Cuentas*, y luego seleccionar la opción *Crear Cuenta*. La Figura G.24 muestra la interfaz

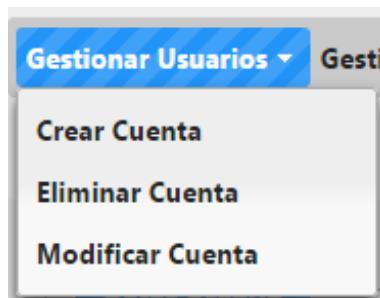


Figura G.23: Gestionar Usuarios.

de la sección *Crear Cuenta*.

The screenshot shows a web application interface for creating a user account. At the top, there's a header with the university logo, the title 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional', and a user profile. Below the header, a navigation bar includes links like 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', and 'Modificar Cuenta'. The main content area is titled 'Crear Cuenta'. It contains a form with five input fields labeled 'Primer Nombre \*', 'Segundo Nombre \*', 'Apellido Paterno \*', 'Apellido Materno \*', and 'Edad'. Each field has a corresponding input box. At the bottom right of the form area is a blue button labeled 'Siguiente'.

Figura G.24: Gestionar Usuarios - Crear Cuenta.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la creación de una cuenta de alumno:

1. Ingrese los *Datos Personales* del alumno a ingresar rellenando el formulario determinado y luego seleccione el botón *Siguiente* para avanzar al siguiente formulario. El formulario y el botón *Siguiente* se presentan en la Figura G.25.

**Importante:** Los campos *Primer Nombre*, *Segundo Nombre*, *Apellido Paterno* y *Apellido Materno*, solamente debe ingresar datos de tipo alfabético. El campo *Edad* sólo debe ingresar datos de tipo numérico. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

Este formulario se titula "Datos Personales". Contiene los siguientes campos obligatorios:

- Primer Nombre \*
- Segundo Nombre \*
- Apellido Paterno \*
- Apellido Materno \*
- Edad \*

Al final del formulario hay un botón azul con la etiqueta "Siguiente".

Figura G.25: Crear Cuenta - Datos Personales.

2. Ingrese los *Datos de la Cuenta* del alumno a ingresar rellenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.26.

Este formulario se titula "Datos de la Cuenta". Contiene los siguientes campos obligatorios:

- Rut \*
- Mail \*
- Contraseña \*
- Confirmar Contraseña \*

Al final del formulario hay dos botones: "Atrás" (en azul) y "Siguiente" (en azul).

Figura G.26: Crear Cuenta - Datos de la Cuenta.

**Importante:** El campo *Rut* sólo aceptará 8 valores numéricos pertenecientes al Rut del nuevo usuario sin el dígito verificador. En el caso de contar con un Rut de 7 valores, deberá anteponer el “0” y luego ingresar su Rut. El campo *Mail* sólo aceptará correos electrónicos válidos. Tanto el campo *Contraseña* como *Confirmar Contraseña* deben ser iguales. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

3. Ingrese los *Datos Académicos* del alumno llenando el formulario y luego vuelva a seleccionar el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.27.

**Importante:** El campo *Año de Ingreso* y *Ver Curzando* sólo aceptará valores numéricos. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

Este formulario se titula "Datos Académicos". Contiene dos campos obligatorios: "Año de Ingreso" y "Vez Cursando", ambos con cuadros de texto vacíos. En la parte inferior hay un botón "Atrás" en la izquierda y "Siguiente" en la derecha.

Figura G.27: Crear Cuenta - Datos Académicos.

- Finalmente, verifique los *Datos Personales*, *Datos de Cuenta* y *Datos Académicos* del alumno en la sección *Verificar Datos*. Si éstos están correctos, seleccione el botón *Crear* para crear su cuenta e ingresar a su página inicial en el sistema. Si lo desea, puede seleccionar el botón *Atrás* para volver a los formularios anteriores. El formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* se presentan en la Figura G.28.

Este formulario se titula "Verificar Datos". Tres secciones principales contienen los datos ingresados: "Datos Personales" (Primer Nombre: Sebastián, Segundo Nombre: Andrés, Apellido Paterno: Segovia, Apellido Materno: Cordero, Edad: 25), "Datos de Cuenta" (Rut: 12345678, Mail: alumno@mail.com, Pass: pass) y "Datos Académicos" (Año Ingreso: 2009, Vez Cursando: 1). Un botón "Crear" con un icono de checkmark está centrado entre las secciones. En la parte inferior hay un botón "Atrás".

Figura G.28: Crear Cuenta - Verificar Datos.

Ante cualquier duda al momento de crear una cuenta de alumno, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Crear Cuenta* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.29 y G.30 respectivamente.



Figura G.29: Crear Cuenta - Etiqueta de Ayuda.

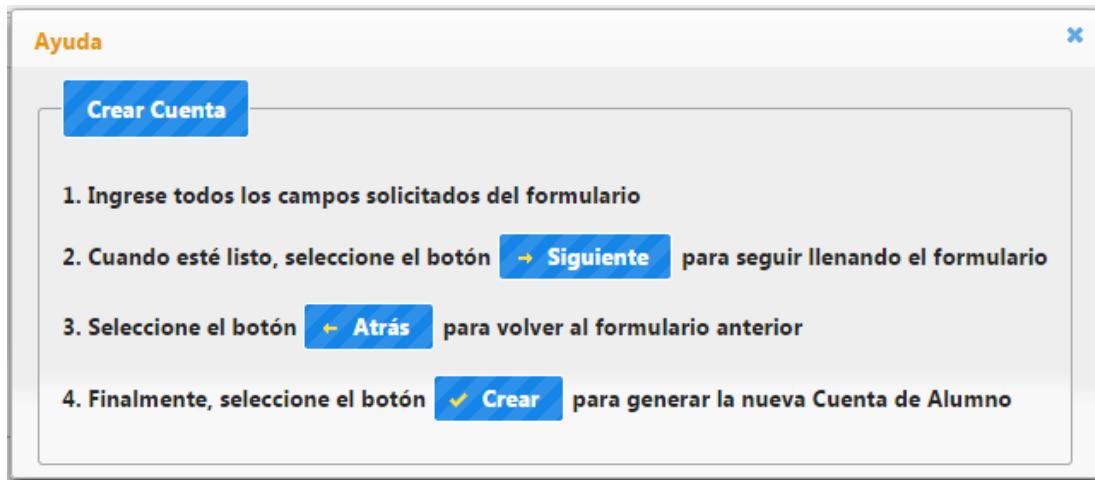


Figura G.30: Crear Cuenta - Ventana de Ayuda.

### G.3.2. Eliminar Cuenta

*Eliminar Cuenta* ofrece al profesor la posibilidad de eliminar cuentas de tipo *Alumno*. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* del profesor a la opción *Gestionar Cuentas*, y luego seleccionar la opción *Eliminar Cuenta*. La Figura G.31 muestra la interfaz de la sección *Eliminar Cuenta*.

Universidad de Valparaíso CHILE Gestión de Consultas en Álgebra Relacional Sebastián Segovia Profesor

Gestionar Usuarios ▾ Gestionar BD ▾ Gestionar Relaciones ▾ Gestionar Ejercicios ▾ Hacer Consulta Ver Estadísticas Modificar Cuenta Desconectar

Inicio > Eliminar Cuenta

Eliminar Cuenta ?

Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Mail	Año de Ingreso
22222222	José	Rubilar	Bravo	alumno@mail.com	2009
33333333	Romanete	Briones	Meza	alumnos@mail.com	2011
44444444	Alberto	Morales	Baeza	alumno@mail.com	2010

Figura G.31: Gestionar Usuarios - Eliminar Cuenta.

A continuación se muestra una serie de pasos a seguir para la eliminación de una cuenta de alumno:

1. Busque el alumno a eliminar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.32. Puede hacer una búsqueda manual del alumno que desea eliminar, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.33. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato del alumno en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*, como se presenta en la Figura G.34.

Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Mail	Año de Ingreso
22222222	José	Rubilar	Bravo	alumno@mail.com	2009
33333333	Romanete	Briones	Meza	alumnos@mail.com	2011
44444444	Alberto	Morales	Baeza	alumno@mail.com	2010

Figura G.32: Eliminar Cuenta - Tabla de Usuarios.



Figura G.33: Eliminar Cuenta - Etiquetas de Página.



Figura G.34: Eliminar Cuenta - Buscar Alumno.

2. Seleccione el alumno a eliminar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.35.

	Rut
	22222222
	33333333
	44444444

Figura G.35: Eliminar Cuenta - Seleccionar Alumno.

3. Una vez seleccionado el alumno, se desplegará una ventana con los datos del alumno seleccionado. Esta ventana se muestra en la Figura G.36. Si no es el alumno que desea eliminar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otro alumno.

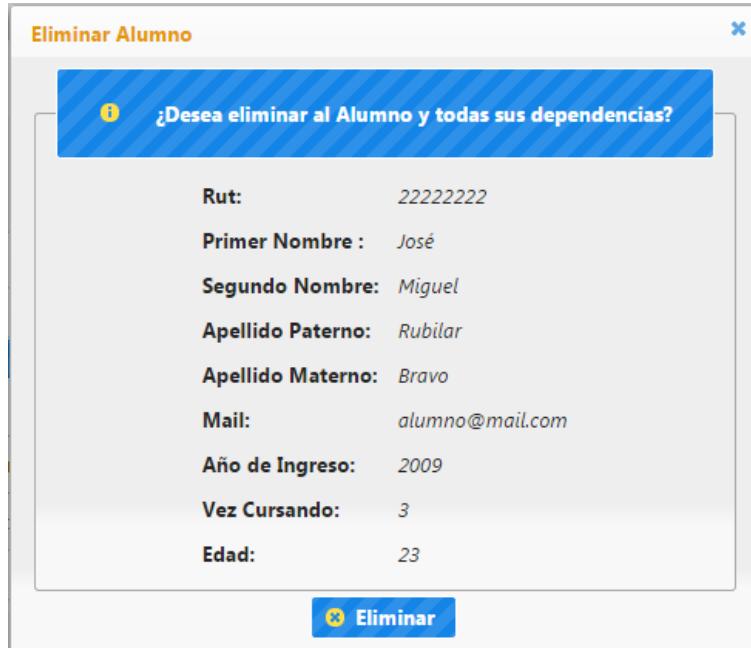


Figura G.36: Eliminar Cuenta - Ventana de Alumno.

4. Finalmente, seleccione el botón *Eliminar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de alumno, para eliminar al alumno seleccionado.

Si necesita ayuda para eliminar una cuenta de alumno, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Eliminar Cuenta* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.37 y G.38 respectivamente.

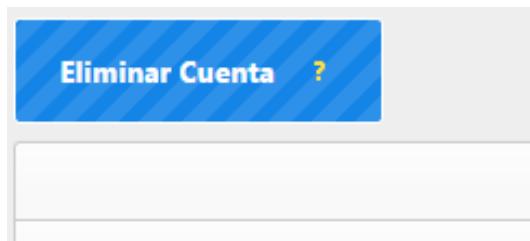


Figura G.37: Eliminar Cuenta - Etiqueta de Ayuda.

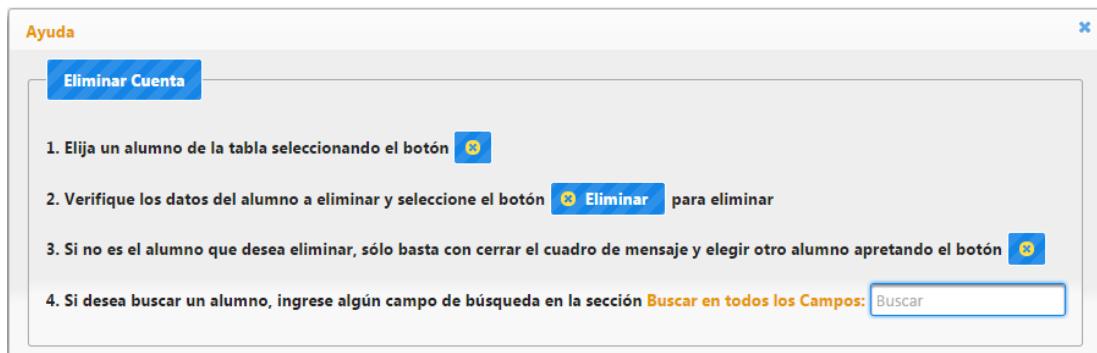


Figura G.38: Eliminar Cuenta - Ventana de Ayuda.

### G.3.3. Modificar Cuenta

*Modificar Cuenta* ofrece al profesor la opción de modificar cuentas de tipo *Alumno*. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* del profesor a la opción *Gestionar Cuentas*, y luego seleccionar la opción *Modificar Cuenta*. La Figura G.39 muestra la interfaz de la sección *Modificar Cuenta*.

	Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Mail	Año de Ingreso
	22222222	José	Rubilar	Bravo	alumno@mail.com	2009
	33333333	Romanete	Briones	Meza	alumnos@mail.com	2011
	44444444	Alberto	Morales	Baeza	alumno@mail.com	2010

Figura G.39: Gestionar Usuarios - Modificar Cuenta.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la eliminación de una cuenta de alumno:

1. Busque el alumno a modificar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.40. Puede hacer una búsqueda manual del alumno que desea modificar, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato del alumno en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*, como se presenta en la Figura G.41.
2. Seleccione el alumno a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.42.

	Rut	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Mail	Año de Ingreso
	22222222	José	Rubilar	Bravo	alumno@mail.com	2009
	33333333	Romanete	Briones	Meza	alumnos@mail.com	2011
	44444444	Alberto	Morales	Baeza	alumno@mail.com	2010

Figura G.40: Modificar Cuenta - Tabla de Usuarios.



Figura G.41: Modificar Cuenta - Buscar Alumno.

	Rut
	22222222
	33333333
	44444444

Figura G.42: Modificar Cuenta - Seleccionar Alumno.

3. Una vez seleccionado el alumno, se desplegará una ventana con los datos del alumno seleccionado. Esta ventana se muestra en la Figura G.43. Si no es el alumno que desea modificar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otro alumno.
4. Modifique los datos del alumno cambiando los valores que se presentan en el formulario de la ventana de alumno que se muestran en la Figura G.43.

**Importante:** Los campos *Primer Nombre*, *Segundo Nombre*, *Apellido Paterno*, y *Apellido Materno*, sólo aceptan valores del tipo alfabético. Los campos *Año Ingreso*, *Vez Cursando* y *Edad*, sólo aceptan valores del tipo numérico. El campo *Mail* sólo acepta correos electrónicos válidos.

5. Finalmente, seleccione el botón *Modificar* que se encuentra en la parte inferior de la

The screenshot shows a modal window titled "Modificar Campos". A blue header bar contains the text "Seleccione el botón Modificar para guardar los cambios". Below this, there are eight input fields with labels and values:

Rut:	33333333
Primer Nombre: *	Romanete
Segundo Nombre: *	Alejandra
Apellido Paterno: *	Briones
Apellido Materno: *	Meza
Mail: *	alumnos@mail.com
Año Ingreso: *	2011
Vez Cursando: *	2
Edad: *	21

At the bottom left is a blue "Modificar" button with a pencil icon.

Figura G.43: Modificar Cuenta - Ventana de Alumno.

ventana de alumno, para guardar los cambios realizados al alumno seleccionado. El botón *Modificar* se muestra en la Figura G.44.



Figura G.44: Modificar Cuenta - Modificar Alumno.

Si necesita ayuda para modificar una cuenta de alumno, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Modificar Cuenta* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.45 y G.46 respectivamente.

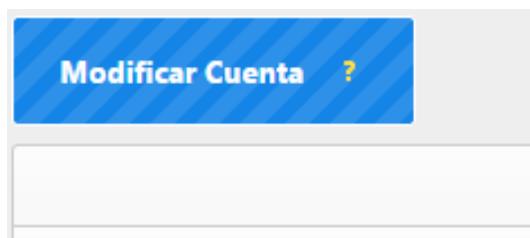


Figura G.45: Modificar Cuenta - Etiqueta de Ayuda.

