

**UTILIZACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA CREACIÓN DE UNA
APLICACIÓN CON MATERIALES DIDÁCTICOS INTERACTIVOS QUE
ESTIMULEN EL PENSAMIENTO GEOMÉTRICO Y ESPACIAL EN EL GRADO
5° DE PRIMARIA**

**ERICK DAVID CALDERIN MORALES
MARCO TULIO SOTO DE LA VEGA**



**UNIVERSIDAD DE CORDOBA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MONTERIA
2014**

**UTILIZACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA CREACIÓN DE UNA
APLICACIÓN CON MATERIALES DIDÁCTICOS INTERACTIVOS QUE
ESTIMULEN EL PENSAMIENTO GEOMÉTRICO Y ESPACIAL EN EL GRADO
5° DE PRIMARIA**

**ERICK DAVID CALDERIN MORALES
MARCO TULIO SOTO DE LA VEGA**

**Trabajo de grado como requisito para obtener el título de Ingeniero de
Sistemas**

**Director:
MsC. Pedro Guevara Salgado**

**Asesoría de la Universidad de Girona (España):
PhD. Ramón Fabregat
MsC. Hendrys Fabian Tobar**

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MONTERIA
2014**

DEDICATORIAS

Erick Calderin Morales

A Dios por haberme dado la vida, la voluntad y la oportunidad de continuar con mis estudios, quien me ha dado la fortaleza y vida.

A mi madre, por estar siempre a mi lado cuando más lo necesitaba, por mostrarme en cada momento su apoyo incondicional y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de la vida

Primeramente quiero dar gracias a Dios por todas sus bendiciones en mi vida y por darme la fuerzas para superar esos momentos difíciles y alcanzar este objetivo.

A mi familia, mis Padres: Levys De la Vega y Manuel Soto, quienes con sabiduría y amor me han permitido ser quien hoy soy y llegar hasta aquí formándome con valores y principios, a mis hermanos Manuel, Diego, Juan de Dios y Juan Diego quienes han sido apoyo incondicional tanto en el transcurso de mi vida como en este proyecto, gracias por su comprensión y apoyo. Sin lugar a dudas, a ellos les debo gran parte de este logro.

Finalmente agradezco a todos mis compañeros, amigos y el resto de mi familia quienes también me brindaron su apoyo en este duro camino.

Marco tulio soto

AGRADECIMIENTOS

*Nos gustaría que estas líneas sirvieran para expresar el más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al **MsC. Hendrys Fabián Tobar** de la Universidad de Girona, España, co-director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido en todo este tiempo.*

*Especial reconocimiento merece el interés mostrado por nuestro trabajo y las sugerencias recibidas del **PhD Ramón Fabregat** de la Universidad de Girona, España, por su constante y paciente seguimiento y asistencia compartiendo su tiempo de manera generosa durante el desarrollo del presente trabajo.*

*También nos gustaría agradecer la ayuda recibida de nuestro director **MsC. Pedro Guevara Salgado**, por sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación.*

*También queremos dar las gracias al **MsC. Carmelo López**, docente de la Institución Educativa Cristóbal Colón en Montería, por su colaboración en el suministro de los datos necesarios para la realización de la parte empírica de esta investigación.*

Poder decir gracias a quienes fueron nuestros profesores y profesoras, quienes nos transmitieron con severidad, tantos buenos conocimientos, y decirles que no los vamos a nombrar a todos ni a todas pero que recordamos muchos de los buenos momentos compartidos, que valoramos el esfuerzo que han hecho y que intuimos y sabemos que han hecho lo posible para formarnos de la mejor manera.

A todos ellos, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. INTRODUCCIÓN	17
3. MARCO TEORICO	29
3.1. USO DE LA TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA	29
3.2. USO DE LA TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMATICA	30
3.3. PENSAMIENTO GEOMETRICO Y ESPACIAL	32
3.4. REALIDAD AUMENTADA	34
3.5. REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA	36
3.6. REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO GEOMETRICO Y ESPACIAL	39
3.7. UNITY 3D	41
3.8. VUFORIA SDK	42
3.9. BLENDER	42
3.10. MONODEVELOP	43
3.11. XAMARIN	44
3.12. VISUAL STUDIO	45
3.13. WPF	45
3.14. ANDROID	46
3.15. MICROSOFT AZURE	46
3.16. MVVM (Model - View - View Model)	47
4. METODOLOGIA	49
4.1. FASES DEL PROYECTO	49
4.1.1. FASE 1: RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	49
4.1.2. FASE 2: DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	55
4.1.3. FASE 3: PRUEBAS DEL SISTEMA	56
4.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	57
4.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	57

4.2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
4.2.3.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	59
4.3.	METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PRODUCTO	59
4.3.1.	APLICACIÓN EN PROYECTO ACTUAL	61
5.	DESARROLLO.....	67
5.1.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	67
5.2.	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS	69
5.2.1.	OBJETIVOS DEL SISTEMA.....	69
5.2.2.	REQUISITOS DE INFORMACIÓN	71
5.2.3.	REQUISITOS FUNCIONALES	74
5.2.4.	REQUISITOS NO FUNCIONALES	79
5.3.	DISEÑO DEL SISTEMA	82
5.3.1.	MODELO RELACIONAL	82
5.3.2.	DIAGRAMA DE CLASES	83
5.3.3.	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	84
6.	CONCLUSIONES.....	85
7.	BIBLIOGRAFIA.....	88

LISTA DE ANEXOS

DOCUMENTACION DIAGRAMAS DE CASOS DE USOS	94
DOCUMENTACION CASO DE USO INICIAR SESIÓN	94
DOCUMENTACION CASO DE USO REGISTRARSE EN CURSO	95
DOCUMENTACION CASO DE USO REGISTRARSE EN EL SISTEMA	97
DOCUMENTACION CASO DE USO VINCULARSE A INSTITUCIÓN	98
DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR SESIÓN DIDÁCTICA	100
DOCUMENTACION CASO DE USO INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA	102
DOCUMENTACION CASO DE USO GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO 104	
DOCUMENTACION CASO DE USO REALIZAR ACTIVIDAD	106
DOCUMENTACION CASO DE USO OBTENER ESTADÍSTICA	108
DOCUMENTACION CASO DE USO VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES	110
DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR NUEVO DOCENTE	112
DOCUMENTACION CASO DE USO ELIMINAR DOCENTE	114
DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR NUEVO CURSO	115
DOCUMENTACION CASO DE USO ELIMINAR CURSO	116
DOCUMENTACION CASO DE USO VER DOCENTE REGISTRADOS	117
DOCUMENTACION CASO DE USO VER CURSOS REGISTRADOS	118
DIAGRAMAS DE SECUENCIA	119
DIAGRAMA DE SECUENCIA INICIAR SESIÓN	119
DIAGRAMA DE SECUENCIA REGISTRARSE EN CURSO	120
DIAGRAMA DE SECUENCIA REGISTRARSE EN EL SISTEMA	121
DIAGRAMA DE SECUENCIA VINCULARSE A INSTITUCIÓN	122
DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR SESIÓN DIDÁCTICA	123
DIAGRAMA DE SECUENCIA INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA	124
DIAGRAMA DE SECUENCIA GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO 125	
DIAGRAMA DE SECUENCIA REALIZAR ACTIVIDAD	126
DIAGRAMA DE SECUENCIA OBTENER ESTADÍSTICA	127
DIAGRAMA DE SECUENCIA VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES	128

DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR NUEVO DOCENTE	129
DIAGRAMA DE SECUENCIA ELIMINAR DOCENTE	130
DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR NUEVO CURSO	131
DIAGRAMA DE SECUENCIA ELIMINAR CURSO	132
DIAGRAMA DE SECUENCIA VER DOCENTES REGISTRADOS	133
DIAGRAMA DE SECUENCIA VER CURSOS REGISTRADOS	134
DIAGRAMAS DE COLABORACIÓN	135
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN INICIAR SESIÓN	135
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REGISTRARSE EN CURSO	135
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REGISTRARSE EN EL SISTEMA	136
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VINCULARSE A INSTITUCIÓN	136
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR SESIÓN DIDÁCTICA	137
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA	138
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO 138	138
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REALIZAR ACTIVIDAD	139
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN OBTENER ESTADÍSTICA	139
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES	140
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR NUEVO DOCENTE	140
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN ELIMINAR DOCENTE	141
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR NUEVO CURSO	141
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN ELIMINAR CURSO	142
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER DOCENTES REGISTRADOS	142
DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER CURSOS REGISTRADOS	143
ANEXO A: FORMATO ENCUESTA A ESTUDIANTES	144
ANEXO B: FORMATO ENTREVISTA A DOCENTE	148
ANEXO C: FORMATO GRUPO DE DISCUSIÓN	151
ANEXO D: FORMATO DE USABILIDAD MATHROOM APP DOCENTE	155
ANEXO E: FORMATO DE USABILIDAD MATHROOM APP ESTUDIANTE	158
ANEXO F: FORMATO CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN INTRÍNSECA	160
ANEXO G: RESULTADO ENCUESTA	162
ANEXO H: RESULTADOS ENTREVISTA DOCENTE	177

ANEXO I: RESULTADOS GRUPO DE DISCUSIÓN.....	182
ANEXO J: RESULTADO PRUEBA DE USABILIDAD MATHROOM APP DOCENTE .	185
ANEXO K: RESULTADO PRUEBA DE USABILIDAD MATHROOM APP ESTUDIANTE	188
ANEXO L: RESULTADOS CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN INTRÍNSECA	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación Magic Book en funcionamiento. Fuente: (Basogain et al., 2007)	23
Figura 2. Aplicación en ejecución. Fuente: (Rivadeneira et al., 2013).....	24
Figura 3. Funcionamiento de Pocket Tutor. Fuente: (Voleti, 2013)	25
Figura 4. Funcionamiento de sistema de aprendizaje de aritmética. Fuente: (Kirner & Santin, 2013).....	26
Figura 5. Docente y un alumno haciendo uso de la herramienta de RA. Fuente: (Esteban et al., 2004).	26
Figura 6. Funcionamiento del software. Fuente: (Leguizamón et al., 2012)	27
Figura 7. Funcionamiento de un sistema de realidad aumentada. Fuente: (López Pombo, 2010).....	36
Figura 8. Logo de Unity 3D. Fuente: (Unity 3D Logo, 2012).....	41
Figura 9. Logo de Blender. Fuente: (Blender Foundation, 2009)	43
Figura 10. Logo de MonoDevelop. Fuente: (MonoDevelopLogo, 2008).....	44
Figura 11. Logo de Xamarin. Fuente: (Ferguson, 2014)	44
Figura 12. Logo de Visual Studio 2013. Fuente: (Visual Studio 2013 Logo, 2013)	45
Figura 13. Algunas situaciones para el trabajo del pensamiento espacial y sistema geométricos. Fuente: (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2012).....	52
Figura 14. Arquitectura del sistema	67
Figura 15. Patrón de diseño MVVM	68
Figura 16. RI-05 Información sobre actividades	73
Figura 17. Diagrama de subsistemas	74
Figura 18. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar usuarios del sistema	75
Figura 19. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar sesiones didácticas	76
Figura 20. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar actividades	77
Figura 21. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar cursos	78
Figura 22. Modelo Relacional	82
Figura 23. Diagrama de clases.....	83
Figura 24. Diagrama de componentes.....	84
Figura 25. Diagrama de secuencia iniciar sesión	119
Figura 26. Diagrama de secuencia registrarse en curso.....	120
Figura 27. Diagrama de secuencia registrarse en el sistema.....	121
Figura 28. Diagrama de secuencia vincularse a institución.....	122
Figura 29. Diagrama de secuencia crear sesión didáctica	123
Figura 30. Diagrama de secuencia iniciar sesión didáctica	124
Figura 31. Diagrama de secuencia generar código de registro del curso	125
Figura 32. Diagrama de secuencia realizar actividad.....	126
Figura 33. Diagrama de secuencia obtener estadística	127
Figura 34. Diagrama de secuencia ver clasificación estudiantes.....	128
Figura 35. Diagrama de secuencia crear nuevo docente	129