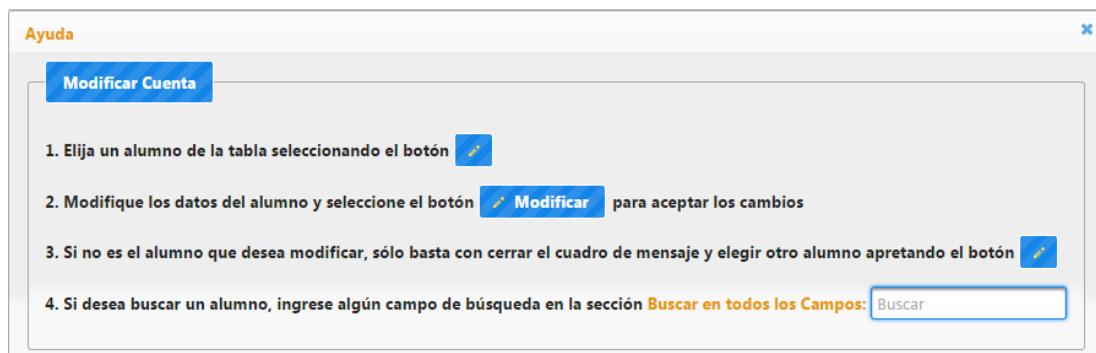


Figura G.46: Modificar Cuenta - Ventana de Ayuda.

## G.4. Gestionar Bases de Datos

Esta es una funcionalidad se presenta tanto para usuarios de *Profesor*, como para usuarios de tipo *Alumno*. En ella, es posible Crear (Sección G.4.1), Eliminar (Sección G.4.2) y Modificar (Sección G.4.3) bases de datos dentro del sistema. Para acceder a ella basta con seleccionar la opción *Gestionar BD* desde el *Menú* principal. La Figura G.47 muestra gráficamente como se ve la opción del menú *Gestionar Bases de Datos*.



Figura G.47: Gestionar Bases de Datos.

### G.4.1. Crear Base de Datos

*Crear Cuenta* ofrece al usuario la opción de crear *Bases de Datos* dentro del sistema. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* principal a la opción *Gestionar BD*, y luego seleccionar la opción *Crear BD*. La Figura G.48 muestra la interfaz de la sección *Crear Base de Datos*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la creación de una base de dato:

1. Ingrese los *Datos de la Base de Datos* a ingresar rellenando el formulario determinado y luego seleccione el botón *Confirmar* para avanzar al siguiente formulario. Específicamente para el caso del usuario de tipo *Profesor*, hay una opción que se llama *Dejar Visible a los Alumnos*. Esta opción permite al profesor crear una base de datos dejándola privada o no. Si se deja la opción *Dejar Visible a los Alumnos* como *False*, entonces ningún alumno podrá cargar esta base de datos. Por el contrario, si la opción *Dejar Visible a los Alumnos* se deja como *True*, los alumnos podrán cargar dicha base de datos. Esta opción es muy útil, ya que un profesor podrá crear una



Gestión de Consultas en Álgebra Relacional

Sebastián Segovia Profesor

Gestionar Usuarios ▾ Gestionar BD ▾ Gestionar Relaciones ▾ Gestionar Ejercicios ▾ Hacer Consulta Ver Estadísticas Modificar Cuenta

[Desconectar](#)

[Inicio](#) > [Crear Base de Datos](#)

**Crear Base de Datos** ?

Datos de la Base de Datos

Nombre *	<input type="text"/>
Dejar Visible * a los Alumnos	<input checked="" type="checkbox"/> False

[Confirmar](#)

Figura G.48: Gestionar Base de Datos - Crear Base de Datos.

base de datos como privada, podrá agregar las relaciones y las tuplas necesarias, y cuando esté lista, dejarla pública para que los alumnos puedan trabajar en ella. El formulario del profesor y del alumno, junto con el botón *Confirmar* se presentan en las Figuras G.49 y G.50 respectivamente.

**Crear Base de Datos** ?

Datos de la Base de Datos

Nombre *	<input type="text"/>
Dejar Visible * a los Alumnos	<input checked="" type="checkbox"/> False

[Confirmar](#)

Figura G.49: Crear Base de Datos - Datos de la Base de Datos - Profesor.

Datos de la Base de Datos

Nombre *	<input type="text"/>
----------	----------------------

[Confirmar](#)

Figura G.50: Crear Base de Datos - Datos de la Base de datos - Alumno.

**Importante:** El campo *Nombre* debe comenzar con una letra minúscula, y sólo debe

contener caracteres alfanuméricos (exceptuando acentos y la letra “ñ”) en minúscula o guión bajo. Además, este campo es obligatorio.

- Finalmente, verifique los *Datos de la Base de Datos* en la sección *Verificar Datos*. Si éstos están correctos, seleccione el botón *Crear* para crear la nueva base de datos e ingresar a la página inicial del sistema. Si lo desea, puede seleccionar el botón *Atrás* para volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* se presentan en la Figura G.51 para el caso de la interfaz del profesor, y la Figura G.52 muestra el formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* para la interfaz del alumno.

The screenshot shows a user interface titled 'Verificar Datos' (Verify Data). A sub-section titled 'Base de Datos' (Database) contains two input fields: 'Nombre:' (Name) with the value 'ejemplo' and 'Visible:' (Visible) with the value 'true'. Below these fields is a blue button labeled '✓ Crear' (Create). At the bottom left is a blue button labeled '← Atrás' (Back).

Figura G.51: Crear Base de Datos - Verificar Datos - Profesor.

The screenshot shows a user interface titled 'Verificar Datos' (Verify Data). A sub-section titled 'Base de Datos' (Database) contains two input fields: 'Nombre:' (Name) with the value 'ejemplo' and 'Visible:' (Visible) with the value 'true'. Below these fields is a blue button labeled '✓ Crear' (Create). At the bottom left is a blue button labeled '← Atrás' (Back).

Figura G.52: Crear Base de Datos - Verificar Datos - Alumno.

Ante cualquier duda al momento de crear una base de datos, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Crear BD* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.53 y G.54 respectivamente.

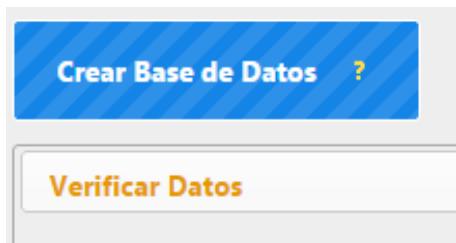


Figura G.53: Crear Base de Datos - Etiqueta de Ayuda.

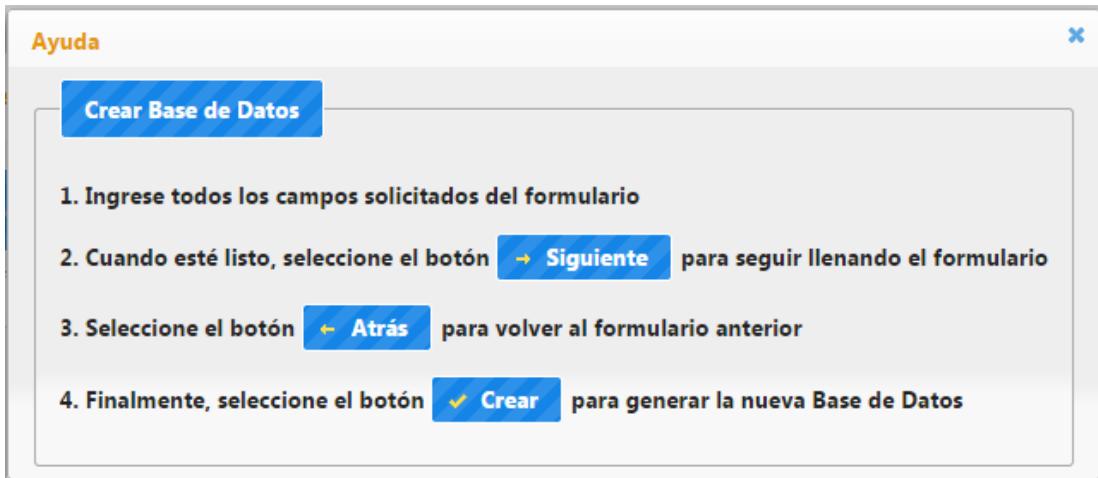


Figura G.54: Crear Base de Datos - Ventana de Ayuda.

#### G.4.2. Eliminar Base de Datos

*Eliminar Base de Datos* entrega al usuario la oportunidad de eliminar bases de datos dentro del sistema. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* a la opción *Gestionar BD*, y luego seleccionar la opción *Eliminar BD*. La Figura G.55 muestra la interfaz de la sección *Eliminar Base de Datos*.

Esta funcionalidad presenta breves variaciones para cada tipo de usuario. El usuario de tipo *Profesor* tiene acceso a todas las bases de datos creadas en el sistema, es decir, tanto las creadas por profesores como alumnos. De esta forma, el *Profesor* podrá eliminar cualquier base de datos que quiera, independientemente de quien la haya creado. Mientras que el usuario de tipo *Alumno*, sólo tiene acceso a las bases de datos que él haya creado. De esta forma, el *Alumno* sólo podrá eliminar las bases de datos creadas por el mismo.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para eliminar una base de datos:

The screenshot shows a web-based application for managing relational algebra queries. At the top, there's a header with the logo of the Universidad de Valparaíso Chile and the name 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional'. On the right, it says 'Sebastián Segovia Profesor'. Below the header is a navigation bar with links: 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', and 'Modificar Cuenta'. There's also a 'Desconectar' button. Underneath the navigation is a breadcrumb trail: 'Inicio > Eliminar Base de Datos'. The main content area has a blue header 'Eliminar Base de Datos ?'. It includes a search bar 'Buscar en todos los Campos: Buscar'. Below the search bar is a table with three rows of data. The table has columns: 'Rut del Creador', 'Nombre', and 'Visibilidad'. The first row contains '17134298', 'ejemplo', and 'true'. The second row is identical. The third row is partially visible. Navigation buttons for the table are located above and below the rows.

Rut del Creador	Nombre	Visibilidad
17134298	ejemplo	true

Figura G.55: Gestionar Base de Datos - Eliminar Base de Datos.

1. Busque la base de datos a eliminar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.56. Puede hacer una búsqueda manual de la base de datos que desea eliminar, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.57. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato de la base de datos en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*, como se presenta en la Figura G.58.

This screenshot shows the same 'Eliminar Base de Datos' page as Figure G.55, but with a different view of the table. It displays the same three rows of data: 'Rut del Creador' (17134298), 'Nombre' (ejemplo), and 'Visibilidad' (true). The table structure is identical to Figure G.55. Above the table is a search bar 'Buscar en todos los Campos: Buscar'. Navigation buttons for the table are located above and below the rows.

Rut del Creador	Nombre	Visibilidad
17134298	ejemplo	true

Figura G.56: Eliminar Base de Datos - Tabla de Bases de Datos.



Figura G.57: Eliminar Base de Datos- Etiquetas de Página.



Figura G.58: Eliminar Base de Datos - Buscar Base de Datos.

2. Seleccione la base de datos a eliminar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.90.

	Rut de
	17134298

Figura G.59: Eliminar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos.

3. Una vez seleccionada la base de datos, se desplegará una ventana con los datos de la base de datos seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.60. Si no es la base de datos que desea eliminar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra base de datos.



Figura G.60: Eliminar Base de Datos- Ventana de Base de Datos.

4. Finalmente, seleccione el botón *Eliminar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de base de datos, para eliminar la base de datos seleccionada.

Si necesita ayuda para eliminar una base de datos, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Eliminar Base de Datos* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.61 y G.62 respectivamente.

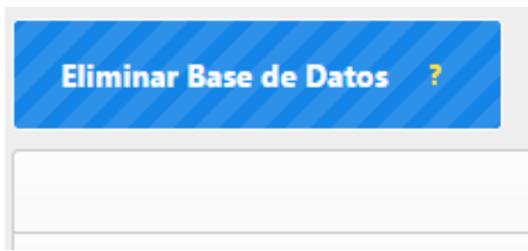


Figura G.61: Eliminar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.62: Eliminar Base de Datos - Ventana de Ayuda.

### G.4.3. Modificar Base de Datos

*Modificar Base de Datos* ofrece al usuario la oportunidad de modificar las bases de datos del sistema. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* a la opción *Gestionar BD*, y luego seleccionar la opción *Modificar BD*. La Figura G.63 muestra la interfaz de la sección *Modificar Base de Datos*.

Esta funcionalidad, al igual que **Eliminar Bases de Datos**, tiene variaciones para cada tipo de usuario. El usuario *Profesor* tiene acceso a todas las bases de datos creadas en el sistema, tanto las creadas por profesores como alumnos. Así, el *Profesor* podrá modificar cualquier base de datos que quiera, a diferencia del usuario de tipo *Alumno*, que sólo tiene acceso a las bases de datos que él ha creado. De esta forma, el *Alumno* sólo podrá modificar las bases de datos creadas por el mismo.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la modificación de una base de datos:

1. Busque la base de datos a modificar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.64. Puede hacer una búsqueda manual de la base de datos que desea modificar,

The screenshot shows a web-based application for managing relational algebra queries. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. To its right is the title 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional'. On the far right, the name 'Sebastián Segovia Profesor' is displayed. A navigation bar at the top includes links for 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', 'Modificar Cuenta', and a 'Desconectar' button. Below the navigation is a breadcrumb trail: 'Inicio > Modificar Base de Datos'. The main content area is titled 'Modificar Base de Datos ?'. It features a search bar labeled 'Buscar en todos los Campos: Buscar'. Below the search bar is a table with four columns: 'Rut del Creador', 'Nombre', and 'Visibilidad'. The first row of the table contains the values: '17134298', 'ejemplo', and 'true'. Navigation buttons for the table are located above and below the rows.

Figura G.63: Gestionar Base de Datos - Modificar Base de Datos.

navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Podrá realizar una búsqueda automática ingresando un dato de la base de datos en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*, como se presenta en la Figura G.65.

This screenshot shows the same 'Modificar Base de Datos' interface as Figure G.63, but it displays the 'Tabla de Base de Datos' (Table of Data). The table structure is identical to Figure G.63, with columns for 'Rut del Creador', 'Nombre', and 'Visibilidad'. The single row contains the values '17134298', 'ejemplo', and 'true'. Above the table is a search bar with the placeholder 'Buscar en todos los Campos: Buscar'.

Figura G.64: Modificar Base de Datos - Tabla de Base de Datos.

**Buscar en todos los Campos:**

Figura G.65: Modificar Base de Datos - Buscar Base de Datos.

2. Seleccione la base de datos a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.66.
3. Una vez seleccionada la base de datos, se desplegará una ventana con los datos de la



Figura G.66: Modificar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos.

base de datos seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.67. Si no es la base de datos que desea modificar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra base de datos.

Figura G.67: Modificar Base de Datos - Ventana de Base de Datos.

4. Modifique los datos de la base de datos cambiando los valores que se presentan en el formulario de la ventana de base de datos que se muestran en la Figura G.67.

**Importante:** El campo *Nombre* debe comenzar con una letra minúscula, y sólo debe contener caracteres alfanuméricos (exceptuando acentos y la letra “ñ”) en minúscula o guión bajo. Además, este campo es obligatorio.

5. Finalmente, seleccione el botón *Modificar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de base de datos, para guardar los cambios realizados en la base de datos seleccionada. El botón *Modificar* se muestra en la Figura G.68.

Si necesita ayuda para modificar una base de datos, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Modificar Base de Datos* para desplegar una



Figura G.68: Modificar Base de Datos - Modificar.

ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.69 y G.70 respectivamente.

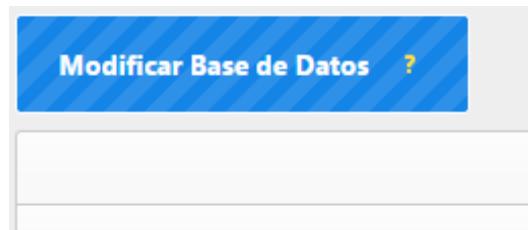


Figura G.69: Modificar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.70: Modificar Base de Datos- Ventana de Ayuda.