Figura 36. Diagrama de secuencia eliminar docente	130
Figura 37. Diagrama de secuencia crear nuevo curso.....	131
Figura 38. Diagrama de secuencia eliminar curso.....	132
Figura 39. Diagrama de secuencia ver docentes registrados	133
Figura 40. Diagrama de secuencia ver cursos registrados.....	134
Figura 41. Diagrama de colaboración iniciar sesión.....	135
Figura 42. Diagrama de colaboración registrarse en curso	135
Figura 43. Diagrama de colaboración registrarse en el sistema	136
Figura 44. Diagrama de colaboración vincularse a institución	136
Figura 45. Diagrama de colaboración crear sesión didáctica.....	137
Figura 46. Diagrama de colaboración iniciar sesión didáctica.....	138
Figura 47. Diagrama de colaboración generar código de registro del curso.....	138
Figura 48. Diagrama de colaboración realizar actividad	139
Figura 49. Diagrama de colaboración obtener estadística.....	139
Figura 50. Diagrama de colaboración ver clasificación estudiantes	140
Figura 51. Diagrama de colaboración crear nuevo docente	140
Figura 52. Diagrama de colaboración eliminar docente.....	141
Figura 53. Diagrama de colaboración crear nuevo curso	141
Figura 54. Diagrama de colaboración eliminar curso	142
Figura 55. Diagrama de colaboración ver docentes registrados	142
Figura 56. Diagrama de colaboración ver cursos registrados	143
Figura 57. Estadística Pregunta N° 1.....	162
Figura 58. Estadística Pregunta N° 2.....	163
Figura 59. Estadística Pregunta N° 3.....	164
Figura 60. Estadística Pregunta N° 4.....	164
Figura 61. Estadística Pregunta N° 5.....	165
Figura 62. Estadística Pregunta N° 6.....	166
Figura 63. Estadística Pregunta N° 7.....	166
Figura 64. Estadísticas Pregunta N° 8 (a)	168
Figura 65. Estadísticas Pregunta N° 8 (b)	169
Figura 66. Estadísticas Pregunta N° 8 (c)	170
Figura 67. Estadística Pregunta N° 8 (d).....	171
Figura 68. Estadística Pregunta N° 8 (e).....	172
Figura 69. Estadística Pregunta N° 9.....	172
Figura 70. Estadística Pregunta N° 10.....	173
Figura 71. Estadística Pregunta N° 11.....	173
Figura 72. Página 1 del formato de entrevista docente.....	178
Figura 73. Página 2 del formato entrevista docente.....	179
Figura 74. Página 3 del formato entrevista docente.....	180
Figura 75. Escala de usabilidad MathRoom App Docente.....	185
Figura 76. Respuesta a Pregunta N° 13 de prueba de usabilidad MathRoom App Docente	187
Figura 77. Resultado prueba de usabilidad MathRoom App Estudiante	188

Figura 78. Estadística de edad en los 9 estudiantes encuestados	190
Figura 79. Grafica de media para las preguntas del cuestionario IMI	191

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de aprendizaje de escenarios	54
Tabla 2. OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema	70
Tabla 3. OBJ-02 Gestionar sesiones didácticas	70
Tabla 4. OBJ-03 Gestionar actividades	71
Tabla 5. OBJ-01 Gestionar cursos	71
Tabla 6. RI-01 Información sobre usuarios del sistema	71
Tabla 7. RI-02 Información sobre registro del curso.....	72
Tabla 8. RI-03 Información sobre vinculación docente	72
Tabla 9. RI-04 Información sobre sesiones didácticas.....	73
Tabla 10. RI-06 Información sobre cursos	73
Tabla 11. Definición de actores.....	79
Tabla 12. Requisitos no funcionales	81
Tabla 13 . Documentación caso de uso Iniciar sesión	94
Tabla 14. Documentación caso de uso registrarse en curso.....	96
Tabla 15. Documentación caso de uso registrarse en el sistema.....	97
Tabla 16. Documentación caso de uso vincularse a institución	99
Tabla 17. Documentación caso de uso crear sesión didáctica.....	101
Tabla 18. Documentación caso de uso iniciar sesión didáctica	103
Tabla 19. Documentación caso de uso generar código de registro del curso	105
Tabla 20. Documentación caso de uso realizar actividad.....	107
Tabla 21. Documentación caso de uso obtener estadística	109
Tabla 22. Documentación caso de uso ver clasificación estudiantes.....	111
Tabla 23. Documentación caso de uso crear nuevo docente.....	113
Tabla 24. Documentación caso de uso eliminar docente	114
Tabla 25. Documentación caso de uso crear nuevo curso	115
Tabla 26. Documentación caso de uso eliminar curso.....	116
Tabla 27. Documentación caso de uso ver docentes registrados.....	117
Tabla 28. Documentación caso de uso ver cursos registrados.....	118
Tabla 29. Estadísticas de preguntas Subescala Interés/Disfrute	194
Tabla 30. Estadísticas de preguntas Subescala Tensión/Presión	195

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un software con realidad aumentada para el apoyo de los procesos de aprendizaje de matemáticas en los temas de pensamiento geométrico y espacial para niños de quinto grado de primaria en la Institución Educativa Cristóbal Colon de la ciudad de Montería.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de interés y motivación que reflejan en los estudiantes los materiales educativos y las estrategias de enseñanza usados en los temas pensamiento geométrico y espacial en la institución educativa Cristóbal colon así como los inconvenientes que pudieran presentarse con el uso de los mismos.
- Definir el tipo de práctica y dispositivo de interacción con RA más adecuada a las necesidades del presente proyecto a partir del análisis de investigaciones anteriores que hayan aplicado RA.
- Definir los escenarios de aprendizaje que serán utilizados en la aplicación de realidad aumentada.
- Desarrollar una aplicación que implemente el uso de realidad aumentada de acuerdo con los escenarios de aprendizaje definidos previamente.

- Realizar las pruebas de la aplicación construida dentro del entorno educativo para el que fue concebida (grado quinto de la Institución Educativa Cristóbal Colon).

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en las instituciones educativas colombianas y del mundo en general, es evidente que se está realizando un cambio en los procesos educativos impulsado por los avances tecnológicos que continuamente alteran nuestra forma de vida, todos estos cambios tienen como fin aprovechar las distintas herramientas con las que ahora se cuenta y que pueden ser usadas para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo en esos entes educativos. Dentro de las tecnologías que pueden servir para apoyar los procesos educativos, se encuentra la Realidad Aumentada (RA); tecnología que ha empezado a introducirse en la educación poco a poco (aunque ya se encuentra establecida mayormente en otras áreas de aplicación como el marketing, guías de museos o turísticas, entre otras) y que en pocas palabras permite complementar la realidad con información o datos virtuales generados en tiempo real, originando así un ambiente combinado del mundo real más información virtual.

El proyecto actual consistió en diseñar, implementar y posteriormente probar una aplicación educativa basada en RA para el apoyo del aprendizaje de los temas de pensamiento espacial y geométrico en niños de quinto grado de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colon de la ciudad de Montería, la aplicación fue llamada MathRoom App estudiante.

MathRoom App estudiante es una aplicación (también puede catalogarse como un videojuego serio) que posee tres escenarios de aprendizaje que le permite a los niños resolver una serie de preguntas o actividades las cuales se irán activando a medida que responde la anterior y que le permitirán reforzar sus actitudes en los temas descritos. Cada conjunto de actividades de cada uno de dichos escenarios trae consigo un objetivo de aprendizaje específico que corresponderá a una

habilidad que se quiere reforzar o aprender dentro de los temas de pensamiento geométrico y espacial.

En cuanto a la información de aumento que permitirá MathRoom App estudiante, será solo de tipo visual, y consistirá mayormente en figuras geométricas en 3D, y algunas imágenes y textos.

El proyecto también tuvo como adición una aplicación de escritorio que fue nombrada MathRoom App docente con el fin de permitir al docente la gestión de los resultados de los estudiantes, con esta aplicación el docente puede realizar distintas consultas para medir el desempeño de los estudiantes en cada uno de los escenarios y actividades. Cabe resaltar que en esta misma aplicación también existe un usuario administrador capaz de crear y eliminar docentes y cursos.

La problemática que impulsó el desarrollo del presente proyecto se describe a continuación:

En la actualidad gran parte de las instituciones educativas de la ciudad de Montería no cuentan con herramientas de tipo software para el apoyo en el desarrollo de las áreas pensamiento espacial y geométrico en las clases de Quinto grado de primaria de matemáticas, en general, las matemáticas las suelen dar los maestros sin hacer uso de ese tipo de herramientas, usando las estrategias de enseñanza habituales y apoyándose en los materiales educativos tradicionales como los libros. Esto pasa de ser una situación local a nacional, al respecto se tiene que: en Colombia la integración de TIC en el aula de matemáticas va a paso lento, gran cantidad de instituciones carecen de una infraestructura adecuada, poca formación de docentes, inexistencia de comunidades de práctica, y demás barreras que impiden que las TIC sean parte de las prácticas escolares (González Fonseca, 2011).

Según entrevista realizada al docente de Quinto grado de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón (Ver Anexo H: Resultados Entrevista Docente en la página 177), se sabe que este no posee conocimientos de ningún software educativo para matemáticas o geometría, siendo su uso nulo en las clases, además se pudo constatar que los materiales educativos de uso habitual son libros y las estrategias para el desarrollo de los temas pensamiento espacial y geométrico consisten en actividades como desplazamiento en el plano cartesiano, interpretación de figuras geométricas a partir de un Tangram y la construcción de figuras bidimensionales y tridimensionales con palillos y plastilinas, presentándose inconvenientes debido a que algunos estudiante no llevan los materiales necesarios para dichas actividades. El docente también manifestó que mediante estas herramientas los estudiantes presentan dificultades para interpretar situaciones relacionadas con los temas pensamiento espacial y geométrico.

De esta manera se sabe que en el grado Quinto del citado colegio no se cuenta con una herramienta, tal como un software educativo, que brinde apoyo al desarrollo de los temas pensamiento espacial y geométrico de manera simple, rápida, y que a la vez incentive a los niños al aprendizaje de los temas mediante contenidos altamente motivadores. Es así como se percibió la necesidad de contar con un software educativo de RA que sirva como material educativo y permita solventar las dificultades comentadas.

De no tomarse en cuenta la propuesta presentada no será posible solventar las debilidades que se presentan con los citados materiales y las estrategias usadas por el docente en los dos temas. Sin contar que se perderán los múltiples beneficios que trae consigo tanto para docentes como para alumnos la utilización de una herramienta de tipo software educativo en la institución.

El presente proyecto tiene su justificación soportada en la información descrita a continuación:

En el informe Horizont 2010 (Johnson, Smith, Levine, & Stone, 2010) se describen seis tecnologías o prácticas emergentes que tendrán un uso generalizado en los campos universitarios en un periodo de hasta cinco años: la computación móvil y el contenido abierto, los libros electrónicos, la realidad aumentada simple, la computación basada en el gesto y el análisis de datos visual.

El presente proyecto considera la combinación de dos de estas tecnologías (la computación móvil y la realidad aumentada) en el desarrollo de la aplicación educativa MathRoom App estudiante.

Con la computación móvil se pueden apoyar las necesidades de acceso de los individuos a los procesos educativos en cualquier lugar y en cualquier momento, pudiéndose también desarrollar aplicaciones con contenidos altamente interactivos. En relación con esto; (Cantillo Valero, Roura Redondo, & Sánchez Palacín, 2012) señalan que: Las tecnologías móviles han redibujado el panorama educativo, aportando a la educación no sólo movilidad sino también conectividad, ubicuidad y permanencia, características propias de los dispositivos móviles tan necesarias en los sistemas de educación a distancia.

Por otro lado, con la tecnología de realidad aumentada se pueden diseñar y desarrollar contenidos altamente atractivos y motivadores para los estudiantes. Al respecto se tiene lo siguiente: Para Educación, las posibilidades de la RA son muchas y muy importantes y no solamente por su carácter novedoso y motivador, sino también porque el mundo 3D es otra forma de aprender que despierta canales neuronales hasta ahora no utilizados (Guerrero Alonso & Ortiz Durán, 2013).

En general, combinando las dos tecnologías ya mencionadas se pueden crear contenidos accesibles desde distintos lugares y que a la vez mejoren el proceso de aprendizaje gracias a lo motivadoras que resultan y a que facilitan la interacción con los diferentes objetos del problema en cuestión.

Esto será muy beneficioso para los niños, debido a que les permitirá aprender mediante contenidos muy llamativos y a la vez poniendo en práctica conceptos aprendidos al hacer uso de la aplicación.

Esta aplicación además genera beneficios debido a que los métodos tradicionales usados por el docente cuando requiere trabajar con figuras geométricas en 3D en los temas en cuestión, son construcciones de figuras mediante palillos y plastilina, los cuales requieren herramientas que según el docente, muchos de los estudiantes no traen (Ver Anexo H: Resultados Entrevista Docente en la página 177). Al contrario de dichos métodos, la aplicación MathRoom App estudiante permite múltiples actividades de pensamiento espacial y geométrico utilizando gran cantidad de figuras 3D de una manera simple y rápida, garantizando así poder realizar actividades con de este tipos de figuras al desarrollar los temas.

En cuanto a los antecedentes del presente proyecto, se tiene lo siguiente:

De acuerdo con el informe PISA (OECD, 2014), Colombia está en la cuarta posición en proporción a los alumnos con índice de rendimiento más bajo en matemática, lo cual quiere decir que no se está llevando a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado en esa área y que se debería buscar herramientas educativas que permitan apoyar a docentes y alumnos con el fin de lograr que todos los estudiantes sean más eficientes en esta área.

A raíz de esto, a nivel nacional se están adoptando herramientas educativas para un fácil e interactivo aprendizaje, convirtiéndose la tecnología en el eje principal y el más utilizado para este propósito.

Históricamente gran parte de las herramientas educativas han ido cambiando, creándose cada vez una herramienta mejor que la anterior, con el fin de que al estudiante le sea cada vez más fácil entender un tema y aplicarlo en la vida cotidiana. Un gran avance para el cumplimiento de ese objetivo, está siendo la incorporación de la realidad aumentada en estos mecanismos de aprendizaje, permitiendo al alumno interactuar directamente con los objetos presentes en los problemas propuestos.

La realidad aumentada, por ser una tecnología emergente se le ha adjudicado diversas aplicaciones en diferentes campos de la ciencia alrededor del mundo, actualmente se pueden encontrar algunas aplicaciones muy relevantes en la educación.

A escala internacional, se destaca el Proyecto “*Magic Book*”, una de las aplicaciones más conocidas de la realidad aumentada en la educación, y de las que han tenido mayor impacto. Fue llevada a cabo por el grupo activo HIT de Nueva Zelanda, y su funcionamiento consiste en la utilización de un libro real al que se le han añadido una serie de marcadores. De manera simple, se puede decir que el proyecto *Magic Book* tiene como fin ilustrar y completar los conceptos presentes en un libro común (Basogain, Olabe, Espinosa, & Olabe, 2007).

En la siguiente figura se observa la utilización de *Magic Book* para diversos ejemplos de la materia de ciencias sociales

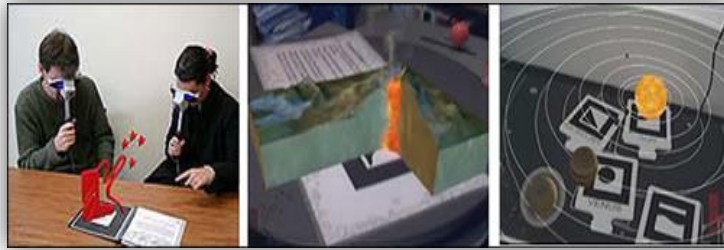


Figura 1. Aplicación Magic Book en funcionamiento. Fuente: (Basogain et al., 2007)

En una unidad educativa de Saint Dominic en Ecuador, se implementó una aplicación orientada al área de las ciencias naturales y estudios sociales, pensada para niños de segundo grado de educación básica. Permite la visualización de figuras relacionadas con los temas, permitiendo manipular tanto el tamaño como la orientación mediante marcadores auxiliares de control. Para el funcionamiento de la aplicación se hace uso de un ordenador, además de una cámara web y de los marcadores correspondientes (Rivadeneira, Bernal, & Lara, 2013).

En la figura se observa el uso de la aplicación para el tema “sistema solar”.

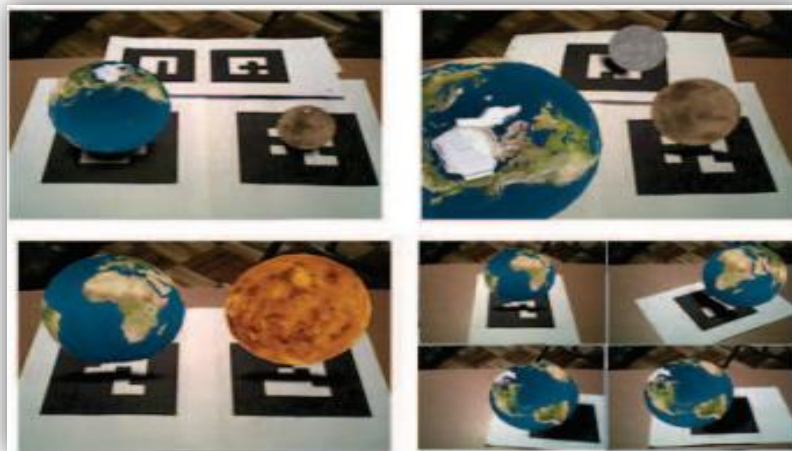


Figura 2. Aplicación en ejecución. Fuente: (Rivadeneira et al., 2013)

Otro caso de estudio es el proyecto “*AR-LEARNING*”, de la Universidad de Extremadura en España, que consiste en una aplicación para el apoyo en las clases de música en la educación primaria. Permite el aprendizaje de principios básicos de la música, ilustrándose los distintos instrumentos, y emitiendo sonidos característicos de los mismos. Esta aplicación está basada en los libros de realidad aumentada, por lo que básicamente es un libro con información de los instrumentos y sus respectivos marcadores para aplicar la RA. La cámara enfocará éstos últimos, por lo cual se desplegará en pantalla el instrumento en formato 3D; y para las opciones de sonido se cuentan con marcadores adicionales, tanto para reproducir como para volver a cargar un sonido (Gallego Delgado, Saura Parra, & Núñez Trujillo, 2013).

“*Pocket Tutor*”, es sin duda la mejor aplicación matemática de nuestra revisión de la literatura, que funciona con operaciones básicas tales como sumas o restas, impresas en una hoja de papel. Esta aplicación analiza la operación con respuesta y verifica si esta última es correcta e incorrecta, también permite mostrar la respuesta al presionar un botón (Voleti, 2013). Es de notar que este es un tipo de realidad aumentada basada en el reconocimiento de texto, donde se identifican los caracteres numéricos, se realiza la operación que retorna un determinado valor y adicionalmente se sitúa un signo de marca de comprobación (chulo) o ‘x’ que corresponde al aumento u objeto virtual para indicar la respuesta, completándose así el ciclo básico de la RA.



Figura 3. Funcionamiento de Pocket Tutor. Fuente: (Voleti, 2013)

Igualmente, la aplicación “Aritmética” se muestra como un sistema de aprendizaje centrado en mejorar el aprendizaje de las operaciones básicas tales como sumas y restas en niños, haciendo uso de una cámara y marcadores de RA. La aplicación despliega en un monitor la zona que la cámara está capturando, y al encontrarse con uno de los marcadores de operaciones, iniciará el proceso de aumento, que consiste en mostrar mediante RA la operación que se debe resolver. Además se podrá escuchar una explicación asociada al problema y finalmente, para poder ver el resultado de la operación, se deberá colocar el marcador en forma de ‘C’, en el campo de visión de la cámara (Kirner & Santin, 2013).

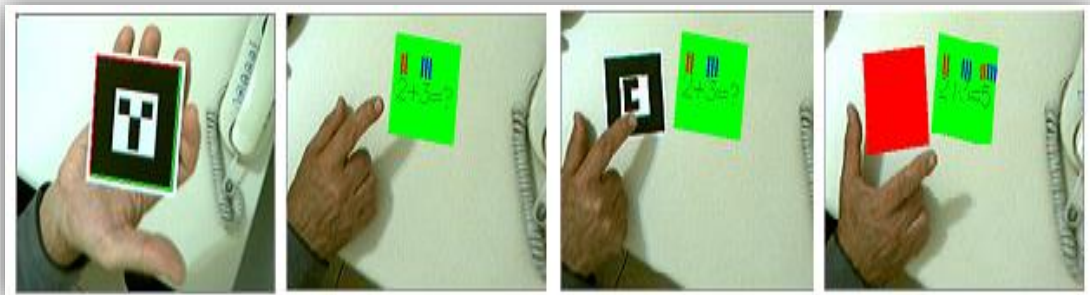


Figura 4. Funcionamiento de sistema de aprendizaje de aritmética. Fuente:
(Kirner & Santin, 2013).

A nivel nacional podemos destacar algunas investigaciones, como por ejemplo “*Realidad Aumentada En La Enseñanza De La Matemática*”, el cual es un proyecto aplicado en los cursos de varias variables de la Universidad de Eafit, en el que se desarrolló un software especializado con tecnología RA, cuyo funcionamiento es permitir visualizar superficies de tipo $z=f(x, y)$ en un espacio en 3D, a través de una cámara de video y gafas de realidad aumentada sobre un superficie real. Entre las funcionalidades que la aplicación ofrece están las siguientes:

- Reconocimiento de superficies a partir de sus ecuaciones
- Intercepción de superficies con planos paralelos a los ejes coordenados, plano tangente y secante, gradiente, derivada direccional, volumen de sólidos, integrales, entre otros (Esteban, Restrepo, Trefftz, Jaramillo, & Alvarez, 2004).

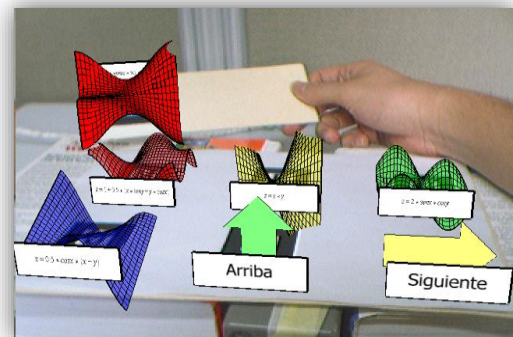
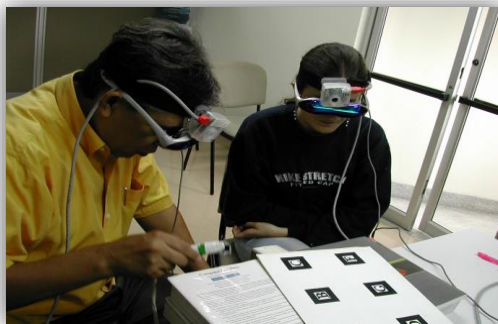


Figura 5. Docente y un alumno haciendo uso de la herramienta de RA. Fuente:
(Esteban et al., 2004).

El proyecto “Sistema Georreferenciado De Realidad Aumentada Con Dispositivos Móviles Para La Facultad Tecnológica De La Universidad Distrital Francisco José De Caldas” hace mención a un software para generar referencias al usuario acerca de los lugares más cercanos y algunos datos adicionales, lo hace posible gracias a los servicios de geolocalización del dispositivo en cuestión, permitiendo una fácil y rápida ubicación; está basado en la realidad aumentada y subraya el paradigma de portabilidad como su principal elemento (Leguizamón, Gaviria, & Rodríguez, 2012).



Figura 6. Funcionamiento del software. Fuente: (Leguizamón et al., 2012)

Finalmente, en el contexto local se encontraron dos proyectos, ambos provenientes del mismo establecimiento universitario. La primera planea una técnica para presentar contenidos asociados al herbario HUC de la Universidad de Córdoba que utiliza realidad aumentada basada en la tecnología Mobile Tagging. Esta tecnología de escaneo utilizada para acceder a los contenidos alojados en el herbario virtual construido para el herbario HUC permite que desde cualquier dispositivo móvil dotado de cámara y software lector de QR Codes, códigos 2D de

respuesta rápida, se obtenga información adicional del objeto observado (Arrieta, Gómez, & Salas, 2012).

El *“Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada para estudiantes de grado 11 de la Institución Educativa Antonia Santos de Montería (Modovar)”*, es otro proyecto que está aplicado al campo de la enseñanza de la química y en el que fue necesaria la documentación con referencia al tema de la Realidad Aumentada utilizando Flartoolkit, para la lectura de múltiples marcadores, texturas y manipulación de objetos (Regino & Galván, 2013).

3. MARCO TEORICO

3.1. USO DE LA TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA

En los últimos años el desarrollo de la tecnología se ha dado a un ritmo desenfrenado, quizás como nunca antes se dio, introduciendo cientos de nuevas e innovadoras herramientas prácticamente en todos los campos de la sociedad. La educación y de forma particular la enseñanza no ha sido la excepción. Con relación a eso Macias Ferrer (2007) indica: Es evidente el acelerado desarrollo de la tecnología, se ha demostrado que en los últimos cincuenta años se han presentado las más revolucionarias innovaciones, y que inevitablemente toca y afecta a la sociedad en su conjunto.

Al respecto de lo anterior, también se afirma lo siguiente:

La presencia de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad y en el sistema educativo es un dato innegable en los últimos años. Su impacto ha provocado una suerte de revolución en la economía, la política, la sociedad y la cultura, que transformó profundamente las formas de producir riqueza, de interactuar socialmente, de definir las identidades y de producir y hacer circular el conocimiento.(Dussel & Quevedo, 2010).

Sin embargo cabe mencionar que a pesar de que la tecnología en los últimos años ha repercutido en la educación, los cambios que ha traído consigo han sido muchos menores que en otros campos y no de la forma en que se esperaría (sabiendo las enormes posibilidades que brindan las herramientas tecnológicas actuales), esto se debe a diversos factores, sin embargo uno de los que puede tener mayor peso recae sobre los docentes y su conocimiento y uso de las herramientas tecnológicas actuales, los docentes deben saber adoptar y manejar

estas herramientas para poder aplicarlas en la enseñanza dentro de los entes educativos. Lamentablemente no todos los docentes miran con buenos ojos la incursión de dichas herramientas dentro de sus procesos metodológicos de enseñanza, apegándose a los métodos tradicionales que siempre han utilizado, por lo cual se debe primero romper la barrera del docente con la tecnología, para que así esté la vea como una herramienta mediadora entre él y el alumno con el fin de permitirle enseñar de una forma más amena y práctica.

La tecnología trae consigo números beneficios en la enseñanza, siempre y cuando se pueda aplicar correctamente, es decir no se debe aplicar porque si, sino que esta debe tener un objetivo específico en la enseñanza, sea por ejemplo el de motivar a los alumnos, permitirles realizar procesos o experimentar situaciones a las que no tienen acceso sin la tecnología, etc. con relación a los beneficios de la tecnología en la educación y enseñanza, se señala lo siguiente:

El hecho de que los alumnos disfruten trabajando con tecnología puede ser un beneficio a largo plazo. La integración de tecnología en la educación puede originar beneficios en dos sentidos en el alumno: Una mejor comprensión y acumulación de conocimientos y la capacidad y habilidad para usar y aplicar la tecnología. (Barragán Sánchez, n.d.).

3.2. USO DE LA TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMATICA

La matemática, al igual que otros campos, también ha sido afectada por las nuevas tecnologías, con el fin de aprovechar sus bondades para crear mejores experiencias en esta área que para muchas personas resulta tan compleja. Principalmente la tecnología se ha adoptado en la matemática con el fin de llevar a cabo situaciones que se deben abordar y que serían muy complejas sin el uso de la tecnología.