#### G.4.4. Cargar Base de Datos

*Cargar Base de Datos* permite al usuario cargar bases de datos dentro del sistema. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el Menú a la opción *Gestionar BD*, y luego seleccionar la opción *Cargar BD*. La Figura G.71 muestra la interfaz de la sección *Cargar Cuenta*.

The screenshot shows a web-based application for managing relational algebra queries. At the top, there's a header with the Universidad de Valparaíso Chile logo, the title 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional', and a user profile for 'Sebastián Segovia Profesor'. Below the header is a navigation bar with links: 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', and 'Modificar Cuenta'. A 'Desconectar' (Disconnect) button is also present. The main content area shows a breadcrumb path 'Inicio > Cargar Base de Datos'. A blue header bar for 'Cargar Base de Datos' includes a help icon (?). Below it is a search bar with the placeholder 'Buscar en todos los Campos:' and a 'Buscar' button. The central part of the screen is a table titled 'Cargar Base de Datos' with two columns: 'Creador' and 'Nombre'. It contains one row of data: '17134298' under 'Creador' and 'ejemplo' under 'Nombre'. Navigation buttons for the table are located above and below the data row.

Figura G.71: Gestiónar Base de Datos - Cargar Base de Datos.

Al igual que *Eliminar* y *Modificar Base de Datos*, *Cargar Base de Datos* presenta distintos comportamientos para cada tipo de usuario. El usuario de tipo *Profesor* tiene acceso a todas las bases de datos creadas en el sistema. De esta manera, el *Profesor* podrá cargar cualquier base de datos que quiera, sin importar quien la haya creado. Mientras que el usuario de tipo *Alumno*, sólo tiene acceso a las bases de datos que él haya creado o que el *Profesor* haya dejado como públicas, por lo que el *Alumno* sólo podrá cargar estas bases de datos.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para cargar una base de datos:

1. Busque la base de datos a cargar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.72. Puede hacer una búsqueda manual de la base de datos, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato de la base de datos en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*, como se presenta en la Figura G.73.
2. Seleccione la base de datos a cargar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.74.
3. Una vez seleccionada la base de datos, se desplegará una ventana con los datos de la base de datos seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.75. Si no es la

		Buscar en todos los Campos: <input type="text" value="Buscar"/>				
		1				
		Creador		Nombre		
<input checked="" type="checkbox"/>	17134298			ejemplo		
				1		

Figura G.72: Cargar Base de Datos - Tabla de Bases de Datos.



Figura G.73: Cargar Base de Datos - Buscar Base de Datos.

<input checked="" type="checkbox"/>	17134298

Figura G.74: Cargar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos.

base de datos que desea cargar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra base de datos.



Figura G.75: Cargar Base de Datos- Ventana de Base de Datos.

- Finalmente, seleccione el botón *Cargar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de base de datos, para cargar la base de datos seleccionada.

Cuando se carga una base de datos, la interfaz muestra hacia la izquierda el nombre y las relaciones de la base de datos cargada. Esto le indica al usuario que hay una

base de datos cargada. Los datos de la base de datos cargadas se muestran en la Figura G.76.



Figura G.76: Home - Cargar Base de Datos - Datos de la Base de Dato Cargada.

Si necesita ayuda para cargar una base de datos, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Cargar Base de Datos* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.77 y G.78 respectivamente.

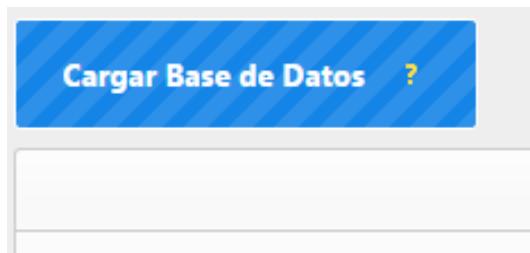


Figura G.77: Cargar Base de Datos - Etiqueta de Ayuda.

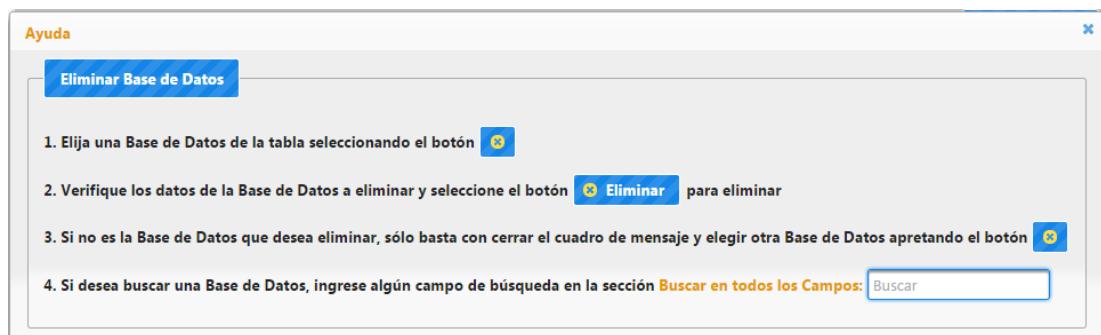


Figura G.78: Eliminar Base de Datos - Ventana de Ayuda.

## G.5. Gestionar Relaciones

Esta funcionalidad se presenta tanto para usuarios *Profesor* y *Alumno*. En ella, es posible Agregar (Sección G.5.1), Eliminar (Sección G.5.2) y Modificar (Sección G.5.3) relaciones dentro de una base de datos. Para acceder a ella basta con seleccionar la opción *Gestionar Relaciones* desde el *Menú* principal, además de cumplir con ciertos requerimientos para cada tipo de usuario. Para los usuarios de tipo *Profesor*, es necesario tener una base de datos cargada, de lo contrario, el sistema impedirá la llegada a esta funcionalidad. Para los usuarios de tipo *Alumno*, es necesario tener una base de datos cargada, y además, que esta base de datos sea creada por el mismo usuario que la carga, de otra forma, el sistema no permitirá al alumno entrar a esta funcionalidad. La Figura G.79 muestra gráficamente como se ve la opción del menú *Gestionar Relaciones*.



Figura G.79: Gestionar Relaciones.

### G.5.1. Agregar Relación

*Agregar Relación* entrega al usuario la opción de crear y agregar *Relaciones* a una base de datos. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* principal a la opción *Gestionar Relaciones*, y luego seleccionar la opción *Agregar Relación*. La Figura G.80 muestra la interfaz de la sección *Agregar Relación*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para agregar una relación a una base de datos:

1. Ingrese los datos en el formulario que se presenta en la Figura G.81, agregando el nombre de la relación y la cantidad de atributos que esta tiene. Cada vez que modifique la cantidad de atributos de la relación, la tabla con la especificación de los

The screenshot shows a web-based application for managing relational queries. At the top, there's a header with the logo of the Universidad de Valparaíso Chile and the name 'Sebastián Segovia Profesor'. The main menu includes 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', 'Modificar Cuenta', and a 'Desconectar' button. On the left, a sidebar titled 'EJEMPLO' lists 'Relaciones' with items 1. edificios\_emp, 2. despachos, 3. empleados\_adm, and 4. empleados\_prod. A 'Cerrar Base de Datos' button is also present. The central area is titled 'Agregar Relación' and contains fields for 'Nombre de la Relación:' (with a placeholder 'Agregar Nombre') and 'Cantidad de Atributos:' (set to 0). Below these is a table titled 'Atributos' with columns 'Nombre', 'Primario', and 'Tipo'. A note says 'Agree la cantidad de atributos que desea'. At the bottom is a blue 'Agregar Relación' button.

Figura G.80: Gestionar Relaciones - Agregar Relación.

atributos agregará o quitará atributos dependiendo de la cantidad dada. El reflejo de la cantidad de atributos y cómo se comporta la tabla de especificación de atributos, se presenta en la Figura G.82.

This is a simplified screenshot of the 'Agregar Relación' form. It shows the 'Nombre de la Relación:' field with the placeholder 'Agregar Nombre' and the 'Cantidad de Atributos:' field set to 0.

Figura G.81: Agregar Relación - Datos de la Relación.

This screenshot shows the 'Agregar Relación' form with the 'Cantidad de Atributos:' field set to 3. Below it is a table titled 'Atributos' with columns 'Nombre', 'Primario', and 'Tipo'. There are two rows in the table, each with a small edit icon in the first column.

Figura G.82: Agregar Relación - Cantidad de Atributos.

**Importante:** El campo *Nombre de la Relación* debe comenzar con una letra y sólo

debe tener caracteres alfanuméricos o el guión bajo. El campo *Cantidad de Atributos* no puede ser menor o igual que 1, sino el sistema no permitirá crear la relación. Todos los campos de esta sección son obligatorios.

2. Seleccione el atributo a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.83.



Figura G.83: Agregar Relación - Seleccionar Atributos.

3. Una vez hecha la selección, se desplegará una ventana con los datos de la relación seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.84. Si no es la relación que desea modificar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra base de datos.

Figura G.84: Agregar Relación - Ventana de Atributos.

4. Modifique los datos de la relación cambiando los valores que se presentan en el formulario de la ventana de atributos que se muestran en la Figura G.84.

**Importante:** El campo *Nombre* debe comenzar con una letra y sólo debe tener caracteres alfanuméricos o el guión bajo. Todos los campos de esta ventana son obligatorios.

5. Seleccione el botón *Aceptar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de atributos, para aceptar los cambios realizados en el atributo seleccionado.
6. Finalmente, cuando haya agregado todos los campos de los atributos para la nueva relación, seleccione el botón *Agregar Relación* para agregar la nueva relación a la base de datos cargada. Este botón se encuentra en la parte inferior de la tabla de atributos. El botón *Agregar Relación* se presenta en la Figura G.85

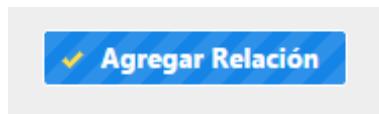


Figura G.85: Agregar Relación - agregar.

Ante cualquier duda al momento de agregar una relación, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Agregar Relación* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.86 y G.87 respectivamente.



Figura G.86: Agregar Relación - Etiqueta de Ayuda.

### G.5.2. Eliminar Relación

*Eliminar Relación* entrega al usuario la opción de eliminar relaciones de una base de datos. Para acceder a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* a la opción *Gestionar*

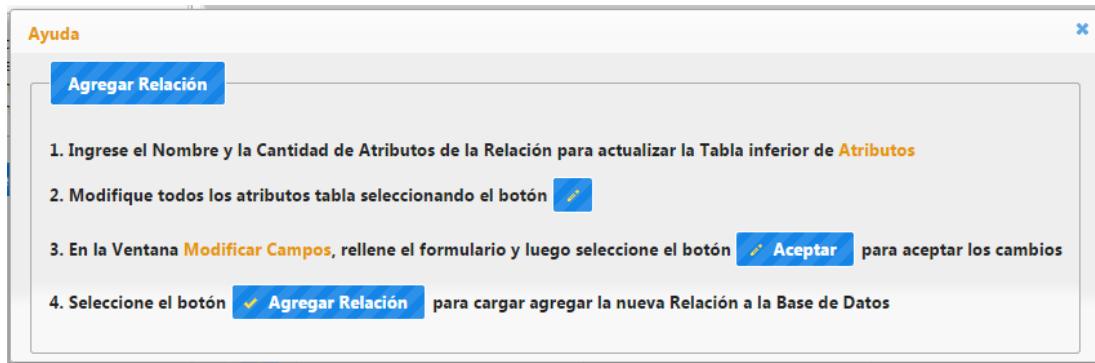


Figura G.87: Agregar Relación - Ventana de Ayuda.

*Relaciones*, y luego seleccionar la opción *Eliminar Relación*. La Figura G.88 muestra la interfaz de la sección *Eliminar Relación*.

Nombre	
<input checked="" type="checkbox"/>	edificios_emp
<input checked="" type="checkbox"/>	despachos
<input checked="" type="checkbox"/>	empleados_adm
<input checked="" type="checkbox"/>	empleados_prod

Figura G.88: Gestionar Relaciones - Eliminar Relación.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para eliminar una relación de una base de datos:

1. Busque la relación a eliminar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.89. Puede hacer una búsqueda manual de la relación que desea eliminar, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato de la relación en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*.



The screenshot shows a user interface for managing relationships. At the top, there is a search bar labeled "Buscar en todos los Campos:" with a "Buscar" button. Below the search bar are navigation icons for back, forward, and page number (1). The main area is a table with a blue header row labeled "Nombre". The table contains four rows of data, each with a small blue square icon containing a white 'X' in the first column and a relation name in the second column: "edificios\_emp", "despachos", "empleados\_adm", and "empleados\_prod". At the bottom of the table are more navigation icons.

Nombre	
	edificios_emp
	despachos
	empleados_adm
	empleados_prod

Figura G.89: Eliminar Relación - Tabla de Relaciones.

2. Seleccione la base de datos a eliminar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.90.



Figura G.90: Eliminar Base de Datos - Seleccionar Base de Datos.

3. Una vez hecha la selección, se desplegará una ventana con los datos de la relación seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.91. Si no es la relación que desea eliminar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra relación.
4. Finalmente, seleccione el botón *Eliminar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana de la relación seleccionada, para eliminar eliminarla.



Figura G.91: Eliminar Relación- Ventana de Relación.

Si necesita ayuda para eliminar una relación, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Eliminar Relación* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.92 y G.93 respectivamente.

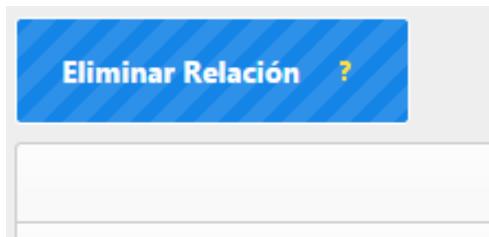


Figura G.92: Eliminar Relación - Etiqueta de Ayuda.

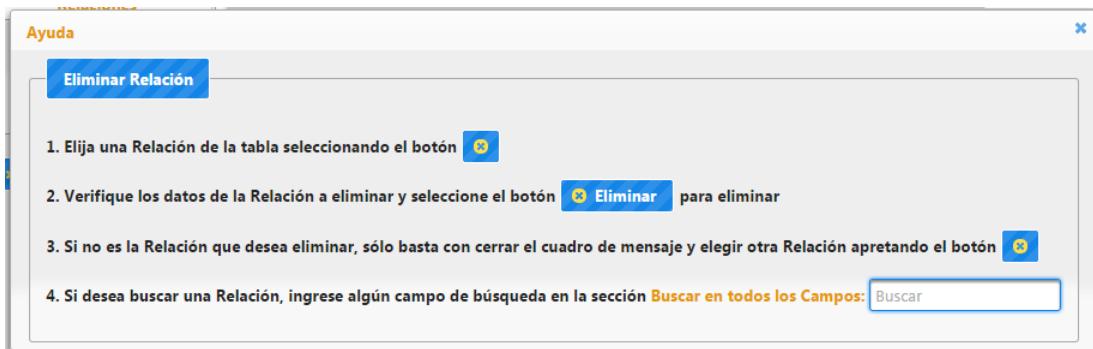


Figura G.93: Eliminar Relación - Ventana de Ayuda.

### G.5.3. Modificar Relación

*Modificar Relación* ofrece al usuario la oportunidad de modificar relaciones de una base de datos. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* a la opción *Gestionar Relaciones*, y luego seleccionar la opción *Modificar Relación*. La Figura G.94 muestra la interfaz de la sección *Modificar Relación*.

Modificar Relación	
	Nombre
	edificios_emp
	despachos
	empleados_adm
	empleados_prod

Figura G.94: Gestionar Relaciones - Modificar Relación.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la modificación de una

relación:

1. Busque la relación a modificar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.95. Puede hacer una búsqueda manual de la, navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando un dato de la relación en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*.

Nombre	
	edificios_emp
	despachos
	empleados_adm
	empleados_prod

Figura G.95: Modificar Relación - Tabla de Relaciones.