Con relación a esto último Gómez (1997) manifiesta:

Las nuevas tecnologías abren espacios en los que el estudiante puede vivir experiencias matemáticas difíciles de reproducir con los medios tradicionales como el lápiz y el papel. En estas experiencias matemáticas el estudiante puede realizar actividades de exploración en las que es posible manipular directamente los objetos matemáticos y sus relaciones y en las que él puede construir una visión más amplia y más potente del contenido matemático.

En general, son muchos los beneficios que la tecnología puede aportar a la enseñanza de la matemática siempre y cuando sea usada de manera adecuada y tenga un objetivo de aprendizaje específico.

En relación a esos beneficios se señala lo siguiente:

La presencia de la tecnología en el salón de clase se convierte en una herramienta capaz de aportar a las lecciones de matemáticas distintas representaciones que puedan ser utilizadas para la ayuda, visualización y experimentación de conceptos importantes que le permitan a los educandos algunas estrategias de solución para algunos problemas.(Gamboa Araya, 2007).

Así también, se tiene que el principal aporte de la tecnología consiste en que la interacción entre ella, el profesor y el estudiante, está cambiando la visión que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico (Infante, Quintero, & Logreira, 2010).

Sin embargo, se debe saber que a pesar de los beneficios que la tecnología le puede ofrecer a la matemática en la actualidad, dicha tecnología no debe pensarse como un recurso mágico que una vez sea aplicada, solucione directamente los inconvenientes que se presentan en la enseñanza de las matemáticas, hace falta

también tener claro los objetivos de aprendizaje que se quieren alcanzar con la implementación de las herramientas tecnológicas, entre otras actividades donde es imprescindible la participación adecuada del docente. Al respecto, se tiene lo siguiente:

Pero aunque sin duda no deja de sorprendernos lo que se puede hacer con el uso de estos recursos tecnológicos [los recursos tecnológicos usados en las matemáticas], es necesario incidir en la necesidad de una planificación adecuada de estas actuaciones dentro de un plan de enseñanza coherente y bien diseñada. A la hora de planificar una o varias sesiones acerca de un tema matemático, el profesor debe realizar varios análisis, tanto sobre la matemática que será objeto de enseñanza, como desde un punto de vista cognitivo, pensando en cómo lograr un aprendizaje significativo en los escolares. (Flores, Lupiáñez, Berenguer, Marín, & Molina, 2011, pp. 105-106).

En este sentido queda claro que solo se podrán esperar buenos resultados de aplicar la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, cuando sea aplicada coherentemente por el docente y siguiendo unos objetivos de aprendizaje claro.

3.3. PENSAMIENTO GEOMETRICO Y ESPACIAL

El pensamiento geométrico y espacial, términos que aparentan ser distintos, se transforman en una misma idea; y se convierte en una habilidad que debemos despertar o reforzar en los estudiantes del establecimiento educativo a la que va dirigida esta investigación, por lo tanto detallaremos algunos aspectos de ésta.

Entre las definiciones de pensamiento espacial, se tiene la siguiente:

El pensamiento espacial, es un conjunto de procesos cognitivos necesarios para manipular las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones y representaciones materiales; desde luego, los sistemas geométricos están centrados en el desarrollo del pensamiento espacial. (Educación Matemática, 2013).

En otra definición se contempla el pensamiento espacial como una habilidad propia de un individuo, al afirmar lo siguiente:

El razonamiento espacial evalúa la capacidad del individuo para visualizar objetos en su mente, así como la habilidad de imaginar un objeto en diferentes posiciones, sin perder de él sus características, como por ejemplo, la rotación de imágenes o la construcción de figuras; también se incluyen las habilidades para descubrir similitudes (semejanzas) entre objetos que parecen diferentes. (Castaño Piamba, n.d.).

Una idea de (Linn & Petersen, 1985) citada en (Maris Vázquez & Noriega Biggio, 2011) define la competencia espacial como una habilidad que permite originar, representar, recordar y convertir información no lingüística y simbólica, que puede agruparse en tres categorías: Percepción espacial, Rotación mental, Visualización.

Como hemos observado, existen muchas definiciones validas de lo que es el pensamiento espacial, pero lo que es claro, es que ésta engloba un conjunto de habilidades que no todos las personas tienes desarrollas en igual medida, muchas de las cuales hemos usamos en nuestra vida diaria (sea con poca o mucha frecuencia), pero que deberíamos reforzar preferiblemente desde nuestra infancia. Al respecto de estas capacidades o habilidades, se tiene lo siguiente:

La inteligencia espacial comprende una cantidad de capacidades relacionadas de manera informal, entre otras: la habilidad para reconocer instancias de un mismo elemento; la habilidad de evocar la imaginación mental y luego transformarla; la de reproducir una semejanza gráfica de una información espacial. Estas capacidades ocurren juntas en el ámbito espacial, operan como una familia, al punto que el uso de cada operación bien puede reforzar el uso de las demás. (Herrera Salazar, 2007).

3.4. REALIDAD AUMENTADA

Es posible observar que actualmente, la escuela en general, da la bienvenida a los recursos tecnológicos en la medida en que han demostrado ser potencialmente efectivos para sus propósitos educativos, en este sentido la RA es una tecnología que si bien se está incursionando en el contexto educativo, cuenta con todo el potencial para ser utilizada como mecanismo de apoyo en los procesos educativos.

Inicialmente cabe mencionar que la RA no es una tecnología tan nueva como se podría pensar, el término fue utilizado por primera vez en la década de los noventa y solo recientemente está teniendo un alto impacto en la sociedad en general. Algo que podría aclarar este hecho, es la siguiente afirmación: La realidad aumentada acostumbraba a exigir un equipo especializado, que además no era muy portátil. Hoy en día, las aplicaciones para ordenadores portátiles y teléfonos inteligentes superponen información digital en el mundo físico de manera rápida y fácil (Johnson et al., 2010).

Entre las definiciones de RA, se tiene la siguiente:

La realidad aumentada es una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales); las hace corresponder

para construir nuevos mundos coherentes, complementados y enriquecidos—hace coexistir objetos del mundo real y objetos del mundo virtual en el ciberespacio-. (Heras Lara & Villarreal Benítez, 2004).

De una manera más simple, según Sangrà Morer (2013) la realidad aumentada es un tipo de tecnología emergente que “aumenta” la realidad, es decir, permite combinar el mundo real con elementos del ámbito virtual.

Azuma (1997) define la RA como: Los sistemas que tienen las características siguientes:

- Mezcla el mundo real y virtual
- Es dinámico en tiempo real
- Se encuentra en el mundo tridimensional.

Por otro lado, López Pombo (2010) indica que para cumplir su objetivo, el funcionamiento de un sistema de RA consta de las siguientes tareas:

- **Captación de la escena:** Se captura una escena real mediante cualquier dispositivo con cámara disponible. En pocas palabras, este paso es sencillamente capturar las imágenes para su posterior procesamiento y aumento.
- **Identificación de escenas:** Hay dos maneras de realizar este paso, que sería apoyándose en marcadores de realidad aumentada o sin ellos, sin embargo de cualquier forma que se realice, esta etapa consiste en determinar dentro de la escena capturada, qué escenario físico presente en la realidad se desea aumentar.

- **Técnicas de mezclado de realidad y aumento:** Luego de haber realizado el proceso anterior, se procede a superponer la información de carácter digital (que se desea aumentar) al mundo real, esta información generalmente es visual, aunque puede ser auditiva o táctil.
- **Visualización de la escena:** consiste en la visualización de la realidad captada, en forma aumentada, compuesta por la imagen real que se obtuvo a partir de la cámara y el objeto virtual (o información de carácter digital) proyectado sobre ella.

En la siguiente figura se aprecia la transición entre cada uno de estos pasos.

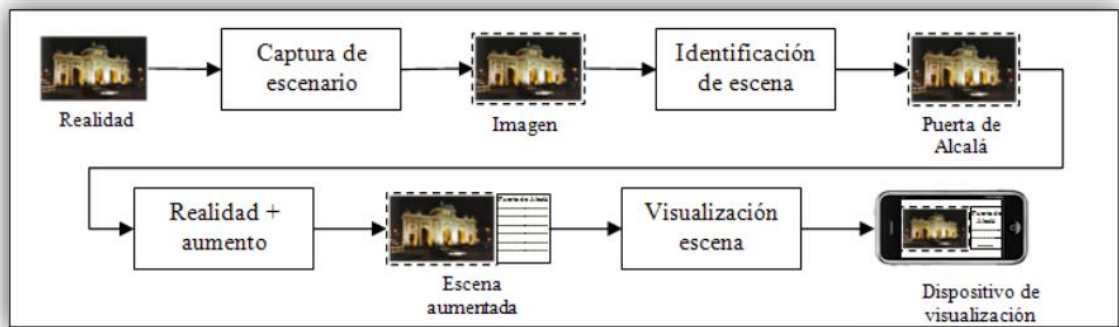


Figura 7. Funcionamiento de un sistema de realidad aumentada. Fuente: (López Pombo, 2010)

3.5. REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA

Ahora se mostrarán algunos conceptos que se tienen de la realidad aumentada aplicada en los procesos de enseñanza.

La RA se ha implantado en muchos procesos de enseñanza en el ámbito educativo, obteniendo resultados óptimos que reflejan que es sin duda una alternativa viable para la educación, se destaca ante todo su carácter motivador en los estudiantes y las posibilidad de permitirles interaccionar con elementos de difícil acceso mediante las herramientas tradicionales, para manipularlos por su propia cuenta.

A continuación se presentan dos afirmaciones que pueden corroborar las características mencionadas de la RA en los procesos educativos:

El uso de RA en ambientes educativos ha tenido un gran impacto en los estudiantes, pues incentiva el compromiso y la motivación en sus tareas escolares (Klopfer & Squire, 2008).

Por su parte, Rodriguez Lomuscio (2011) hace énfasis en que la RA permite percibir y controlar objetos que serían casi imposible sin el uso de la misma, y que debido a que la persona nunca abandona el contexto del mundo real (sino que lo aumenta), permite además mantener la comunicación y colaboración tan necesaria en el ámbito educacional.

La RA en la enseñanza y educación en general, no significa necesariamente el desplazamiento del docente de su labor de enseñanza para incluir herramientas tecnológicas que lo suplanten, sino más bien ayudarlo para que su labor sea desarrollada con estudiantes en una rol más activo dentro del salón de clase. la RA puede significar incluso el simple uso de una herramienta tradicional de enseñanza potenciada para despertar mayor interés, permitir una mejor comprensión o análisis de una temática etc., prueba de ello es Magic Book ,una de las aplicaciones de RA con mayor impacto en la educación, la cual consiste en un libro corriente, al que le añaden páginas con marcadores de RA que permite al estudiante visualizar figuras en 3D referentes al tema (Basogain et al., 2007).

Complementado lo anterior, se tiene también la siguiente afirmación: En el contexto educativo la realidad aumentada por si sola podría enriquecer muchos de los contenidos de los libros incorporando documentos multimedia (Mut Camacho, 2014, p. 234).

Las bondades que ofrece ésta tecnología son innumerables, es capaz de aportar en la mejora de las destrezas de un individuo en algún área de la ciencia, particularmente en cuanto a geometría y las ciencias exactas, se podría casi asegurar que existe un cambio en la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de estas áreas, las cuales suelen darse con la metodología clásica de enseñanza con el pizarrón y no suelen ser de mucho interés para gran parte de estudiantes. En relación a esas bondades, se tiene lo siguiente: la RA cambia la forma en la que los estudiantes entienden ciertos conceptos, y su análisis incluye una cuidadosa observación al manipular la RA durante las actividades (Shelton & Hedley, 2002).

En cuanto a la aplicabilidad que a futuro podría tener la RA en la educación y enseñanza, se señala lo siguiente:

En un futuro no muy lejano la realidad aumentada podría utilizarse para ver partes ocultas de un objeto de difícil acceso, o peligrosas para el aula, y que captamos con la cámara del dispositivo móvil y sobre la que se superpone la correspondiente información complementaria. (Mut Camacho, 2014, p. 234).

Sin lugar a dudas, el avance de la tecnología en los procesos educativos es imparable, y dentro de ella, la RA se visiona como una herramienta con buen futuro gracias a sus numerosos beneficios y a su fácil acceso en la actualidad, más sin embargo quienes aplican la RA en este contexto, tienen la difícil tarea de saber adoptarla correctamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje, centrándose

en las necesidades de aprendizaje del individuo, para que así esta tecnología pueda tener buenos efectos y marcar una diferencia trascendental en la educación.

3.6. REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO GEOMETRICO Y ESPACIAL

Uno de las posibilidades de la RA consiste en permitir visualizar objetos en 3D y hacerlos pasar visualmente a la par que cualquier objeto que exista en el mundo real, esto en el ámbito educativo se resume en la posibilidad de dotar al salón de clase de muchos objetos virtuales de interés para su estudio, y que en cierta forma no son tan sencillos de introducir a un salón de clases. Centrándose en el área de pensamiento geométrico y espacial, la característica anteriormente mencionada resulta muy atrayente, pues en esta área los individuos deben crear y manipular mentalmente todo tipo de elementos, tal es el caso de figuras geométricas 3D. En este sentido la RA se puede utilizar como herramienta para visualizar figuras de este tipo y permitir realizar comparaciones o verificaciones con objetos creados mentalmente, así como otro tipo de tareas. Esta característica toma mayor relevancia cuando se trata de la enseñanza de estos temas tan abstractos para los niveles más básicos de la educación.