2. Seleccione la relación a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.96.

	edificios_emp
	despachos
	empleados_adm
	empleados_prod

Figura G.96: Modificar Relación - Seleccionar Relación.

3. Una vez seleccionada, se desplegará una ventana con los datos de la relación seleccionada. Esta ventana se muestra en la Figura G.97. Si no es la que desea

modificar, basta con cerrar la ventana, seleccionando el botón que está en la esquina superior derecha de la ventana, y seleccionar otra relación.

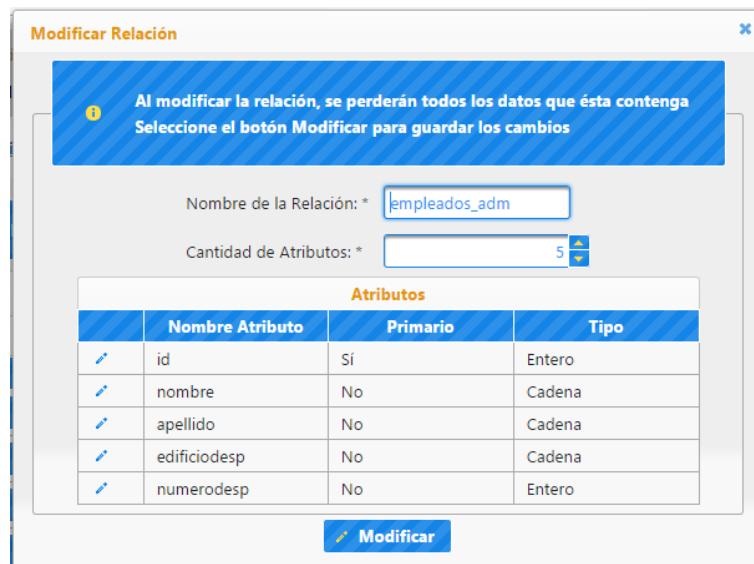


Figura G.97: Modificar Relación - Ventana de Relación.

4. Modifique los datos en el formulario que se presenta en la Figura G.98, agregando el nombre de la relación y la cantidad de atributos que esta tiene. Cada vez que modifique la cantidad de atributos de la relación, la tabla con la especificación de los atributos agregará o quitará atributos dependiendo de la cantidad dada. El reflejo de la cantidad de atributos y cómo se comporta la tabla de especificación de atributos, se presenta en la Figura G.99.

Nombre de la Relación: *	<input type="text" value="empleados_adm"/>
Cantidad de Atributos: *	<input type="text" value="5"/>

Figura G.98: Modificar Relación - Datos de la Relación.

**Importante:** El campo *Nombre de la Relación* debe comenzar con una letra y sólo debe tener caracteres alfanuméricos o el guión bajo. El campo *Cantidad de Atributos* no puede ser menor o igual que 1, sino el sistema no permitirá crear la relación. Todos los campos de esta sección son obligatorios.

Atributos			
	Nombre Atributo	Primario	Tipo
	id	Sí	Entero
	nombre	No	Cadena
	apellido	No	Cadena
	edificiodesp	No	Cadena
	numerodesp	No	Entero

Figura G.99: Modificar Relación - Cantidad de Atributos.

5. Seleccione el atributo a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.100.

	Nombre Atributo
	id
	nombre
	apellido
	edificiodesp
	numerodesp

Figura G.100: Modificar Relación - Seleccionar Atributos.

6. Como se muestra en la Figura G.101, una vez hecha la selección, el atributo seleccionado permitirá cambiar sus datos. Además, puede seleccionar varios atributos y cambiarlos paralelamente.

**Importante:** El campo *Nombre* debe comenzar con una letra y sólo debe tener caracteres alfanuméricos o el guión bajo. Todos los campos de esta ventana son obligatorios.

7. Cuando haya completado la edición de los atributos, seleccione el botón *Aceptar* si desea aceptar los cambios a dicho atributo, o seleccione el botón *Cancelar* si

<input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="x"/>	nombre	No	Cadena
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="x"/>	apellido	No	Cadena
<input type="button" value="pencil"/>	edificiodesp	No	Cadena
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="x"/>	numerodesp	No	Entero

Figura G.101: Modificar Relación - Modificar Atributo.

desea cancelar dichos cambios. Ambos botones aparecen a la izquierda los atributos seleccionados, como se muestra en la Figura G.102.



Figura G.102: Modificar Relación - Aceptar o Cancelar Cambios.

- Finalmente, seleccione el botón *Modificar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana, para guardar los cambios realizados en la relación seleccionada. El botón *Modificar* se muestra en la Figura G.133.



Figura G.103: Modificar Relación - Modificar.

Si necesita ayuda para modificar una relación, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Modificar Relación* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.104 y G.105 respectivamente.



Figura G.104: Modificar Relación - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.105: Modificar Relación - Ventana de Ayuda.

## G.6. Gestionar Tuplas

*Gestionar Tuplas* es una funcionalidad que se presenta tanto para usuarios de *Profesor*, como para usuarios de tipo *Alumno*. En ella, es posible Agregar (Sección G.6.2), Eliminar (Sección G.6.3) y Modificar (Sección G.6.4) tuplas dentro de una relación. Para acceder a ella basta con seleccionar *Gestionar Relaciones* desde el Menú principal y elegir la opción *Gestionar Tuplas*, además de cumplir con ciertos requisitos. Para los usuarios de tipo *Profesor* y *Alumno*, es necesario tener una base de datos cargada, de lo contrario, el sistema impedirá la llegada a esta funcionalidad. Para los usuarios de tipo *Alumno*. La Figura G.106 muestra gráficamente la interfaz de *Gestionar Tuplas*.

	Nombre	Cantidad de Atributos
1.	edificios_emp	2
2.	despachos	3
3.	empleados_adm	5
4.	empleados_prod	5

Figura G.106: Gestionar Tuplas.

### G.6.1. Ver Relación

*Ver Relación* ofrece la opción de ver las *Relaciones* de una base de datos, es decir, cuáles son sus *Tuplas*. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el Menú principal a la opción *Gestionar Relaciones*, y luego seleccionar la opción *Ver Relación*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para ver una tupla:

1. Busque una relación desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.107. Puede hacer una búsqueda manual navegando a través de las etiquetas de página que están en la parte superior e inferior de la *Tabla*. Puede además realizar una búsqueda automática ingresando el nombre de la relación en el cuadro de texto que está en la parte superior derecha de la *Tabla*.

The screenshot shows a user interface for viewing relations. At the top, there is a search bar labeled "Buscar Relación:" with a "Buscar" button. Below the search bar are navigation buttons for pages: back, forward, and a page number indicator set at "1". The main area contains a table with two columns: "Nombre" (Name) and "Cantidad de Atributos" (Number of Attributes). The table lists four relations:

	Nombre	Cantidad de Atributos
●	edificios_emp	2
●	despachos	3
●	empleados_adm	5
●	empleados_prod	5

Figura G.107: Ver Relación - Tabla de Relaciones.

2. Seleccione una relación utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.108.

The screenshot shows a list of relations. The first relation, "edificios\_emp", has a blue circular selection icon to its left, indicating it is selected. The other three relations ("despachos", "empleados\_adm", and "empleados\_prod") do not have this icon.

●	edificios_emp
●	despachos
●	empleados_adm
●	empleados_prod

Figura G.108: Ver Relación - Seleccionar Relación.

3. Una vez seleccionada la relación, seleccione el botón *Ver Relación* que se encuentra en la parte inferior izquierda de la *Tabla* de relaciones, como se muestra en la Figura se desplegará una ventana con los datos de la base de datos seleccionada. Luego de esto, el sistema mostrará las tuplas de la relación seleccionada, tal como se presenta en la Figura G.110. Si desea ver otra relación, seleccione el botón *Atrás* que se encuentra en la parte inferior izquierda de la *Tabla* de tuplas.



Figura G.109: Ver Relación - Botón Ver Relación.

empleados_adm					
	ID (PK) (Entero)	nombre (Cadena)	apellido (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	40444255	Juan	Garcia	Marina	120
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120

Figura G.110: Ver Relación - Tabla de Tuplas.

**Importante:** Debe seleccionar una relación para seleccionar el botón *Atrás*, de lo contrario, el sistema notificará del error, impidiendo la vista de una relación.

Cuando se selecciona una relación y se aprieta el botón *Ver Relación*, la interfaz a mostrar va a depender de ciertos requisitos:

- Si es un usuario de tipo *Profesor*, el sistema muestra una interfaz que permite al profesor *Agregar*, *Eliminar* y *Modificar* las tuplas de la relación seleccionada, además de botones para *Aceptar* o *Cancelar* los cambios realizados en dicha tupla, tal como se muestra en la Figura G.111.
- Si el usuario es de tipo *Alumno* ocurren 2 cosas dependiendo de la base de datos cargada. Si la base de datos cargada le pertenece al alumno que ingresa a la opción *Gestionar Relación*, entonces se mostrará una interfaz idéntica a la del usuario de tipo *Profesor*. De lo contrario, si la base de datos cargada no le pertenece al alumno, sino que a un profesor, entonces el sistema mostrará solamente las tuplas que contiene la relación seleccionada, sin evitando que el usuario pueda hacer cambios

en esta relación. La Figura G.112 muestra la interfaz del alumno que no es dueño de la base de datos cargada.

empleados_prod					
	ID (PK) (Entero)	nombreemp (Cadena)	apellidoemp (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120
●	55898425	Carlos	Buendia	Diagonal	120
●	77232144	Elena	Pla	Marina	230
●	21335245	Jorge	Soler		
●	88999210	Pedro	Gonzalez		

Aceptar     Cancelar

Figura G.111: Ver Relación - Interfaz Profesor y Alumno dueño de la Base de Datos Cargada.

empleados_prod				
ID (PK)	nombreemp	apellidoemp	edificiodesp	numerodesp
33567711	Marta	Roca	Marina	120
55898425	Carlos	Buendia	Diagonal	120
77232144	Elena	Pla	Marina	230
21335245	Jorge	Soler		
88999210	Pedro	Gonzalez		

Figura G.112: Ver Relación - Interfaz Alumno no dueño de la Base de Datos Cargada.

Si necesita ayuda para ver una relación, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Gestionar Tupla* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.113 y G.114 respectivamente.



Figura G.113: Ver Relación - Etiqueta de Ayuda.

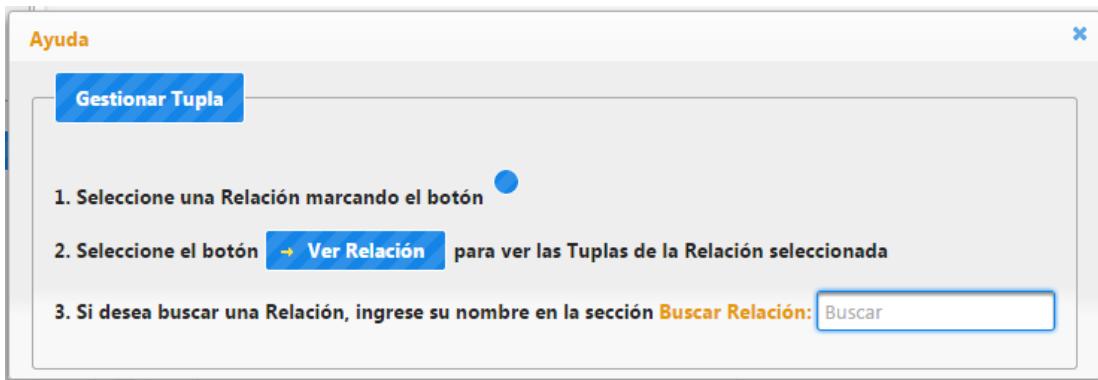


Figura G.114: Ver Relación - Ventana de Ayuda.

## G.6.2. Agregar Tupla

*Agregar Tupla* permite al usuario agregar tuplas a una relación. Para ingresar a esta opción, debe seguir los pasos explicados en la Sección G.6.1. La Figura G.115 muestra la interfaz de la sección *Agregar Tupla*, además de la interfaz para *Eliminar* y *Modificar Tuplas*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para agregar una tupla a una relación:

The screenshot shows a web-based application interface for managing relational queries. At the top left is the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile. To the right of the logo is the title "Gestión de Consultas en Álgebra Relacional". On the far right, there is a user profile for "Sebastián Segovia Profesor". The main menu at the top includes "Gestionar Usuarios", "Gestionar BD", "Gestionar Relaciones", "Gestionar Ejercicios", "Hacer Consulta", and "Ver Estadísticas". Below the menu, a sub-menu titled "Modificar Cuenta" has a "Desconectar" button. The main content area shows a breadcrumb navigation: "Inicio > Gestionar Tupla". A blue header bar for "Gestionar Tupla" contains three buttons: "Agregar Tupla" (highlighted), "Eliminar Tupla", and "Editar Tupla". Below this is a table titled "empleados\_adm" with the following data:

	ID (PK) (Entero)	nombre (Cadena)	apellido (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	40444255	Juan	Garcia	Marina	120
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120

At the bottom of the table are "Aceptar" and "Cancelar" buttons. A "Atrás" button is located at the very bottom left.

Figura G.115: Gestionar Tuplas - Ver Tuplas.

1. Siga los pasos detallados en la Sección G.6.1 para habilitar la opción *Agregar Tupla*.
2. Seleccione el botón *Agregar Tupla* que se encuentra en la parte superior de la *Tabla* de tuplas para agregar una tupla a la relación. Cuando seleccione este botón, en la *Tabla* se agregará una tupla vacía. El botón *Agregar Tupla* y el resultado de la selección de este botón, se muestra en las Figuras G.116 y G.117 respectivamente.



Figura G.116: Agregar Tuplas - Botón Agregar Tupla.

3. Finalmente seleccione el botón *Aceptar* si desea aceptar los cambios realizados en la relación, o el botón *Cancelar* si quiere cancelar dichos cambios. Ambos botones, *Aceptar* y *Cancelar* se encuentran en la parte inferior de la *Tabla* de tupla.

**Importante:** Si decide seleccionar el botón *Aceptar* manteniendo una tupla que

empleados_adm					
	ID (PK) (Entero)	nombre (Cadena)	apellido (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	40444255	Juan	Garcia	Marina	120
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120
●					

Figura G.117: Agregar Tuplas - Tabla de Tuplas.

contenga un atributo *Primario* vacío o un valor inválido para *Tipo de Dato* determinado de algún atributo, el sistema avisará dicho error y evitará guardar cambios. Los atributos primarios tienen una etiqueta “(PK)” a la derecha del nombre del atributo, tal como se muestra en la Figura G.125. Los tipos de datos se encuentran a la derecha del nombre del atributo o a la derecha de la etiqueta “(PK)” en caso de que dicho atributo sea primario. La etiqueta de clave primaria y el tipo de dato de un atributo, se muestra en la Figura G.125. Para modificar datos en alguna tupla, siga los pasos descritos en la Sección G.6.4 *Modificar Tupla*.



Figura G.118: Agregar Tuplas - Etiqueta de Clave Primaria (Primary Key) y Tipo de Dato.

Ante cualquier duda al momento de agregar una tupla, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Gestionar Tupla* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.86 y G.87 respectivamente.



Figura G.119: Agregar Tupla - Etiqueta de Ayuda.