Al respecto de la aplicabilidad que ha tenido la RA en la enseñanza, se señala lo siguiente:

En la actualidad existen algunas aplicaciones de Realidad Aumentada que han sido utilizadas para la enseñanza de contenidos. En general, los contenidos que se han abordado utilizando esta tecnología son aquellos en que el alumno requiere ser capaz de manejar un alto nivel de abstracción para comprenderlos. (Rodriguez Lomuscio, 2011).

Si bien la afirmación anterior no hace a alusión directamente a los temas pensamiento geométrico y espacial, si permite destacar que la RA se puede considerar como una opción más que adecuada para aplicarse en la enseñanza de dichos temas, debido a que los mismos requieren un alto nivel de abstracción en el estudiante para poder crear y manipular todo tipo de figuras de forma mental.

Maier (1994) citado en (Kaufmann, 2003) destaca cinco componentes en la habilidad espacial: La percepción espacial, la visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones espaciales y orientación espacial.

Con relación a los componentes de habilidad espacial mencionados, es preciso indicar que la realidad aumentada permite que el estudiante visualice de manera más clara las figuras geométricas al poder girarlos y visualizarlos sobre cualquier superficie, la proyección de estas figuras, hace que el estudiante incremente su capacidad de percepción en el pensamiento espacial.

Por otra parte, se tiene lo siguiente:

La realidad aumentada se utiliza principalmente para proporcionar un entorno natural para la colaboración entre profesores y estudiantes. La principal ventaja de utilizar AR es que los estudiantes realmente ven objetos tridimensionales que hasta ahora había que calcular y construir con métodos tradicionales, sobre todo papel y lápiz. (Kaufmann, 2006).

Lo anterior es especialmente valioso en áreas de estudio como el pensamiento geométrico y espacial dado que gran parte de los ejercicios para mejorar las capacidades espaciales se fundamenta en visualización y modificación mental de figuras, las cuales muchas veces son en tres dimensiones y que el estudiante debe analizar, este tipo de figuras no permiten un análisis cien por ciento claro al presentarse en medios educativos tradicionales como imágenes de libros.

En conclusión, se puede decir que en el pensamiento geométrico y espacial, las aplicaciones de RA aportan muchos beneficios, pudiendo complementar o remplazar muchas herramientas actuales que son menos eficientes en la enseñanza de este tipo de temas, y permitiendo a los estudiantes expandir sus capacidades de razonamiento, y de percepción espacial.

3.7. UNITY 3D



Figura 8. Logo de Unity 3D. Fuente: (Unity 3D Logo, 2012)

Unity3D (o simplemente Unity) es un motor de juegos que permite desarrollar videojuegos en 2D y 3D con posibilidad de exportar a múltiples plataformas, ofrece una interfaz fluida que hace posible a cualquier usuario una rápida adaptación y manejo, constando de dos tipos de licencia: Libre y Propietaria; la primera tiene algunas restricciones haciendo posible realizar muchas maniobras que personalicen el videojuego y desarrollar juegos de nivel básicos e intermedios en cuanto a la calidad gráfica, para hacer uso de sombras en tiempo real, así como otras mejora visuales se requiere de la licencia propietaria. Unity permite ser programado con lenguajes como C#, JavaScript o Boo. La instalación no requiere que el usuario tenga un nivel avanzado, por el contrario, consta de pasos muy básicos.

Las facilidades que ofrece en cuanto a licencia libre y el fácil manejo, son una de las causas por la que decidimos elegir esta herramienta, además de la inmensa documentación que existe en la web, y que lo identifica como uno de los motores de juego que más aceptación está teniendo en la actualidad, evolucionando a pasos agigantados.

Unity es una aplicación poderosa para crear videojuegos que no requiere que seamos programadores expertos o contar con conocimientos avanzados de Física y Matemáticas para poder usarlo (Landa Cosio, 2013, p. 5).

3.8. VUFORIA SDK

Es el framework desarrollado por la compañía estadounidense Qualcomm, Vuforia hace posible la creación de aplicaciones con realidad aumentada, se integra a Unity3D y tiene a disposición una versión libre y otra comercial. A pesar de que Unity exporta a múltiples plataformas, cuando se instala el SDK Vuforia, solo podrá compilar hacia los sistemas operativos Android y iOS.

Vuforia SDK posee mucha documentación y grandes foros con participación de desarrolladores principiantes y expertos, lo que no ocurre en otras alternativas que existen; son muchos los trabajos realizados con éste framework y la mayoría ha sido un caso de éxito. Al respecto se tiene la siguiente información que permite apreciar el alcance de esta herramienta: Vuforia está optimizado para realidad aumentada y reconocimiento de objetos, y ha sido usado por más de 3500 aplicaciones móviles en todo el mundo (Bobda & Velipasalar, 2014, p. 96).

3.9. BLENDER



Figura 9. Logo de Blender. Fuente: (Blender Foundation, 2009)

Es un software utilizado principalmente para el modelado de objetos en 3D, mediante este se crearon las diferentes figuras geométricas 3D para cada una de las actividades de la aplicación. Blender también permite muchas otras funcionalidades como la animación, iluminación y la tutorización, esta última mediante la técnica de UV Mapping, de la cual se hizo uso para dotar de texturas básicas a algunos modelos que lo requerían. Además de las funcionales mencionadas, Blender posee muchas otras, tal es el caso de un motor de juego interno, todo esto lo convierte en un software con un enorme abanico de posibilidades para quienes trabajan en el mundo 3D.

Blender posee la licencia GPL, lo que lo incluye en la categoría de software libre, sin embargo esto no ha sido impedimento para estar al mismo nivel de otros programas con licencia privativa.

Blender es una de los programas de modelado 3D que más atención está captando durante estos últimos años. Frente a otras alternativas más conocidas, como 3D Studio, Blender se distribuye siguiendo un modelo de licencia libre (Suau Pérez, 2011, p. 13).

3.10. MONODEVELOP



Figura 10. Logo de MonoDevelop. Fuente: (MonoDevelopLogo, 2008)

Es el IDE en donde se realizó toda la codificación del software, en el cual hacemos uso del lenguaje de programación C#, es de libre acceso y se instala automáticamente con Unity 3D, por lo tanto es el editor que se utiliza por defecto, aunque en Unity también se pueden configurar otros entornos de desarrollo.

MonoDevelop es un entorno de desarrollo integrado libre y gratuito, diseñado primordialmente para C# y otros lenguajes .NET como Nemerle, Boo, Java (vía IKVM.NET) y en su versión 2.2 Python (MonoDevelop, n.d.).

3.11. XAMARIN



Figura 11. Logo de Xamarin. Fuente: (Ferguson, 2014)

Es una API para crear aplicaciones multiplataforma en C# .NET, con ésta tecnología se creó la aplicación del módulo administrativo que será manipulada por el docente.

Xamarin es una compañía que se estableció en mayo de 2011, por los mismos ingenieros que crearon el proyecto Mono, consistente en una implementación libre de la plataforma de desarrollo .NET para dispositivos Android, iOS y GNU/Linux (Zamora, 2014).

3.12. VISUAL STUDIO

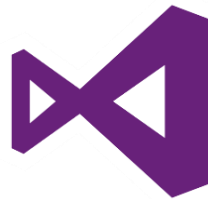


Figura 12. Logo de Visual Studio 2013. Fuente: (Visual Studio 2013 Logo, 2013)

Visual Studio 2013 es el IDE de programación por excelencia de la plataforma .NET y, por ende, de las aplicaciones que corren en los dispositivos del ecosistema de Microsoft (Quijano, 2013).

En el contexto del presente proyecto, fue requerido para el desarrollo de la aplicación multiplataforma que es manipulada por el docente, mediante la API de Xamarin. Se utilizó la versión Professional la cual se ejecuta bajo los estándares del software propietario.

3.13. WPF

Por sus siglas Windows Presentation Foundation, es un tipo de proyecto de Visual Studio que permite la creación de aplicaciones de escritorio para Windows utilizando el lenguaje de programación C#. A diferencia de Windows Forms, WPF

permite el diseño de interfaces a través del lenguaje de marcado XAML (eXtensible Application Markup Language, Lenguaje Extensible de Marco de Aplicaciones en español), no solo permite la creación de interfaces sino la reutilización de código y creación de estilos personalizados aplicados al diseño de las ventanas y a la de otras plataformas de Microsoft, como por ejemplo Windows Phone.

3.14. ANDROID

Es el sistema operativo móvil más usado por todos los usuarios, es de código abierto, es gratuito y posee un gran mercado de aplicaciones, en comparación con iOS, BlackBerry OS y Windows Phone.

Se pueden programar aplicaciones para este sistema operativo utilizando el lenguaje de programación Java, y permite añadir todas las interfaces que sean necesarias para el buen desarrollo de aplicaciones (Nieto, 2011). Para éste caso, se empleó C# para la codificación del software junto con el motor de videojuegos Unity 3D, que permitió exportar hacia ésta plataforma.

3.15. MICROSOFT AZURE

Anteriormente llamado Windows Azure, es una plataforma de Microsoft que cuenta con una intuitiva gama de servicios en la nube. Posee varios componentes, como por ejemplo hospedaje de aplicaciones web y servicios; SQL Azure, el cual consiste en un servicio de almacenamiento de datos basado en SQL SERVER.

SQL Azure provee funciones de una base de datos relacional, lo que lo hace una plataforma escalable, altamente disponible y con equilibrio de cargas (Krishnan, 2010, p. 10).

3.16. MVVM (Model - View - View Model)

En español, Modelo – Vista – Modelo de vista, es el patrón de diseño que divide el código de la interfaz de usuario en 3 partes conceptuales: Modelo, Vista y Vista Modelo; pero el concepto del modelo de vista es lo nuevo y más emocionante.

- Modelo: Es un conjunto de clases que representan los datos procedentes de los servicios o la base de datos.
- Vista: Es el código correspondiente a la representación visual de los datos de la forma en que se ve y se interactúa con el usuario.
- Vista Modelo: Sirve como pegamento entre la Vista y el Modelo, envuelve los datos del modelo y hace que sea fácil para ser presentado y modificado por la vista. El modelo de vista también controla las interacciones de la vista con el resto de la aplicación, incluso con otras vistas (Polyak, 2014).

Para concluir, es necesario aclarar la razón de uso de algunas herramientas para el desarrollo de este proyecto que quizás no son las de uso habitual, sobre todo en la aplicación de gestión de gestión del docente (MathRoomApp Docente) que consiste en una aplicación de escritorio desarrollada en Visual Studio 2013, con una conexión con Microsoft Azure para la integración con la aplicación MathRoom App Estudiante. Si bien, Visual Studio ha tenido una integración más simple con todas las tecnologías que hacen parte de Microsoft (como lo es Microsoft Azure) a comparación con otras herramientas como el SGBD MySQL u otras de terceros, eso no significa que no sean compatibles, pero se deben realizar una serie de procedimientos “tediosos” por así decirlo, para lograr una correcta comunicación en ambos lados. En contraste, las bondades que ofrece Microsoft Azure, minimizan todos esos esfuerzos a un par de clicks y en un mismo lugar: Desde la creación y

despliegue de servicios en la nube hasta el hospedaje de sitios web, sin mencionar otro tipo de servicios que se encuentran disponibles.

Es una gran experiencia y se desea que la mayoría de desarrolladores tengan el privilegio de aplicarla.

4. METODOLOGIA

En esta sección, se señal la forma en la que se realizará el estudio de la investigación con propósitos de dar respuesta al problema y objetivos planteados. Es decir, se define el tipo de investigación y todos los procedimientos necesarios para llevar a cabo la investigación que conllevará a desarrollar e implementar una herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje del pensamiento espacial y geométrico en estudiantes de grado 5to de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón.

4.1. FASES DEL PROYECTO

Se mostrará a continuación como se llevó a cabo el desarrollo del presente proyecto en cada una de sus fases de acuerdo a los objetivos específicos definidos previamente. Se definieron las siguientes fases:

Fase 1. Recolección y análisis de información.

Fase 2. Diseño y desarrollo de aplicación.

Fase 3. Pruebas del sistema.

4.1.1. FASE 1: RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

- Realización de Entrevista: Se desarrolló una entrevista con una serie de preguntas al docente de matemáticas de Quinto grado de la institución educativa Cristóbal Colon. Esto se llevó a cabo con el fin de conocer los materiales y métodos usados por el docente para impartir los temas pensamiento geométrico y especial, así como las problemáticas que pueden presentarse en su aplicación.

Ver Anexo B: Formato Entrevista A Docente en la página 148.

Ver Anexo H: Resultados Entrevista Docente en la página 177.

- Realización de Encuestas: Se desarrollaron una serie de encuestas a una muestra de estudiantes de Quinto grado de la institución educativa Cristóbal Colon. Esto con el fin de conocer el nivel de interés hacia cada material utilizado en sus procesos de enseñanza y si se sienten a gustos con ellos. Ver Anexo A: Formato Encuesta a Estudiantes en la página 144 Ver Anexo G: Resultado Encuesta en la página 162 en la página 160.
- Realización de grupo de discusión: Fue necesario un estudio más a fondo con los estudiantes debido a inconstancias que se obtuvieron entre la encuesta aplicada a ellos y la entrevista al docente, donde el docente manifestó percibir poco nivel de interés de los estudiantes en los libros y los estudiantes por su parte afirmaron lo contrario, por ende con este grupo de discusión se buscó aclarar esos aspectos que son relevantes en la investigación realizada.
Ver Anexo C: Formato Grupo de Discusión en la página 151.
Ver Anexo I: Resultados Grupo De Discusión en la página 182.
- Análisis de prácticas anteriores con RA: Se hizo una investigación acerca de proyectos anteriores que han usado RA. Se llevó a cabo mediante libros representativos, artículos de revistas, y páginas web, con el fin de conocer lo que ya existe, cómo se ha implementado y seleccionar el tipo de práctica y dispositivo de interacción con RA más adecuados a las necesidades y recursos del proyecto. Se determinó que por su bajo coste y simplicidad, un dispositivo móvil (tal como una tableta), realizando el proceso de identificación de escena a aumentar mediante marcadores de RA sería lo más indicado para implementar dicha tecnología en este proyecto.
Ver antecedentes en las páginas 21-28.

- Investigación y análisis de actividades de pensamiento geométrico y espacial y tareas que favorecen dichos temas: Se investigaron y analizaron varios tipos de actividades acerca de los temas pensamiento geométrico y espacial, al igual que tareas que favorecen dichos temas, lo cual permitió definir tres tipos de actividades distintas que corresponden a los tres escenarios de aprendizaje con los que cuenta la aplicación MathRoom App Estudiante, en general cada escenario de aprendizaje definido cuenta con un total de seis actividades o preguntas de un mismo tipo. Esta investigación se llevó a cabo en páginas web con teoría, ejercicios y actividades del pensamiento geométrico y espacial, así como consultas de preguntas realizadas en las pruebas SABER de 5° y 9° de matemáticas. Ver Definición de escenarios de aprendizaje en la página 51.

4.1.1.1. Definición de escenarios de aprendizaje

Se definieron un total de tres escenarios de aprendizaje, los dos primeros escenarios fueron definidos basándose en tareas que favorecen el pensamiento espacial y sistemas geométricos, y el último fue basado en una actividad encontrada en las pruebas SABER de 5° y 9° de matemáticas. En la siguiente imagen se pueden observar las distintas categorías de tareas encontradas que pueden favorecer tanto al pensamiento espacial como a los sistemas geométricos:

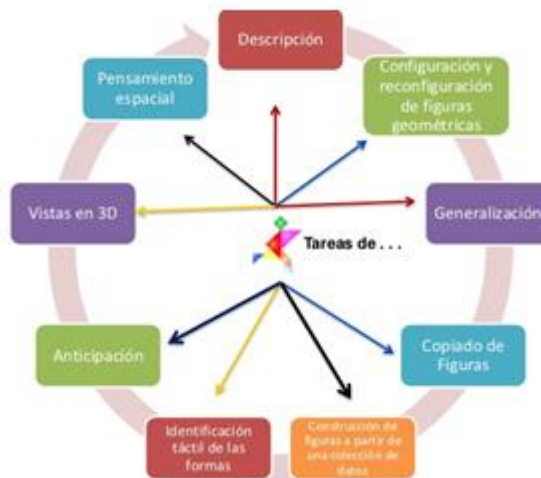


Figura 13. Algunas situaciones para el trabajo del pensamiento espacial y sistema geométricos. Fuente: (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2012)

Escenario 1: Pretende que el estudiante identifique una figura 3D luego de observar detenidamente una imagen de ella. Se le mostrarán cuatro figuras 3D similares mediante RA y deberá ser capaz de seleccionar la figura que corresponde a la imagen.

Este escenario no se basó en ninguna actividad encontrada en la investigación realizada, sino que trata de una actividad totalmente nueva que cabe en la categoría de tareas de vistas en 3D debido a que implica el análisis de imágenes 2D de figuras 3D, lo cual resulta beneficioso en los temas pensamiento espacial y geométrico, al tener en cuenta la siguiente información investigada: El análisis de planos bidimensionales de figuras tridimensionales da paso a la representación mental del estudiante de sólidos, además propicia el desarrollo de habilidades de reconocimiento de relaciones espaciales en desarrollos planos de figuras (MEN, 2012).

Escenario 2: El estudiante debe realizar un conteo de las caras totales que tiene una figura 3D valiéndose únicamente de una imagen 2D de ella. Aquí se debe mencionar que se utilizaron figuras que fueran en preferencia simétricas cuya vista en la imagen permita que el niño pueda inferir mediante análisis y de forma sencilla las caras traseras no visibles de la figura sin que se preste a ambigüedades para que pueda realizar el conteo de caras correctamente. En este escenario la RA será usada para mostrar la figura 3D y que el estudiante verifique el número de caras al explorarla.

Al igual que el escenario 1, este no se basó en ninguna actividad encontrada en la investigación realizada, sino que trata de una actividad nueva acerca de análisis de imágenes 2D de figuras 3D que además pertenece a la categoría de tareas de anticipación debido a que el niño deberá inferir la parte trasera no visible de la figura en la imagen apoyándose en la parte visible para poder realizar el conteo total de caras; siendo esto beneficioso en los temas debido a la siguiente información investigada: El modo de “pensar geométrico” supone poder apoyarse en propiedades conocidas de las figuras y los cuerpos para poder anticipar relaciones no conocidas (MEN, 2012).

Escenario 3: En este escenario se le presenta al estudiante una imagen de una figura 3D al lado de tres opciones correspondientes a las vistas frontal, lateral y superior. De dichas opciones solo una estará correcta y será la que debe seleccionar el estudiante para ganar una actividad del escenario. Al igual que en el caso anterior la RA será usada para mostrar la figura 3D para que el niño pueda explorarla y así verificar su respuesta.

Aquí se realizaron una serie de modificaciones a una de las preguntas de matemáticas de las pruebas SABER de 5° y 9° (pregunta No. 31) para crear una actividad original pero que a su vez conservara la necesidad de imaginar una figura desde diferentes posiciones lo cual corresponde a una operación implícita en el

ejercicio consultado (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2009). La operación descrita, según algunos autores, constituye una habilidad evaluada por el pensamiento espacial y por lo tanto sería muy beneficioso en dicho tema.

El razonamiento espacial evalúa la capacidad de imaginar un objeto desde diferentes posiciones pero manteniendo sus características; Por ejemplo, la rotación de imágenes (Castaño Piamba, n.d.).

4.1.1.2. Objetivos de aprendizaje de los escenarios

Cada conjunto de actividades de cada uno de los escenarios trae consigo un objetivo de aprendizaje específico que corresponderá a una habilidad a reforzar o aprender dentro de los temas de pensamiento geométrico y espacial.

N° DE ESCENARIO	OBJETIVO DE APRENDIZAJE
1	Reforzar o aprender la habilidad de reconocer figuras geométricas 3D a partir del análisis de una imagen 2D de la misma
2	Reforzar o aprender la habilidad de determinar el número total de caras de una figura 3D a partir de una imagen de la misma.
3	Reforzar o aprender la habilidad de imaginar una figura 3D desde diferentes posiciones al tener que rotarla mentalmente valiéndose de una única imagen de ella.

Tabla 1. Objetivos de aprendizaje de escenarios

4.1.2. FASE 2: DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

- **Seleccionar herramientas:** Después de realizar la recolección y análisis de información (Fase 1), se seleccionaron las herramientas software y los lenguajes de programación necesarios para el desarrollo de la aplicación. Para el diseño de los escenarios de la aplicación de realidad aumentada (RA) **MathRoom App** del estudiante se utilizó la herramienta **Unity3D**, teniendo en cuenta que la RA se aplicara usando marcadores para la identificación de la escena a aumentar, se utiliza la librería **Vuforia**, la cual ejecutada sobre el motor de juegos **Unity3D** ofrece muchas facilidades para esta tarea. Para el diseño de la aplicación también se requirió de una herramienta que permitiera la creación de modelos en 3D, para dicho fin se seleccionó el software **Blender3D**. Una vez identificadas las herramientas para la creación de la aplicación se definió que la codificación sería llevada a cabo en Unity3D mediante el lenguaje de programación **C#**.

Por otra parte las herramientas escogidas para la aplicación MathRoom App del docente, fueron el entorno de desarrollo **Visual Studio 2013 Professional**, con las librerías de **Xamarin** para lograr la reutilización de código y exportar a distintas plataformas y el lenguaje de programación C#. Para la base de datos se eligió el servicio de almacenamiento de datos **SQL Azure** de la plataforma Microsoft Azure, la cual cuenta con un reconocido servidor denominado **Windows Server 2012 RC**. Ver Tecnologías utilizadas desde la página 41

- **Análisis:** Se describió la especificación de requisitos, donde se determinaron los requerimientos necesarios de la aplicación, tanto los requerimientos funcionales que permitieron plantear las funcionalidades o servicios del sistema, como los no funcionales relacionados con atributos de calidad que debía poseer esté al término del proyecto.
Ver Especificación De Requisitos en la página 69.

- **Diseño:** Se realizaron distintos diagramas del sistema: Diagrama de casos de uso, clase, secuencia, colaboración, relacional y componentes.

Ver Diagramas de Casos de Uso 74 en la página 74.

Ver Modelo Relacional en la página 82.

Ver Diagrama de Clases en la página 83.

Ver Diagrama de Componentes en la página 84.

Ver Diagramas de Secuencia en la página 119.

Ver Diagramas de Colaboración en la página 135.

- **Desarrollo de módulos de la aplicación y su base de datos:** Se llevó a cabo el desarrollo de los módulos necesarios para el funcionamiento de la aplicación MathRoom App Estudiante teniendo en cuenta los tres escenarios de aprendizaje definidos. Dicha aplicación permite a los estudiantes la realización de actividades con RA en los temas de pensamiento geométrico y espacial. En el desarrollo de esta aplicación se incluye la creación de los modelos 3D que se usaron para el proceso de aumento mediante RA. Posteriormente se desarrolló la base de datos y la aplicación de escritorio MathRoom App Docente.

Esta aplicación tuvo como fin permitirle al docente la gestión de los resultados de los estudiantes en sus actividades al ofrecerle la posibilidad de realizar distintas consultas sobre ellos. Por otro lado, esta aplicación también cuenta con un usuario administrador que es capaz de tener acceso a los registros de todos los docentes, pudiendo eliminar un usuario docente del sistema.

Ver Desarrollo en la página 67.

4.1.3. FASE 3: PRUEBAS DEL SISTEMA

- **Desarrollo de pruebas:** Se realizaron pruebas de las aplicaciones en una muestra de estudiantes de Quinto y el docente que imparte los temas en cuestión en la Institución educativa Cristóbal Colon, todo esto con el fin de medir el nivel de motivación de los estudiantes al hacer uso de MathRoom App estudiante y de conocer el grado de facilidad de uso de ambas aplicaciones para los distintos usuarios. Adicionalmente con estas pruebas también se buscó garantizar el correcto funcionamiento de las aplicaciones, ejecutándolas en el ambiente para la que fueron pensadas y de esa manera detectar y corregir los posibles errores existentes.

Ver Anexo D: Formato Cuestionario de Motivación Intrínseca en la página 160.

Ver Anexo L: Resultados Cuestionario De Motivación Intrínseca en la página 190.

- **Capacitación y entrega de la aplicación final:** Se capacitó a los estudiantes, al docente y administrador sobre el funcionamiento de las respectivas aplicaciones, tanto MathRoom App estudiante cómo MathRoom App Docente. Finalmente se hizo entrega del software definitivo.

4.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El actual proyecto se enmarca dentro de la línea de investigación de la ingeniería de software pues se pretende el desarrollo de un software educativo con tecnologías de Realidad Aumentada y que desarrolle herramientas que contribuyan de manera significativa a impulsar el desarrollo tecnológico en la región.

4.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada está ubicada dentro de la metodología de investigación descriptiva, debido a que se describen las características a nivel de motivación e interés que manifiestan los estudiantes de 5to de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colon en el proceso de aprendizaje de los temas pensamiento espacial y geométrico mediante los materiales educativos y estrategias de enseñanza utilizadas por el docente. Según (Hernández, Fernández & Baptista, 2003, p. 102) citado por (Parra Castrillón & Narváez, 2010) en los estudios descriptivos el propósito del investigador consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Esto es, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

Por otro parte, este proyecto también se constituye en una investigación de tipo aplicada, ya que trata el desarrollo de una aplicación al servicio de los niños de quinto grado de la institución educativa Cristóbal Colon.

Al respecto de este tipo de investigación, Murillo (2008 citado en Vargas Cordero, 2009) señala lo siguiente:

La investigación aplicada recibe el nombre de “Investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

4.2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

En este caso, el conjunto total de la población susceptible a nuestro proceso de investigación son todos los estudiantes que cursan Quinto grado de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón.

Pero si generalizamos este proyecto, implementándolo a escuelas públicas que tengan las mismas características definidas en nuestra investigación, podríamos afirmar que la población son todos los estudiantes que cursan Quinto grado de primaria en los colegios públicos de la ciudad de Montería.

Muestra

Corresponden a nueve estudiantes de Quinto grado de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón.

4.2.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se hizo uso de encuestas y entrevistas como estrategia de recolección de datos para esta investigación; éstas se efectuaron personalmente haciendo una visita al aula de la institución, donde se contó con la presencia de los estudiantes y el docente a cargo.