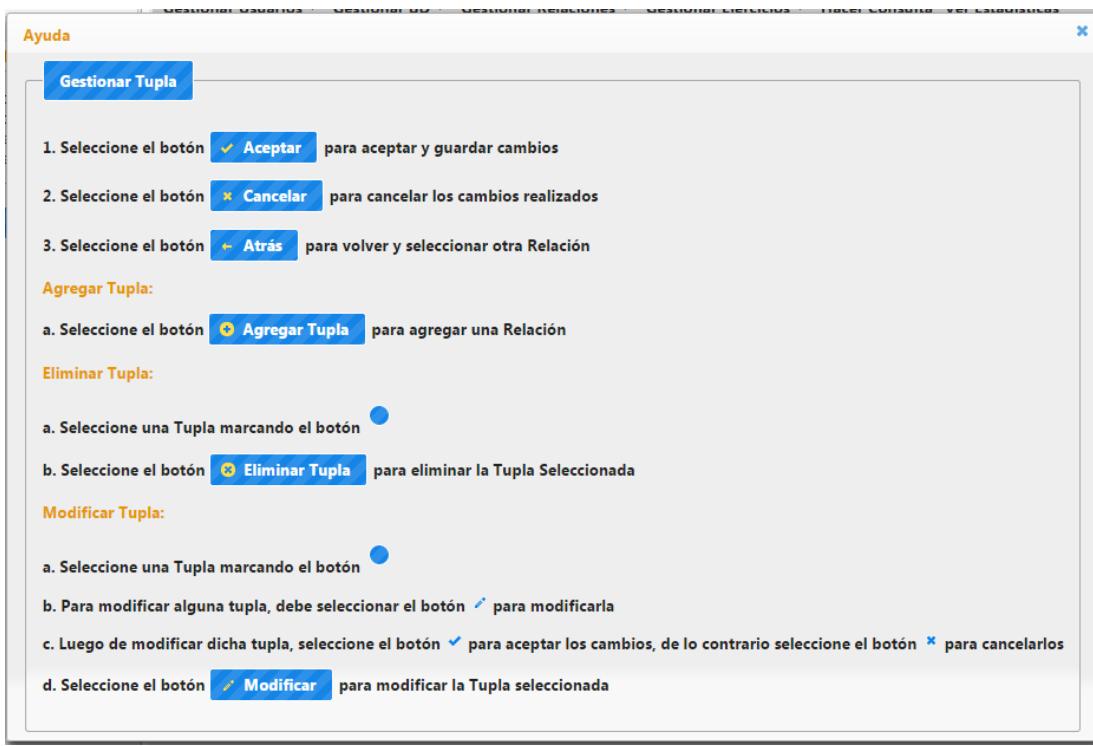


Figura G.120: Agregar Tupla - Ventana de Ayuda.

### G.6.3. Eliminar Tupla

*Eliminar Tupla* permite eliminar tuplas desde una relación. Para ingresar a esta opción, debe seguir los pasos explicados en la Sección G.6.1. La Figura G.115 muestra la interfaz de la sección *Eliminar Tupla*, además de la interfaz para *Agregar* y *Modificar Tuplas*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para eliminar una tupla:

1. Siga los pasos detallados en la Sección G.6.1 para habilitar la opción *Eliminar Tupla*.
2. Busque la tupla a eliminar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.121.
3. Seleccione la tupla a eliminar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.122.

empleados_adm					
	ID (PK) (Entero)	nombre (Cadena)	apellido (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	40444255	Juan	Garcia	Marina	120
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120
●	88231213	Esteban	Ramirez	Marina	120

Figura G.121: Eliminar Tupla - Tabla de Tuplas.

●	40444255
●	33567711
●	88231213

Figura G.122: Eliminar Tupla - Seleccionar Tupla.

4. Seleccione el botón *Eliminar Tupla*, el cual se encuentra en la parte superior de la *Tabla* de tuplas, como se muestra en la Figura G.123.



Figura G.123: Eliminar Tupla- Botón Eliminar Tupla.

**Importante:** Si selecciona el botón *Eliminar Tupla* sin seleccionar alguna tupla, el sistema avisará que no puede hacer ninguna eliminación, ya que debe seleccionar una tupla para poder eliminarla.

5. Finalmente seleccione el botón *Aceptar* si desea aceptar los cambios realizados en la relación, o el botón *Cancelar* si quiere cancelar dichos cambios. Ambos botones, *Aceptar* y *Cancelar* se encuentran en la parte inferior de la *Tabla* de tupla. La Figura G.124 muestra los botones *Aceptar* y *Cancelar*.

**Importante:** Si decide seleccionar el botón *Aceptar* manteniendo una tupla que



Figura G.124: Eliminar Tuplas - Botones Aceptar y Cancelar.

contenga un atributo *Primario* vacío o un valor inválido para *Tipo de Dato* determinado de algún atributo, el sistema avisará dicho error y evitará guardar cambios. Los atributos primarios tienen una etiqueta “(PK)” a la derecha del nombre del atributo, tal como se muestra en la Figura G.125. Los tipos de datos se encuentran a la derecha del nombre del atributo o a la derecha de la etiqueta “(PK)” en caso de que dicho atributo sea primario. La etiqueta de clave primaria y el tipo de dato de un atributo, se muestra en la Figura G.125. Para modificar datos en alguna tupla, siga los pasos descritos en la Sección G.6.4 *Modificar Tupla*.



Figura G.125: Agregar Tuplas - Etiqueta de Clave Primaria (Primary Key) y Tipo de Dato.

Ante cualquier duda al momento de eliminar una tupla, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Gestionar Tupla* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.86 y G.87 respectivamente.

#### G.6.4. Modificar Tupla

*Modificar Tupla* permite modificar tuplas desde una relación. Para ingresar a esta opción, debe seguir los pasos explicados en la Sección G.6.1. La Figura G.115 muestra la interfaz de la sección *Modificar Tupla*, además de la interfaz para *Agregar* y *Eliminar Tuplas*.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para modificar una tupla:

1. Siga los pasos detallados en la Sección G.6.1 para habilitar la opción *Modificar Tupla*.

2. Busque la tupla a modificar desde la *Tabla* que se presenta en la Figura G.126.

empleados_adm					
	ID (PK) (Entero)	nombre (Cadena)	apellido (Cadena)	edificiodesp (Cadena)	numerodesp (Entero)
●	40444255	Juan	Garcia	Marina	120
●	33567711	Marta	Roca	Marina	120
●	88231213	Esteban	Ramirez	Marina	120

Figura G.126: Modificar Tupla - Tabla de Tuplas.

3. Seleccione la tupla a modificar utilizando el botón izquierdo de la *Tabla*, como se muestra en la Figura G.127.

●	40444255
●	33567711
●	88231213

Figura G.127: Modificar Tupla - Seleccionar Tupla.

4. Seleccione el botón *Editar Tupla*, el cual se encuentra en la parte superior de la *Tabla* de tuplas, como se muestra en la Figura G.128.



Figura G.128: Modificar Tupla- Botón Editar Tupla.

**Importante:** Si selecciona el botón *Editar Tupla* sin seleccionar alguna tupla, el sistema avisará que no puede hacer ninguna modificación, ya que debe seleccionar una tupla para poder eliminarla.

5. Luego de seleccionar una tupla y apretar el botón *Editar Tupla*, se desplegará una ventana con la tupla seleccionada. La ventana de modificar se presenta en la Figura G.129.

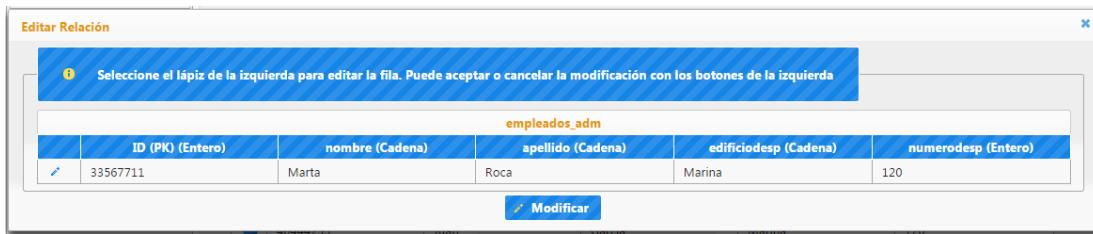


Figura G.129: Modificar Tupla - Ventana de Modificar.

6. Seleccione el botón de la izquierda de la ventana para habilitar la edición de la tupla seleccionada. El botón de edición de tupla se muestra en la Figura G.130 Una vez seleccionado, se habilitará la edición de la tupla, como se muestra en la Figura G.131.

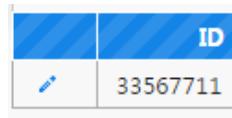


Figura G.130: Modificar Tupla - Editar Tupla Seleccionada.

	33567711	Marta	Roca	Marina	120
--	----------	-------	------	--------	-----

Figura G.131: Modificar Tupla - Editar Campos de la Tupla Seleccionada.

7. Cuando haya completado la edición de los atributos, seleccione el botón *Aceptar* si desea aceptar los cambios a dicho atributo, o seleccione el botón *Cancelar* si desea cancelar dichos cambios. Ambos botones aparecen a la izquierda los atributos seleccionados, como se muestra en la Figura G.132.
8. Seleccione el botón *Modificar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana, para aceptar los cambios realizados en la tupla seleccionada. El botón *Modificar* se muestra en la Figura G.133.



Figura G.132: Modificar Tupla - Aceptar o Cancelar Cambios en la Tupla Seleccionada.



Figura G.133: Modificar Relación - Modificar.

9. Finalmente seleccione el botón *Aceptar* si desea aceptar los cambios realizados en la relación, o el botón *Cancelar* si quiere cancelar dichos cambios. Ambos botones, *Aceptar* y *Cancelar* se encuentran en la parte inferior de la *Tabla de tupla*.

**Importante:** Si decide seleccionar el botón *Aceptar* manteniendo una tupla que contenga un atributo *Primario* vacío o un valor inválido para *Tipo de Dato* determinado de algún atributo, el sistema avisará dicho error y evitará guardar cambios. Los atributos primarios tienen una etiqueta “(PK)” a la derecha del nombre del atributo. Los tipos de datos se encuentran a la derecha del nombre del atributo o a la derecha de la etiqueta “(PK)” en caso de que dicho atributo sea primario. La etiqueta de clave primaria y el tipo de dato de un atributo, se muestra en la Figura G.125. *Modificar Tupla*.

Ante cualquier duda al momento de eliminar una tupla, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Gestionar Tupla* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.86 y G.87 respectivamente.

## G.7. Gestión de Ejercicios

Esta funcionalidad está disponible sólo para usuarios de tipo *Profesor*. En ella, es posible Gestionar (Sección G.7.1) y Responder (Sección G.7.2) ejercicios. Para acceder a ella basta con seleccionar la opción *Gestionar Ejercicios* desde el Menú principal del profesor. El usuario de tipo *Alumno* sólo tiene acceso a la opción Responder Ejercicios G.135, ingresando desde la opción *Responder Ejercicios* en el Menú principal del profesor. Las Figuras G.134 y G.135 muestran las opciones de *Gestionar Ejercicios* para el profesor

y *Responder Ejercicios* para el alumno, respectivamente.

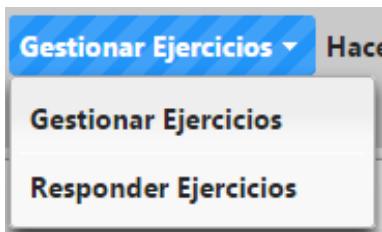


Figura G.134: Gestionar Ejercicios - Interfaz Profesor.



Figura G.135: Responder Ejercicios - Interfaz Alumno.

### G.7.1. Gestión de Ejercicios

*Gestión de Ejercicios* entrega al profesor la opción de modificar los ejercicios de una base de datos. Para acceder a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* a la opción *Gestionar Ejercicios*, y luego seleccionar la opción *Gestionar Ejercicios*. La Figura G.136 muestra la interfaz de la sección *Gestión de Ejercicios*.

A continuación se listan las distintas secciones de esta interfaz y cómo se utilizan:

1. A la derecha de la ventana de *Gestión de Ejercicios*, la sección con los datos de la base de datos cargada muestra otros datos. Además de mostrar el nombre de la base de datos, las relaciones que ésta trae y el botón *Cerrar Base de Datos* para cerrar la base de datos cargada, agrega la sección *Relaciones Auxiliares* que contiene las relaciones creadas por el resultado de una consulta en *Álgebra Relacional*, y la sección *Respuesta Ejercicios* que son las relaciones resultantes de cada ejercicio. La Figura G.137 muestra los datos de la base de dato cargada para la opción de *Gestión de Ejercicios*.
2. Seleccione el botón *Agregar Ejercicios* para agregar un ejercicio al final de la lista de ejercicios o el botón *Quitar Ejercicio* para quitar el último ejercicio de la

The screenshot shows a web-based application for managing relational algebra queries. At the top, there's a header with the logo of the Universidad de Valparaíso, Chile, and a user profile for 'Sebastián Segovia Profesor'. The main menu includes 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', and 'Modificar Cuenta'. A 'Desconectar' button is also present.

The current page is 'Gestionar Ejercicios'. It displays a navigation bar with 'Inicio' and 'Gestionar Ejercicios'. Below this, there's a section for 'Gestionar Ejercicios' with a question mark icon. It shows a counter for 'Cantidad de Preguntas' set to 1, and buttons for '+ Agregar Ejercicio' and '- Quitar Ejercicio'.

A specific exercise is shown in a box labeled 'Ejercicio 1'. The 'Pregunta:' field contains the query: 'Entregar el nombre y el apellido de los empleados que trabajan en producción y administración'. Below it is a toolbar with various relational operators like σ, π, Π, ∏, - (minus), ×, ∘, ∘[ ], ∘[ ], ∘[ ], ∘[ ], ∘[ ]. The 'Ejecutar Consultas:' field contains the SQL-like query: 'empleados\_adm union empleados\_adm;aux1 := empleados\_adm inter empleados\_prod;resp1 := proyectar(nombre,apellido) (aux1);'. The 'Relación Resultante:' field shows the result: '\_respuesta\_ejercicio\_0'. A 'Editar' button is located at the bottom left of this exercise box.

Figura G.136: Gestionar Ejercicios - Gestión de Ejercicios.

lista de ejercicios. Ambos botones se muestran en la Figura G.138. Cada vez que se modifique el campo *Cantidad de Preguntas*, las pestañas de *Ejercicios* que se muestra en la Figura G.139, cambiarán aumentando o disminuyendo la cantidad de ejercicios dependiendo del valor dado, como se muestra en la Figura G.140.



Figura G.137: Gestión de Ejercicios - Datos de la Base de Datos Cargada.

Cantidad de Preguntas:	<input type="text" value="1"/>	<b>+ Agregar Ejercicio</b>	<b>- Quitar Ejercicio</b>
------------------------	--------------------------------	----------------------------	---------------------------

Figura G.138: Gestión de Ejercicios - Cantidad de Ejercicios.

**Importante:** Cada vez que agregue un ejercicio nuevo, el campo *Relación Resultante* de los ejercicios anteriores, deben contener el nombre de una relación que exista en la base de datos cargada, es decir, que se encuentre dentro de la lista de *Relaciones*, *Relaciones Auxiliares* o *Respuesta Ejercicios*; de lo contrario, el sistema no permitirá agregar un nuevo ejercicio. Además, todos los campos de los ejercicios son obligatorios, por lo que si desea agregar un nuevo ejercicio, asegúrese que los ejercicios anteriores tengan todos sus campos llenos.

3. Para editar un ejercicio, seleccione la pestaña del ejercicio a modificar y apriete el botón *Editar*, que se encuentra en la parte inferior izquierda de la sección de Ejercicios que se muestran en la Figura G.139, para editar el ejercicio seleccionado. El botón *Editar* se muestra en la Figura G.141.

The screenshot shows the 'Ejercicio 2' tab selected. The 'Pregunta:' field contains the text 'Entregar el nombre y el apellido de los empleados que trabajan en producción y administración'. Below it is a toolbar with various symbols for database operations like SELECT, FROM, WHERE, etc. The 'Consultas:' field contains the SQL query: 'empleados\_adm union empleados\_adm;aux1 := empleados\_adm inter empleados\_prod;resp1 := proyectar(nombre,apellido) (aux1);'. The 'Relación Resultante:' field is set to '\_respuesta\_ejercicio\_0'. At the bottom right is a blue 'Ejecutar' button with a checkmark icon.

Figura G.139: Gestión de Ejercicios - Ejercicios.

The screenshot shows the 'Ejercicio 2' tab selected. At the top, there are buttons for 'Cantidad de Preguntas:' (set to 2), '+ Agregar Ejercicio', and '- Quitar Ejercicio'. The 'Ejercicio 1' tab is also visible.