A los estudiantes se les presentó un formulario de encuesta con el objetivo de determinar el grado de interés y motivación que tienen en cada una de las herramientas usadas por el docente al dar las clases de pensamiento geométrico y especial. Por su parte al docente se le presento un formato de entrevista con una serie de preguntas abiertas acerca de los métodos de enseñanza que adopta, los materiales educativos de uso habitual, y su apreciación sobre el nivel de motivación en los niños.

4.3. METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PRODUCTO

En este proyecto se hace uso de la metodología de desarrollo de software XP (Extreme Programming), la cual es una metodología de desarrollo ágil que fue propuesta por Kent Beck cuando en el año 1999 fue responsable de crear el primer libro sobre el tema, *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios (Canós, Letelier, & Penadés, 2003).

A sabiendas de lo anterior, es debido mencionar que la metodología de desarrollo de software XP engloba muchas otras cosas:

El ciclo de vida de un proyecto XP incluye, al igual que las otras metodologías, entender lo que el cliente necesita, estimar el esfuerzo, crear la solución y entregar el producto final al cliente. Sin embargo, XP propone un ciclo de vida dinámico, donde se admite expresamente que, en muchos casos, los clientes no son capaces de especificar sus requerimientos al comienzo de un proyecto. (Joskowicz, 2008, p. 8).

Las características principales y como se aplicaron en el presente proyecto se describen a continuación:

Programación en parejas: XP propone el desarrollo en parejas, el cual fue llevado a cabo para la aplicación y tuvo resultados muy satisfactorios como un buen desempeño, y satisfacción entre los programadores debido a que cada uno estaba al tanto de los cambios y era capaz de validarlo o refutarlos en post seleccionar la mejor alternativa de las disponibles para el desarrollo.

Simplicidad: XP propone encontrar la solución más simple, pero que funcione adecuadamente para lo que se requirió, en este sentido se trató de cumplir inicialmente cada funcionalidad especificada inicialmente para después si se disponía de recursos adicionales, realizar añadidos a estos con el fin de mejorarlos, de esta forma se tuvo más probabilidad de cumplir con los requisitos establecidos ya que no hacían desvíos que muchas veces resultan tediosos, complejos y en general gastos innecesarios. Se trató de hacer simple en general todo el proyecto, tanto en diseño como en la codificación en la etapa de del desarrollo.

Propiedad del código compartida: XP propone que el código no se asocie a una única programador, sino que puede ser modificado por demás programadores miembros del equipo en cualquier momento, al ser aplicada esta característica permitió una mayor detecciones de errores y una mejor optimización del código debido a que este era revisado periódicamente por varias personas y no por un único programador.

Comunicación: La comunicación permanente es fundamental en XP. Dado que la documentación es escasa, el diálogo frontal, cara a cara, entre desarrolladores, gerentes y el cliente es el medio básico de comunicación (Joskowicz, 2008, p. 16). En el presente proyecto se realizó una comunicación periódica y fluida con el docente de las institución educativa a la que se aplicó el proyecto, que corresponde a uno de los clientes de la misma, y por ende se pudo resolver varias dudas que lo vinculaba rápidamente así como determinar con mayor claridad el enfoque que se le debía dar a ciertas funcionalidades de la aplicación.

4.3.1. APLICACIÓN EN PROYECTO ACTUAL

A partir de ahora se describirá la experiencia obtenida en la realización del proyecto teniendo en cuenta los pasos que propone la XP, mencionados anteriormente. Para cada uno de los elementos se enuncia la experiencia real en cada iteración realizada.

El proyecto se divide en 3 iteraciones, por lo tanto se obtuvo un total de 3 entregas para las cuales se desarrollaron partes de la aplicación completamente funcionales.

La primera iteración se refirió al desarrollo de la aplicación del estudiante (MathRoom App Estudiante) la cual tuvo una duración aproximada de 5 meses, la segunda iteración corresponde al análisis y desarrollo del módulo de gestión del docente (MathRoom App Docente) en forma parcial ocupando un mes completo, y la tercera iteración consta del desarrollo faltante de la aplicación del docente definido en una ventana para el usuario con el reporte de calificaciones, ésta implementación tomó 1 día.

Programación en parejas

En algunas ocasiones se fijaba un sitio de encuentro ubicado en la biblioteca de la Universidad para el desarrollo de la aplicación, ambos programadores situados en su equipo iniciaban la labor de codificación durante 5 horas en la jornada de la tarde hasta el próximo día durante toda la semana, claro está, en días hábiles. Se continuó con esta rutina durante 4 meses.

En el último mes, no se contó con un sitio principal para la codificación de la aplicación, por lo que fue una dificultad llevar a cabo el objetivo de programar en parejas; ambos programadores se encontraban en sitios diferentes y fue imposible que ambos trabajasen en un mismo computador, a partir de aquí, cada uno utilizó su propia máquina para la realización de la aplicación con la salvedad de mantener el mayor nivel de comunicación posible. El estándar para la comunicación consistió

que siempre estaríamos conectados a internet para la creación de sesiones de chat en donde se discutieron asuntos mismos del software, así como también el uso de correos electrónicos para así generar la sensación de cercanía y generando un apoyo simultaneo.

La metodología actual exige que cada programador tengo dominio sobre la herramienta en la cual está desarrollando, en éste caso se confirma que ambos desarrolladores poseen un nivel de conocimiento elevado sobre la herramienta.

En la segunda iteración, tampoco se estableció un sitio de encuentro para el desarrollo del módulo de gestión (MathRoom App Docente) y los medios de comunicación fueron los mismos a los descritos anteriormente.

En la tercera iteración, por el corto tiempo empleado y por la baja complejidad del desarrollo requerido, se acordó inmediatamente trabajar separados manteniendo una comunicación constante hasta obtener el producto completado.

Finalmente, en cada iteración uno de los programadores integraba el resultado obtenido por el mismo con lo que había obtenido el otro desarrollador, toda la codificación se reunió en un solo proyecto para luego proceder con la compilación.

Simplicidad

Con respecto a la sencillez del diseño, se debieron hacer algunos sacrificios con respecto al diseño de la interfaz gráfica y los diagramas para que fueran lo más sencillo posible.

Desde el punto de vista de las interfaces, se inició con la creación de “*wireframes*” (diseño preliminar de interfaces de usuario) para posteriormente materializarlos en una ventana, en esto no se invirtió mucho tiempo. Algunos elementos estuvieron acorde a como lo había solicitado el cliente, en este caso correspondería al usuario docente del establecimiento educativo, con una presentación elegante pero

sencilla. El usuario final no tuvo inconvenientes con el manejo de la aplicación a través la interfaz, se mostró satisfecho y con una actitud positiva.

Para el diseño de la interfaz de la aplicación de los estudiantes, se tomó como punto de partida el estudio realizado en los antecedentes para luego hacer una revisión de aquellas aplicaciones que tienen unos propósitos educativos y destinados a un público con muy temprana edad. Por otro lado, la mecánica de la interfaz sigue las pautas de un videojuego tradicional, el cual consiste en presentar al niño una serie de niveles, incluyendo un tiempo límite y una serie de posibilidades en el tiempo de juego.

El estudiante se pudo disolver fácilmente en las opciones presentadas en la aplicación llamando mucho su atención permitiendo resolver las actividades sin ningún inconveniente.

En lo que a los diagramas se refiere, se utilizó Enterprise Architect y StarUML para la creación de algunos diagramas como Modelo Relacional, Casos de uso de los cuales surgieron varias versiones a medida que se agregaban nuevas funcionalidades a la aplicación.

Para mantener la simplicidad en el código, se elaboraron algunas clases con métodos reutilizables para la aplicación MathRoom App Estudiante, se efectuó su uso en la mayor parte de la aplicación como puede ser el control del tiempo, navegación por las escenas, gestión de menús, conexión a base de datos, etc.

Ejemplo para navegar entre las escenas:

```
public void Navegate(ref AsyncOperation asyncoper, ref GUITexture fondo, Texture
LoadingTexture, string level)
{
    asyncoper = Application.LoadLevelAsync(level);
    if (asyncoper != null)
```



```
        fondo.texture = LoadingTexture;  
    }
```

Esté método con algunos parámetros necesarios para su correcto funcionamiento, debe ser invocado cada vez que se desee navegar hacia una nueva escena.

Propiedad de código compartido

La XP propone que cualquier programador pueda continuar el desarrollo iniciado por alguien más sin ningún problema.

En éste proyecto, se recurrió a ésta técnica cada vez que se integraban dos partes de código creado por más de un desarrollador. A menudo, era necesario agregar ciertos detalles que permitían una correcta integración a las otras partes, el código proveniente era fácilmente legible debido a que seguían los estándares del equipo de desarrollo.

Comunicación

La idea de tener al cliente (docente) siempre presente no era fácil de asimilar teniendo en cuenta los costos que representa. En este caso, el cliente no podía desplazarse a ninguna de los sitios de trabajo de los desarrolladores dado que debía estar a cargo de un grupo de estudiantes en la institución. A raíz de esto, se tuvo que adoptar una estrategia de comunicación distinta como lo fue por vía telefónica con el cliente del otro de la línea atento a las dudas del grupo de desarrollo, si bien está estrategia no hubiera resultado tan efectiva como tener al docente cerca del equipo de desarrollo para solucionar inquietudes.

En algunas ocasiones, los inconvenientes adquirirían tal magnitud que las llamadas telefónicas no eran el medio adecuado para transmitirlos, hasta que se recurrió a las visitas personales al plantel educativo para así hacerle saber al cliente los problemas con lujo de detalles.

5. DESARROLLO

5.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

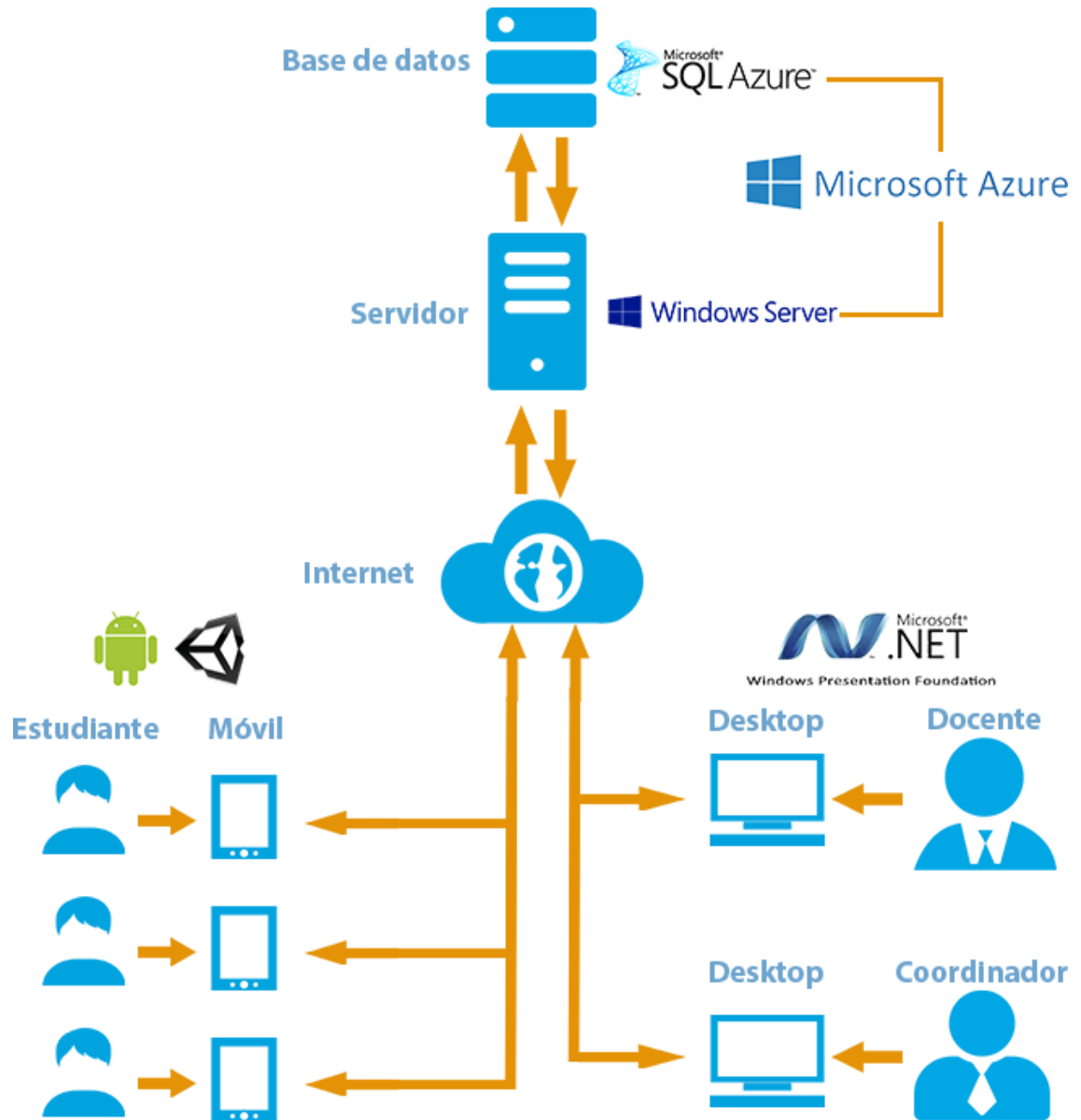


Figura 14. Arquitectura del sistema

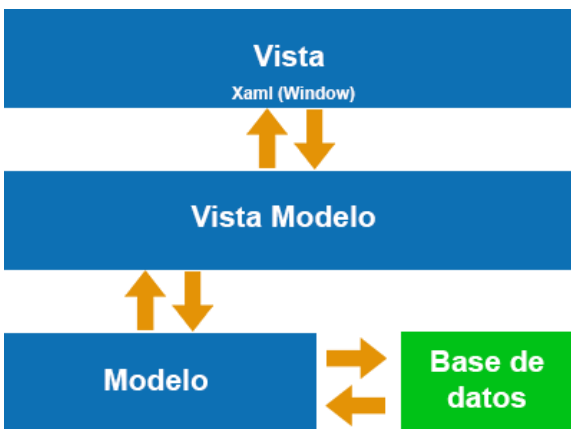


Figura 15. Patrón de diseño MVVM

El diagrama de la Figura 14, representa toda la infraestructura de comunicación de la plataforma, su funcionamiento lógico exige la participación de tres tipos de usuario: Estudiante, docente y un coordinador; que en cierta medida deben estar sincronizados.