Figura G.140: Gestión de Ejercicios - Cantidad de Ejercicios - Modificado.



Figura G.141: Gestión de Ejercicios - Botón Editar.

- Luego de seleccionar el botón *Editar*, la sección Ejercicios cambiará a un formulario que se muestra en la Figura G.142. Agregue la pregunta del ejercicio en el campo *Pregunta*, ejecute las consultas con la herramienta de ejecución de consultas en el campo *Ejecutar Consultas*. Si necesita ayuda para ejecutar consultas, ingrese a la Sección G.8 Hacer Consultas. Cada vez que ejecute una consultas, serán guardadas en el campo *Consultas*, para indicar que esas fueron las consultas realizadas para llegar a la solución. En al campo *Relación Resultante* ingrese la relación solución para el ejercicio seleccionado.

**Importante:** El campo *Relación Resultante* debe contener el nombre de una relación que exista en la base de datos cargada, es decir, que se encuentre dentro de la lista de *Relaciones*, *Relaciones Auxiliares* o *Respuesta Ejercicios*; de lo contrario, el sistema

Ejercicio 1    Ejercicio 2

Pregunta: \* Entregar el nombre y el apellido de los empleados que trabajan en producción y administración

Ejecutar Consultas:

Consultas: \*

Relación Resultante: \*\_respuesta\_ejercicio\_0

Figura G.142: Gestión de Ejercicios - Editar Ejercicio.

no dejará guardar los cambios en la lista de ejercicios. Todos los campos de este formulario son obligatorios.

- Si desea eliminar el ejercicio seleccionado, seleccione el botón *Eliminar* que se encuentra en la parte inferior del formulario de Ejercicio, y el sistema mostrará un mensaje preguntando si desea eliminar el ejercicio. Puede confirmar para eliminar el ejercicio guardado o puede rechazar para evitar la eliminación. El botón eliminar y el cuadro de mensaje se muestran en las Figuras G.143 y G.144 respectivamente.



Figura G.143: Gestión de Ejercicios - Botón Eliminar Ejercicio.

- Si está editando un ejercicio que existía con anterioridad en la base de datos, puede seleccionar el botón *Ver Respuesta* que se encuentra en la parte inferior del formulario de ejercicio, para mostrar la respuesta que anteriormente tenía el ejercicio. El botón *Ver Respuesta* y la ventana que contiene la respuesta anterior del ejercicio se encuentran en las Figuras G.145 y G.146 respectivamente.

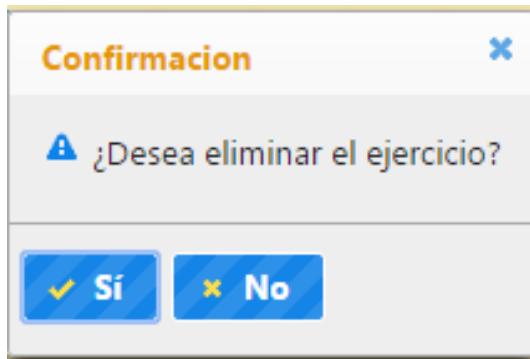


Figura G.144: Gestión de Ejercicios - Confirmación de Eliminación de Ejercicio.



Figura G.145: Gestión de Ejercicios - Botón Ver Respuesta.

Resultado				
<u>_respuesta_ejercicio_0</u>				
id	nombre	apellido	edificiodesp	numerodesp
40444255	Juan	Garcia	Marina	120
88999210	Pedro	Gonzalez	Nulo	Nulo
33567711	Marta	Roca	Marina	120
21335245	Jorge	Soler	Nulo	Nulo
55898425	Carlos	Buendia	Diagonal	120
77232144	Elena	Pla	Marina	230

Figura G.146: Gestión de Ejercicios - Resultado de Ver Respuesta.

7. Seleccione el botón *Listo* que se encuentra en la parte inferior del formulario de ejercicio, para terminar la edición del ejercicio seleccionado y volver a la vista actual, como se muestra en la Figura G.139. El botón *Listo* se muestra en la Figura G.147.



Figura G.147: Gestión de Ejercicios - Botón Listo.

8. Si desea cancelar los cambios realizados en los ejercicios de la base de datos cargada, seleccione el botón *Cancelar Cambios* se que encuentra en la parte inferior de la página. De esta forma el sistema volverá a la página inicial, sin realizar cambios en los ejercicios de la base de datos cargada. Si desea aceptar los cambios realizados, seleccione el botón *Guardar Cambios* para que el sistema guarde los cambios realizados a los ejercicios. Los botones *Cancelar Cambios* y *Guardar Cambios* se muestran en la Figura G.148.



Figura G.148: Gestión de Ejercicios - Botones Guardar Cambios y Cancelar Cambios.

**Importante:** Los campos *Relación Resultante* de todos los ejercicios, deben contener el nombre de una relación que exista en la base de datos cargada, es decir, que se encuentre dentro de la lista de *Relaciones*, *Relaciones Auxiliares* o *Respuesta Ejercicios*; de lo contrario, el sistema no dejará guardar los cambios en la lista de ejercicios. Todos los campos de todos los ejercicios son obligatorios.

Si necesita ayuda para gestionar ejercicios, puede seleccionar el signo de interrogação a la derecha de la etiqueta *Gestionar Ejercicios* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.149 y G.150 respectivamente.

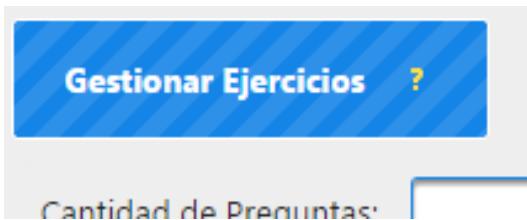


Figura G.149: Gestión de Ejercicios - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.150: Gestión de Ejercicios - Ventana de Ayuda.

### G.7.2. Responder Ejercicios

*Responder Ejercicios* ofrece la opción de responder los ejercicios que contiene una base de datos. Para acceder a esta opción, debe ingresar desde el Menú a la opción *Gestionar Ejercicios*, y luego seleccionar la opción *Responder Ejercicios* en caso de que sea un usuario de tipo *Profesor*, o ingresar desde el Menú a la opción *Responder Ejercicios*, en caso de ser un usuario de tipo *Alumno*. La Figura G.151 muestra la interfaz de la sección *Responder Ejercicios*.

A continuación se definen una serie de pasos para responder una guía de ejercicios:

- A la derecha de la ventana de *Responder Ejercicios*, la sección con los datos de la base de datos cargada muestra otros datos. Además de mostrar el nombre de la base de datos, las relaciones que ésta trae y el botón *Cerrar Base de Datos* para cerrar la base de datos cargada, agrega la sección *Relaciones Auxiliares* que contiene las relaciones creadas por el resultado de una consulta en *Álgebra Relacional*. La Figura G.152 muestra los datos de la base de dato cargada para la opción de *Responder Ejercicios*.

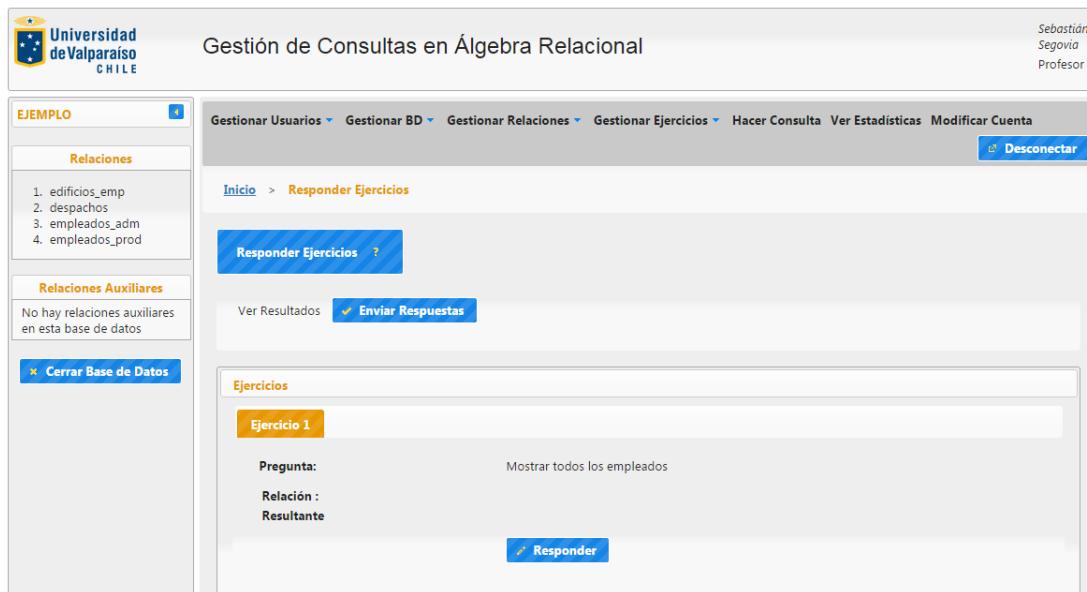


Figura G.151: Gestionar Ejercicios - Responder Ejercicios.



Figura G.152: Responder Ejercicios - Datos de la Base de Dato Cargada.

- Seleccione un ejercicio desde la sección de ejercicios que se muestra en la Figura G.153 utilizando las pestañas superiores, y luego seleccione el botón *Responder* para responder dicho ejercicio. El botón *Responder* se muestra en la Figura G.154.

The screenshot shows a user interface for exercises. At the top, there's a header labeled 'Ejercicios'. Below it, a yellow box contains the text 'Ejercicio 1'. To the right of this box, there are two input fields: 'Pregunta:' with the value 'Mostrar todos los empleados' and 'Relación:' with the value 'Resultante'. At the bottom of the yellow box is a blue button labeled 'Responder' with a pencil icon.

Figura G.153: Responder Ejercicios - Ejercicios.



Figura G.154: Responder Ejercicios - Botón Responder.

- Luego de seleccionar el botón *Responder*, la sección de ejercicios se transformará en un formulario para responder dicho ejercicio, como se muestra en la Figura G.155.

The screenshot shows the same interface as Figura G.153, but the 'Resultante' field now contains a single-line text input box. Below the input box is a blue 'Aceptar' (Accept) button with a checkmark icon.

Figura G.155: Responder Ejercicios - Formulario de Ejercicio.

- Utilice la herramienta de ejecución de consultas que se encuentra al inferior del formulario de ejercicio, para realizar las consultas necesarias para generar la relación que será utilizada como respuesta. Esta relación debe ser agregada en el campo *Relación Resultante* del formulario del ejercicio. La Figura G.156 presenta la interfaz de la herramienta de consultas.

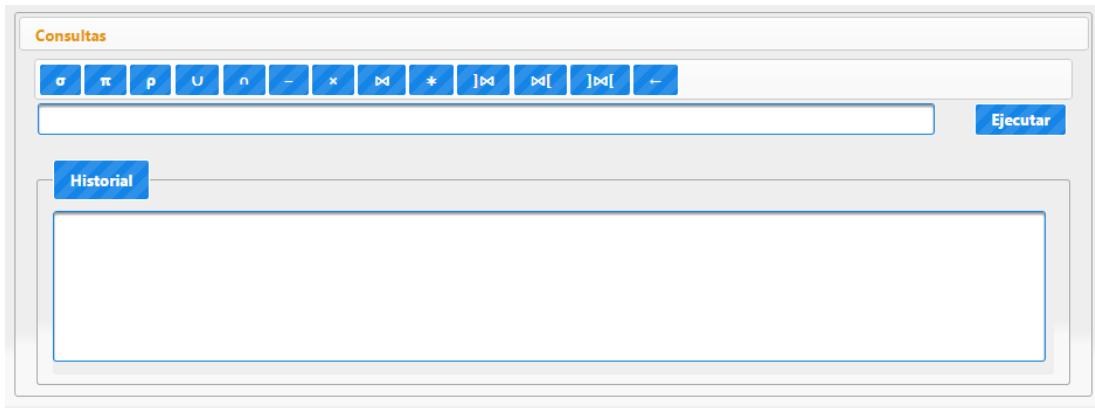


Figura G.156: Responder Ejercicios - Herramienta de Consulta.

**Importante:** Si utiliza un nombre relación auxiliar como respuesta para un determinado ejercicio, y luego utiliza ese mismo nombre para otro ejercicio, la relación anterior será sobre-escrita por el sistema y quedará con la respuesta como la nueva relación. Se recomienda diferenciar las distintas respuestas para cada ejercicio, de esta manera impedirá la sobre-escritura de alguna relación.

- Cuando listo, seleccione el botón *Aceptar* para terminar de responder el ejercicio seleccionado, transformando así el formulario de respuesta que se muestra en la Figura G.155, en la sección de respuestas antes mostrado en la Figura G.153. El botón *Aceptar* se presenta en la Figura G.157.

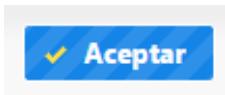


Figura G.157: Responder Ejercicios - Botón Aceptar.

- Finalmente, cuando haya terminado la guía de ejercicios, seleccione el botón *Enviar Respuestas* que se encuentra en la parte superior de la sección de ejercicios, para terminar el desarrollo de la guía y obtener una calificación. Para obtener ayuda para obtener una calificación, revise la Sección G.7.3 *Obtener Calificación*. El botón *Enviar Respuesta* se muestra en la Figura G.158.

Ante cualquier duda al momento de responder los ejercicios, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Responder Ejercicios* para desplegar



Figura G.158: Responder Ejercicios - Botón Obtener Enviar Respuestas.

una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.159 y G.160 respectivamente.

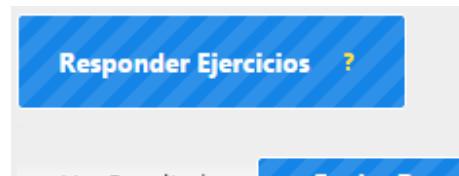


Figura G.159: Responder Ejercicios - Etiqueta de Ayuda.

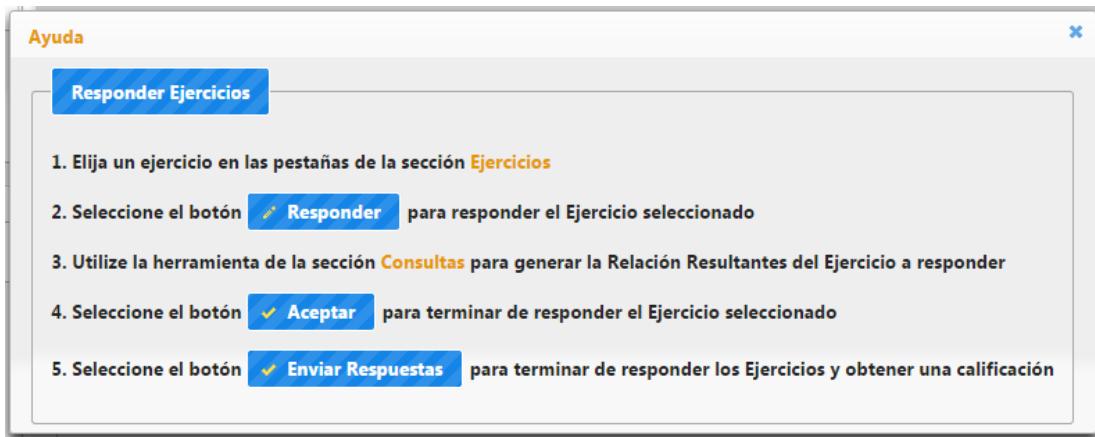


Figura G.160: Responder Ejercicios - Ventana de Ayuda.

### G.7.3. Obtener Calificación

*Obtener Calificación* permite al usuario ver su desempeño luego de responder los ejercicios de una base de datos cargada. Para ingresar a esta opción, se debe ingresar desde la opción *Responder Ejercicios*, y luego seleccionar la opción *Enviar Resultados*, tal como se explicó en la Sección G.7.2. La Figura G.161 muestra la interfaz de la sección *Obtener Calificación*.

Figura G.161: Gestión de Ejercicios - Obtener Calificación.

A continuación se listan las partes de la interfaz para obtener calificación:

- La sección *Resultados por Ejercicios* muestra al usuario los resultados de cada ejercicio, mostrando la pregunta del ejercicio, las consultas esperadas para obtener un resultado correcto, y finalmente el resultado. Se puede revisar cada ejercicio, seleccionando las pestañas que se encuentran en la parte superior de la sección de resultados por ejercicio. Además, se puede ver la respuesta que se envió a revisar, seleccionando el botón *Ver Tu Respuesta*; y se puede ver la respuesta correcta, oprimiendo el botón *Ver Respuesta Esperada*. La sección *Resultado por Ejercicio* y los botones *Ver Tu Respuesta* y *Ver Respuesta Esperada*, se muestran en las Figuras G.162 y G.163 respectivamente.
- La sección *Resultados Globales* muestra al usuario resultados globales de las respuestas enviadas, mostrando la cantidad de respuestas correctas, incorrectas, omitidas

The screenshot shows a user interface for exercise results. At the top, it says "Resultados por Ejercicio". Below that, "Ejercicio 1" is highlighted in orange. The details for the exercise are as follows:

<b>Pregunta:</b>	Mostrar todos los empleados
<b>Consultas Esperadas:</b>	empleados := empleados_adm union empleados_prod;
<b>Resultado:</b>	Correcto

At the bottom, there are two buttons: "Ver Tu Respuesta" and "Ver Respuesta Esperada".

Figura G.162: Obtener Calificación - Resultado por Ejercicio.

[Ver Tu Respuesta](#)   [Ver Respuesta Esperada](#)

Figura G.163: Obtener Calificación - Botones Ver tu Respuesta y Ver Respuesta Esperada.

y la nota porcentual. La sección *Resultados Globales* se puede ver en la Figura G.164.

The screenshot shows a summary of global results. At the top, it says "Resultados Globales". The statistics are as follows:

<b>Respuestas Correctas:</b>	1
<b>Respuestas Incorrectas:</b>	0
<b>Respuestas Omitidas:</b>	0
<b>Nota Porcentual:</b>	100.0%

Figura G.164: Obtener Calificación - Resultados Globales.

3. Finalmente, en la parte inferior de la página, se muestra la opción *Volver al Inicio*, para volver a la página principal del sistema, como se presentan en la Figura G.165.



Figura G.165: Obtener Calificación - Volver al Inicio.

Si necesita ayuda para la sección obtener calificación, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Obtener Calificación* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.166 y G.167 respectivamente.

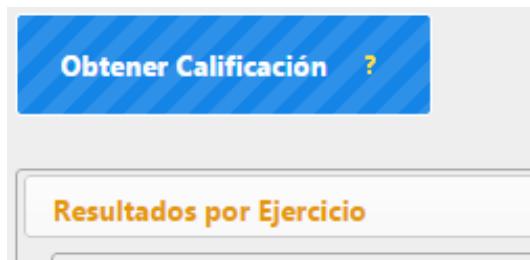


Figura G.166: Obtener Calificación - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.167: Obtener Calificación - Ventana de Ayuda.

## G.8. Hacer Consulta

Esta funcionalidad se presenta tanto para usuarios de *Profesor*, como para usuarios de tipo *Alumno*. En ella, es posible *Hacer Consultas* dentro de una base de datos. Para acceder a ella basta con seleccionar la opción *Gestionar Relaciones* desde el Menú principal, además de tener una base de datos cargada para poder hacer consultas dentro de ella. Las Figuras G.168 y G.169 muestra gráficamente como se ve la opción del menú y la interfaz de *Hacer Consultas*.



Figura G.168: Hacer Consulta - Menú.

A screenshot of a web-based application interface. At the top, there's a header with the logo of the University of Valparaíso, the text "Gestión de Consultas en Álgebra Relacional", and a user profile for "Sebastián Segovia Profesor". Below the header is a navigation bar with links like "Gestionar Usuarios", "Gestionar BD", "Gestionar Relaciones", "Gestionar Ejercicios", "Hacer Consulta", "Ver Estadísticas", and "Modificar Cuenta". On the far right of the header is a "Desconectar" button. The main content area has a title "Hacer Consulta" with a help icon. Below it is a section titled "Resultado" containing a text input field with placeholder text "Ingrese su consulta en Álgebra Relacional". At the bottom of the interface, there's a footer with the word "Consultas" and a series of small blue icons.

Figura G.169: Hacer Consulta.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para hacer una consulta en una base de datos:

1. A la derecha de la ventana de *Hacer Consultas*, la sección con los datos de la base de datos cargada muestra otra información. Además de mostrar el nombre de la base de datos, las relaciones que ésta trae y el botón *Cerrar Base de Datos* para cerrar

la base de datos cargada, agrega la sección *Relaciones Auxiliares* que contiene las relaciones creadas por el resultado de una consulta en *Álgebra Relacional*. La Figura G.170 muestra los datos de la base de dato cargada para la opción de *Hacer Consulta*.



Figura G.170: Hacer Consulta - Datos de la Base de Datos Cargada.

2. En la parte inferior de la ventana de *Hacer Consultas*, se encuentra la sección de *Consultas*, donde es posible ingresar consultas en *Álgebra Relacional* y ejecutarlas. La sección de *Consultas* se muestra en la Figura G.172.
3. Dentro de la sección de *Consultas*, puede ingresar en un cuadro de texto una consulta en *Álgebra Relacional*, y luego seleccionar el botón *Ejecutar* para ejecutar dicha consulta. Luego de esto, en la sección *Resultado*, se muestra el resultado de la consulta ejecutada. El cuadro de texto y el botón *Ejecutar*, junto con la sección *Resultado*, se muestran en las Figuras G.172 y G.173.

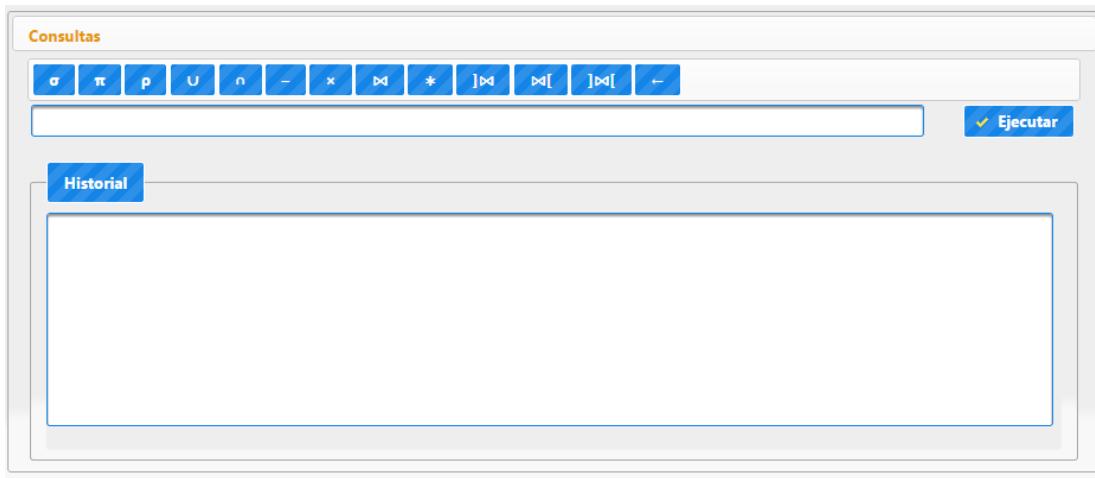


Figura G.171: Hacer Consulta - Consultas.



Figura G.172: Hacer Consulta - Herramienta de Consultas.

Resultado	
nombre	apellido
Juan	Garcia
Marta	Roca

Figura G.173: Hacer Consulta - Resultado de una Consulta.

**Importante:** Las consultas en *Álgebra Relacional* que soporta la herramienta de consultas, deben ser ingresadas correctamente, siguiendo una sintaxis específica. Si tiene dudas de cómo se escribe una consulta, seleccione el botón que necesite, dependiendo del tipo de consulta en *Álgebra Relacional* que necesite. La Figura G.174 muestra los botones de las consultas de *Álgebra Relacional*. Para mayor información sobre las consultas en *Álgebra Relacional*, diríjase a la Sección 2.3.



Figura G.174: Hacer Consulta - Botones de Álgebra Relacional

4. Finalmente, luego de ejecutar una consulta, el sistema guardará dicha consulta y la agregará en la sección *Historial*, como se muestra en la Figura G.175.

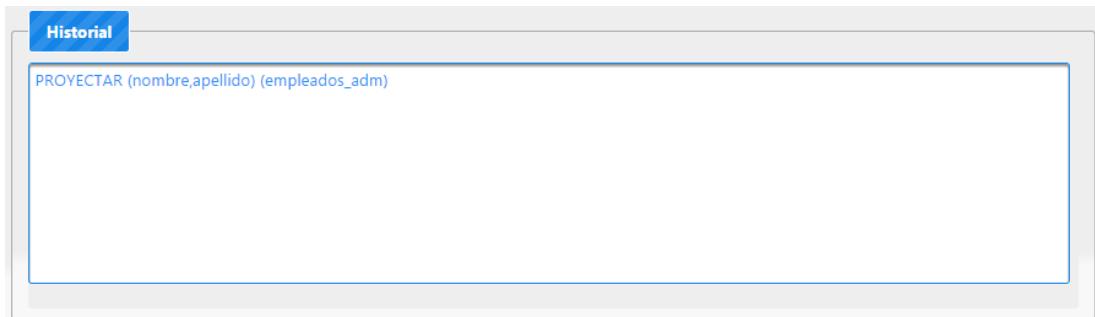


Figura G.175: Hacer Consulta - Historial de Consultas

Ante cualquier duda al momento de hacer una consulta, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Hacer Consulta* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.176 y G.177 respectivamente.

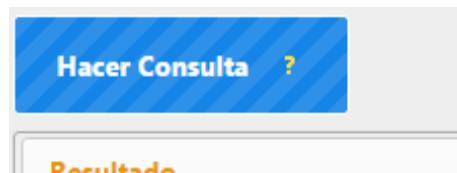


Figura G.176: Hacer Consulta - Etiqueta de Ayuda.

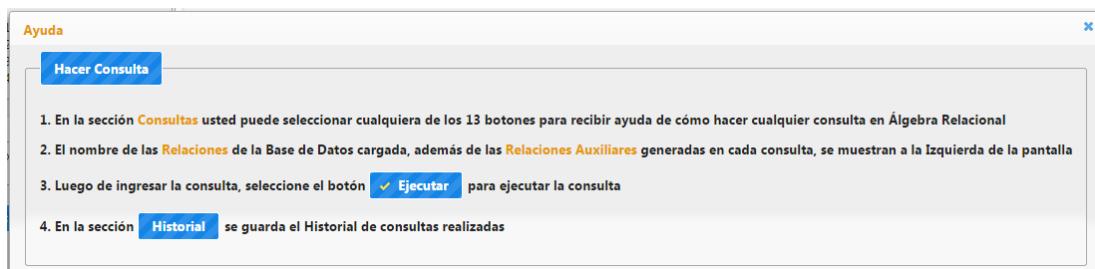


Figura G.177: Hacer Consulta - Ventana de Ayuda.

## G.9. Ver Estadísticas

*Ver Estadísticas* es una funcionalidad sólo disponible para usuarios de tipo *Profesor*. Ésta permite al usuario ver las estadísticas de una base de datos. Para ingresar a esta opción, se debe seleccionar desde el *Menú* la opción *Ver Estadísticas*. Las Figuras G.178 y G.179 muestran gráficamente como se ve la opción desde el menú y la interfaz de *Ver Estadísticas*.

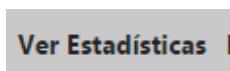


Figura G.178: Ver Estadísticas - Menú.

The screenshot shows the 'Ver Estadísticas' interface. At the top, there's a header with the University of Valparaíso logo, the text 'Gestión de Consultas en Álgebra Relacional', and a user profile for 'Sebastián Segovia Profesor'. Below the header is a navigation bar with links like 'Gestionar Usuarios', 'Gestionar BD', 'Gestionar Relaciones', 'Gestionar Ejercicios', 'Hacer Consulta', 'Ver Estadísticas', and 'Modificar Cuenta'. A 'Desconectar' button is also present. The main content area has a breadcrumb trail 'Inicio > Ver Estadísticas'. It features a 'Descargar' section with a checked 'Generar Descarga' checkbox and four buttons: 'Descargar Todo', 'Descargar Resultados', 'Descargar Respuestas', and 'Descargar Consultas'. Below this is an 'Estadísticas' section with fields for 'Seleccionar una Base de Datos' (containing 'ejemplo\_17134298') and 'Seleccionar una Fecha', followed by a 'Ver Estadísticas' button.

Figura G.179: Ver Estadísticas.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para ver las estadísticas de una base de datos :

1. En la sección *Descargas*, tiene la posibilidad de descargar un archivos con extensión *ARFF* para ser utilizado en WEKA<sup>1</sup>, un software de Minería de Datos. Estos archivos contienen el trabajo que realizan los alumnos, al momento de responder

<sup>1</sup><http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/>

los ejercicios de cada base de datos. Los archivos se dividen en: archivos con los datos de los resultados de las guías de ejercicio, archivos con cada respuesta de cada ejercicio de las guías de ejercicios, archivos con las consultas realizadas en cada respuesta, y finalmente un archivo con todos los datos nombrados anteriormente. Para ello, debe seleccionar el botón *Generar Descarga* para generar los archivos antes descritos. Luego, seleccione cualquiera de los botones *Descargar Todo*, *Descargar Resultados*, *Descargar Respuestas* o *Descargar Consultas*, dependiendo de lo que necesite. La sección *Decargar* antes y después de seleccionar el botón *Generar Descarga*, se muestran en las Figuras G.180 y G.181 respectivamente.

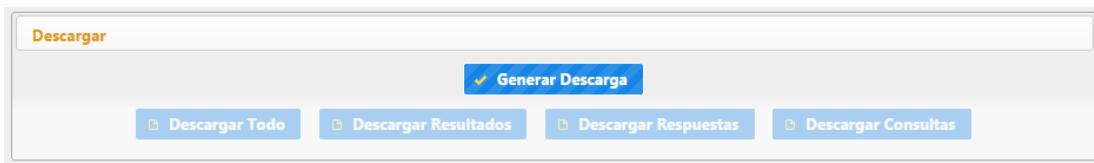


Figura G.180: Ver Estadísticas - Descargar.

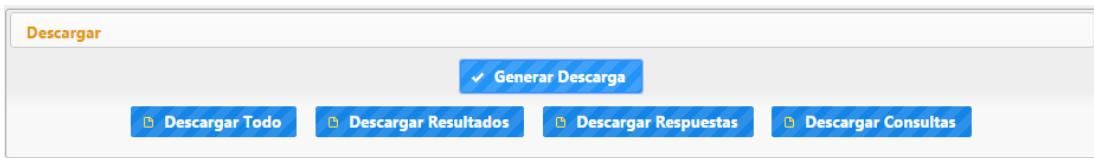


Figura G.181: Ver Estadísticas - Descargas Activadas.

2. En la sección *Estadísticas*, puede seleccionar una base de datos específica y ver estadísticos descriptivos de dicha base de datos, tal como se muestra en la Figura G.182. Para ello, seleccione una base de datos y la fecha de dicha base de datos. Luego seleccione el botón *Ver Estadísticas* para ver las estadísticas de la base de datos seleccionada. La selección de bases de datos, junto con la selección de fechas y el botón *Ver Estadísticas*, se muestran en la Figura G.183.
3. Finalmente, en la parte inferior de la sección *Estadísticas*, se muestran las estadísticas descriptivas de la base de datos seleccionada. Entre estos datos se encuentra: *Cantidad de Ejercicios Resueltos*, *Promedio de Respuestas Correctas*, *Promedio de Respuestas Erróneas*, *Promedio de Respuestas Omitidas*, *Promedio de Tiempo de Respuestas*, *Promedio de Intento de Respuestas* y *Porcentaje de Respuestas Correctas*. Además, a la derecha de estos datos, se muestra un gráfico de barras con la cantidad de *Respuestas Acertadas*, *Total de Respuestas realizadas* e

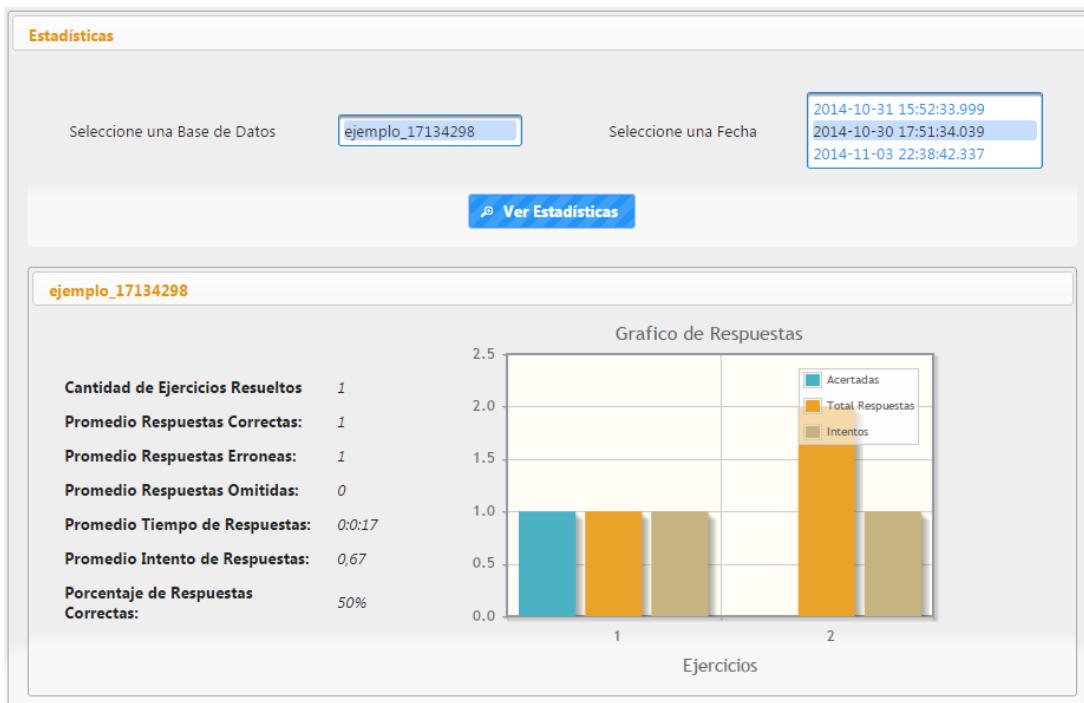


Figura G.182: Ver Estadísticas - Estadísticas.



Figura G.183: Ver Estadísticas - Seleccionar una Base de Datos.

intentos *Intentos por Respuesta*, para cada ejercicio de la base de datos seleccionada. Los estadísticas descriptivos y el gráfico de barras se muestra en la Figura G.184.

Si necesita ayuda para ver estadísticas, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Ver Estadísticas* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.185 y G.186 respectivamente.

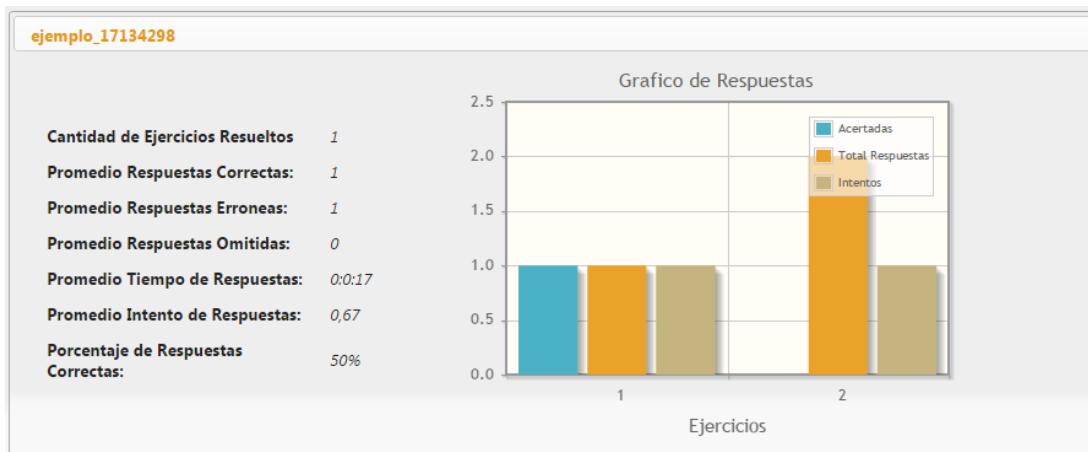


Figura G.184: Ver Estadísticas - Estadísticas Descriptivas y Gráficos de la Base de Datos.

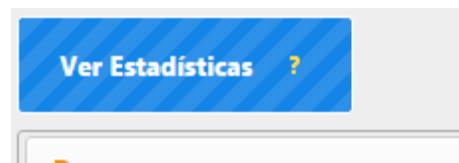


Figura G.185: Ver Estadísticas - Etiqueta de Ayuda.

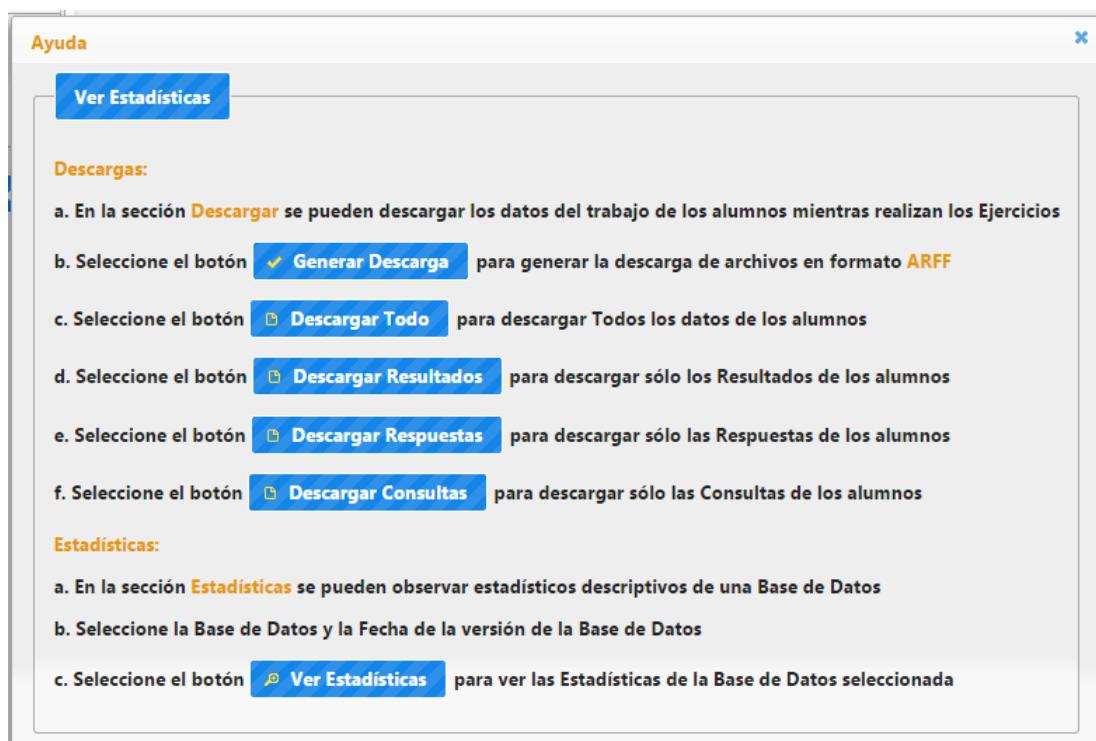


Figura G.186: Ver Estadísticas - Ventana de Ayuda.

## G.10. Modificar Cuenta Propia

*Modificar Cuenta Propia* permite al usuario cambiar sus datos dentro del sistema. Para ingresar a esta opción, debe ingresar desde el *Menú* del profesor a la opción *Modificar Cuenta*. La Figura G.187 muestra la interfaz de la sección *Modificar Cuenta*.

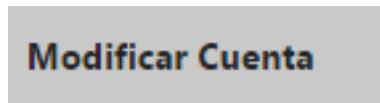


Figura G.187: Modificar Cuenta Propia.

Dependiendo de si es un usuario de tipo *Profesor* o *Alumno*, el sistema desplegará distintas interfaces. La Figura G.188 muestra la interfaz para modificar cuenta del usuario de tipo *Profesor*, mientras que la figura G.189 presenta la interfaz para modificar cuenta del usuario de tipo *Alumno*.

Figura G.188: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor.

A continuación se muestran una serie de pasos a seguir para la modificación de cuenta desde la interfaz del *Profesor*:

1. Ingrese sus *Datos Académicos* rellenando el formulario determinado y luego seleccione el botón *Siguiente* para avanzar al siguiente formulario. El formulario y

Figura G.189: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno.

Figura G.190: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Datos Académicos.

el botón *Siguiente* se presentan en la Figura G.190.

**Importante:** Los campos *Primer Nombre*, *Segundo Nombre*, *Apellido Paterno* y *Apellido Materno*, solamente debe ingresar datos de tipo alfabético. El campo *Año del Curso* sólo debe ingresar datos de tipo numérico. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

2. Ingrese sus *Datos de la Cuenta* llenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.191.

**Importante:** El campo *Rut* sólo aceptará 8 valores numéricos pertenecientes al

Datos de la Cuenta

Rut \* 17134298

Mail \* s.segovia.c@gmail.com

Contraseña \*

Confirmar Contraseña \*

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.191: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Datos de la Cuenta.

Rut del nuevo usuario sin el dígito verificador. En el caso de contar con un Rut de 7 valores, deberá anteponer el “0” y luego ingresar su Rut. El campo *Mail* sólo aceptará correos electrónicos válidos. Tanto el campo *Contraseña* como *Confirmar Contraseña* deben ser iguales. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

- Finalmente, verifique los *Datos Académicos* y los *Datos de Cuenta* en la sección *Verificar Datos*. Si éstos están correctos, seleccione el botón *Modificar* para modificar su cuenta. Si lo desea, puede seleccionar el botón *Atrás* para volver a los formularios anteriores. El formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* se presentan en la Figura G.192.

Verificar Datos

Datos Académicos

Primer Nombre: Sebastián  
Segundo Nombre: Andrés  
Apellido Paterno: Segovia  
Apellido Materno: Cordero  
Año del Curso: 2014

Datos de Cuenta

Rut: 17134298  
Mail: s.segovia.c@gmail.com  
Pass: pass

[Modificar](#)

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.192: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Profesor - Verificar Datos.

Luego de explicar la funcionalidad *Modificar Cuenta Propia* desde la interfaz del usuario de tipo *Profesor*, ahora se qué hacer para *Modificar Cuenta Propia* desde la interfaz del *Alumno*:

1. Ingrese sus *Datos Personales* llenando el formulario determinado y luego seleccione el botón *Siguiente* para avanzar al siguiente formulario. El formulario y el botón *Siguiente* se presentan en la Figura G.193.

Datos Académicos

Año de Ingreso \* 2009

Vez Cursando \* 3

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.193: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos Académicos.

**Importante:** Los campos *Primer Nombre*, *Segundo Nombre*, *Apellido Paterno* y *Apellido Materno*, solamente debe ingresar datos de tipo alfabético. El campo *Edad* sólo debe ingresar datos de tipo numérico. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

2. Ingrese sus *Datos de la Cuenta* llenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.194.

Datos de la Cuenta

Rut \* 22222222

Mail \* alumno@mail.com

Contraseña \*   
.....

Confirmar Contraseña \*   
.....

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.194: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos de la Cuenta.

**Importante:** El campo *Rut* sólo aceptará 8 valores numéricos pertenecientes al Rut del nuevo usuario sin el dígito verificador. En el caso de contar con un Rut de 7 valores, deberá anteponer el “0” y luego ingresar su Rut. El campo *Mail* sólo aceptará correos electrónicos válidos. Tanto el campo *Contraseña* como *Confirmar Contraseña* deben ser iguales. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

3. Ingrese los *Datos Académicos* llenando el formulario y luego vuelva a seleccione el botón *Siguiente* para avanzar el formulario. Además, tiene la opción de seleccionar

el botón *Atrás* si es que desea volver al formulario anterior. El formulario y los botones *Siguiente* y *Atrás* se presentan en la Figura G.195.

Datos Académicos

Año de Ingreso \* 2009

Vez Cursando \* 3

[Atrás](#) [Siguiente](#)

Figura G.195: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Datos Académicos.

**Importante:** El campo *Año de Ingreso* y *Ver Curzando* sólo aceptará valores numéricos. Todos los campos que se presentan en este formulario son obligatorios.

- Finalmente, verifique los *Datos Personales*, *Datos Académicos* y los *Datos de Cuenta* en la sección *Verificar Datos*. Si éstos están correctos, seleccione el botón *Modificar* para modificar su cuenta. Si lo desea, puede seleccionar el botón *Atrás* para volver a los formularios anteriores. El formulario y los botones *Confirmar* y *Atrás* se presentan en la Figura G.196.

Verificar Datos

Datos Personales

Primer Nombre: José  
Segundo Nombre: Miguel  
Apellido Paterno: Rubilar  
Apellido Materno: Bravo  
Edad: 23

Datos de Cuenta

Rut: 22222222  
Mail: alumno@mail.com  
Pass: pass

Datos Académicos

Año Ingreso: 2009  
Vez Cursando: 3

[Atrás](#) [Modificar](#)

Figura G.196: Modificar Cuenta Propia - Interfaz Alumno - Verificar Datos.

Ante cualquier duda al momento de modificar su propia cuenta, puede seleccionar el signo de interrogación a la derecha de la etiqueta *Modificar Cuenta* para desplegar una ventana de ayuda que le permitirá aclarar dudas frente a esta interfaz. La etiqueta y la ventana de ayuda se presentan en las Figuras G.197 y G.198 respectivamente.

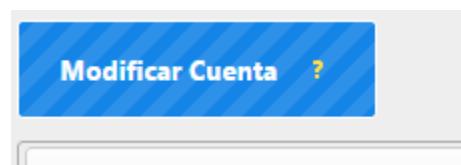


Figura G.197: Modificar Cuenta Propia - Etiqueta de Ayuda.



Figura G.198: Modificar Cuenta Propia - Ventana de Ayuda.

# Bibliografía

- [1] S. Artigas and R. Yus. Herramienta para el aprendizaje del álgebra relacional y optimización de consultas. 2010.
- [2] R. Campus, L. Casillas, D. Costal, M. Gibert, Martín C., and Pérez O. *Bases de Datos*. Eureca Media, 2006.
- [3] T. Connolly and C. Begg. *Database Systems, a Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. Addison Wesley, 2005.
- [4] R. Elmasri, S. Navathe, V. Castillo, B. Espiga, and G. Pérez. *Fundamentos de sistemas de bases de datos*. 2002.
- [5] C. Hernández, Y. Crespo, P. Romay, and M. Laguna. Una herramienta para el aprendizaje del álgebra relacional. *VIII Jornadas de enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*, 2002.
- [6] G. Moreno, T. Rojo, and González P. Álgebra relacional como lenguaje de acceso a bases de datos relacionales. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (9):309–326, 1994.
- [7] Oracle. Java server faces technology. <http://docs.oracle.com/javaee/7/tutorial/doc/jsf-intro.htm>. Último acceso 24-07-2014.
- [8] T. Parr. *The Definitive ANTLR Reference: Building Domain-Specific Languages*. Pragmatic Bookshelf, 2007.
- [9] Y. Perdomo. Herramienta para la creación y ejecución de consultas en álgebra relacional. *Serie Científica*, 6(3), 2013.
- [10] M. Ramos, A. Ramos, and F. Montero. *Sistemas Gestores de Base de Datos*. Mc Graw Hill, México, 2006.
- [11] I. Sommerville. *Ingeniería del software*. Pearson Educación, 2005.