El estudiante nutre el sistema de información, es quien inicia el intercambio de datos teniendo a su disposición el dispositivo móvil con la aplicación desarrollada en Unity 3D para sistemas operativos Android; recordando que el SDK de realidad aumentada para Unity limita el compilado de aplicaciones hacia múltiples plataformas, por lo tanto solo Android y iOS están incluidas en su lista de sistemas operativos destino; pero solo la primera posee un amplio mercado de aplicaciones y el costo más bajo para la apertura de una cuenta desarrollo; más allá de esto, en la aplicación, el estudiante deberá realizar los diferentes tipos de actividades. Al completar cada una de ellas, se registrará automáticamente en la base de datos el resultado obtenido. Se utilizó el servicio de almacenamiento de datos SQL Azure, de la plataforma Microsoft Azure la cual cuenta con un reconocido servidor denominado Windows Server 2012 RC.

Paralelamente, el docente podrá ver el registro de calificaciones, a través de una aplicación de escritorio (WPF) desarrollada en Visual Studio y con las librerías de Xamarin para que, en un futuro, se pueda exportar a otras plataformas. Fue necesario utilizar el patrón de diseño MVVM (Modelo – Vista – Vista Modelo) para el desarrollo de ésta aplicación, puesto que así lo exige Xamarin, ver Figura 15.

La manera de operar de la aplicación de éstos dos usuarios (Docente y coordinador) consiste en realizar consultas a la base de datos luego de una solicitud al servidor de aplicaciones y si la respuesta de éste es exitosa, la información finalmente será desplegada en pantalla.

El patrón de diseño utilizado ofrece muchas bondades, principalmente la reutilización de código y la independencia con el diseño de las interfaces o las Vistas, las cuales se elaboraron mediante XAML. En el modelo se incluyen todos las clases que contienen los datos del usuario coordinador y docente.

Una pieza fundamental es el Modelo, que además de sincronizarse con la Vista con a través del modelo de vista (ViewModel), también es capaz de interactuar con servicios que se conecten a la base de datos.

5.2. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

5.2.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA

A continuación se presentan los objetivos que se pretenden lograr cuando el sistema a desarrollar este en uso, en este caso refiriéndose tanto a la aplicación MathRoom App estudiante como MathRoom App docente.

OBJ-01	GESTIONAR USUARIOS DEL SISTEMA
Descripción	El sistema deberá permitir gestionar los usuarios del mismo: crear, consultar, eliminar.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 2. OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema

OBJ-02	GESTIONAR SESIONES DIDACTICAS
Descripción	El sistema deberá permitir gestionar sesiones didácticas de los cursos de alguna institución: Crear, iniciar.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Las sesiones didácticas (también podrían ser llamadas partidas) son sesiones que el docente crea para que los estudiantes inicien en ella y realicen actividades de las cuales posteriormente el docente consultará los resultados

Tabla 3. OBJ-02 Gestionar sesiones didácticas

OBJ-03	GESTIONAR ACTIVIDADES
Descripción	El sistema deberá permitir gestionar actividades en los cursos de una institución en una sesión didáctica específica: realizar actividades, ver clasificación de estudiantes en actividades, obtener estadística de actividades.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4. OBJ-03 Gestionar actividades

OBJ-04	GESTIONAR CURSOS
Descripción	La aplicación deberá permitir gestionar cursos en una institución: crear, consultar, eliminar.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 5. OBJ-01 Gestionar cursos

5.2.2. REQUISITOS DE INFORMACIÓN

RI-01	INFORMACIÓN SOBRE USUARIOS DEL SISTEMA
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuario del sistema
Descripción	El sistema deberá almacenar información correspondiente a los distintos usuarios (administrador, docente, estudiante) que se registren. en concreto:
Datos específicos	<p><u>Usuario estudiante:</u> Usuario, contraseña, Nombre, Apellido, Sexo, Edad.</p> <p><u>Usuario docente:</u> Usuario, contraseña, Nombre, Apellido.</p> <p><u>Usuario Administrador:</u> Usuario, Contraseña, Nombre, Apellido, Institución Educativa</p>

Tabla 6. RI-01 Información sobre usuarios del sistema

RI-02		INFORMACIÓN SOBRE REGISTRO DEL CURSO
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema	
Descripción	El sistema deberá almacenar información acerca del registro de estudiantes en un curso. En concreto:	
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Código de registro del curso 	

Tabla 7. RI-02 Información sobre registro del curso

RI-03		INFORMACIÓN SOBRE VINCULACIÓN DOCENTES
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema	
Descripción	El sistema deberá almacenar información correspondiente a la vinculación de un docente a una institución	
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Código de vinculación del docente 	

Tabla 8. RI-03 Información sobre vinculación docente

RI-04		INFORMACIÓN SOBRE SESIONES DIDACTICAS
Objetivos asociados	OBJ-02 Gestionar sesiones didácticas	
Descripción	El sistema deberá almacenar información correspondiente a Las sesiones didácticas. En concreto:	

Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Código de sesión didáctica • Nombre • Fecha
--------------------------	---

Tabla 9. RI-04 Información sobre sesiones didácticas

RI-05 INFORMACIÓN SOBRE ACTIVIDADES	
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar actividades
Descripción	El sistema deberá almacenar información correspondiente a los resultados de estudiantes en las actividades. En concreto:
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Calificación de actividad (si es correcta o incorrecta) • Tiempo de respuesta en actividad (cuanto tardo en resolverla) • Numero de intentos de actividad

Figura 16. RI-05 Información sobre actividades

RI-06 INFORMACIÓN SOBRE CURSOS	
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar cursos
Descripción	El sistema deberá almacenar información correspondiente a los cursos de una institución. En concreto:
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Grado • Grupo

Tabla 10. RI-06 Información sobre cursos

REQUISITOS FUNCIONALES

5.2.2.1. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

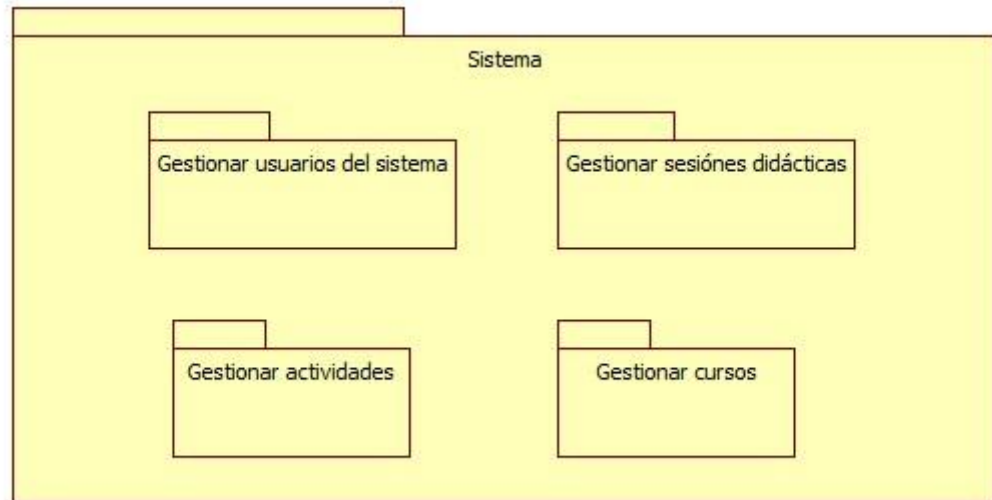


Figura 17. Diagrama de subsistemas

5.2.2.1.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SUBSISTEMA GESTIONAR USUARIOS DEL SISTEMA

En la siguiente figura se presenta el diagrama de caso de uso gestionar usuarios del sistema (OBJ-01), el cual permite indicar claramente que servicios permitirá realizar el sistema con respecto a la gestión de usuarios.

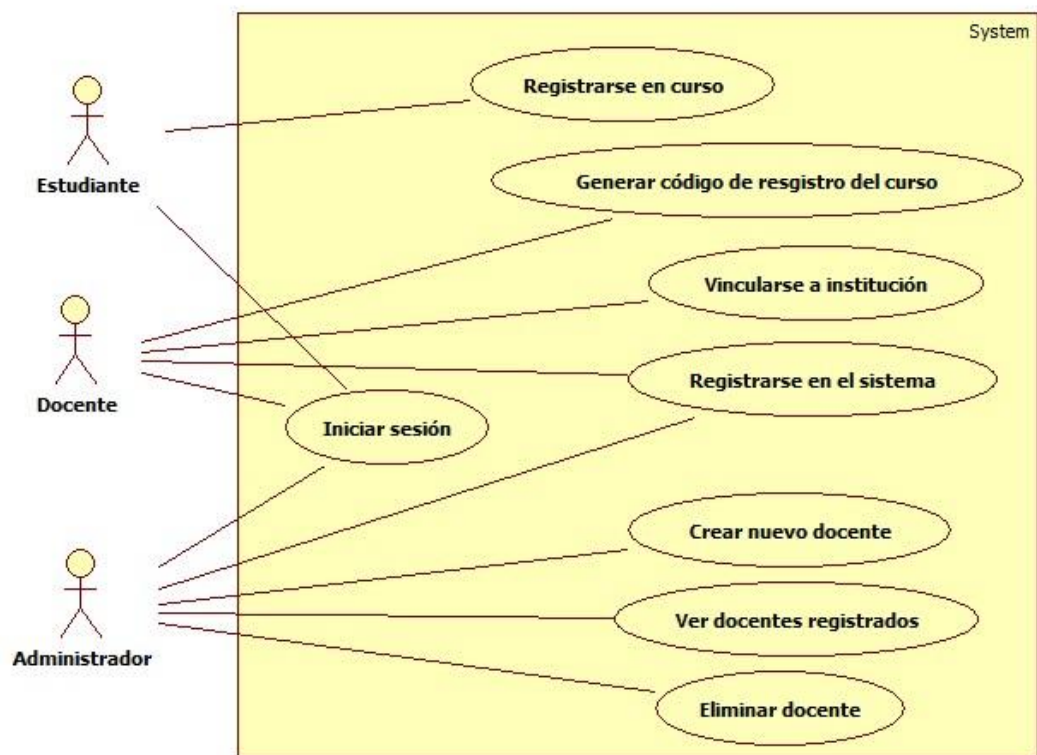


Figura 18. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar usuarios del sistema

5.2.2.1.2. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SUBSISTEMA GESTIONAR SESIONES DIDÁCTICAS

En la siguiente figura se presenta el diagrama de caso de uso gestionar sesiones didácticas (OBJ-02), el cual permite indicar claramente que servicios permitirá realizar el sistema con respecto a la gestión de sesiones didácticas.

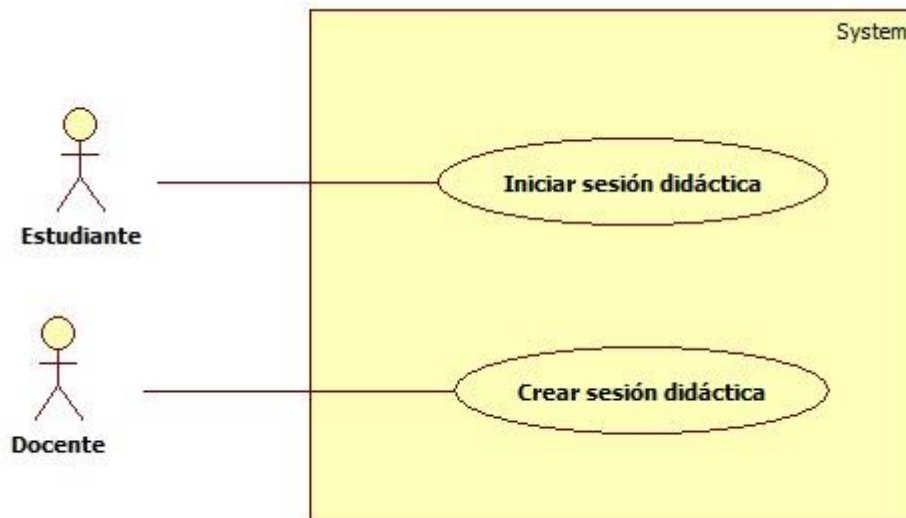


Figura 19. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar sesiones didácticas

5.2.2.1.3. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SUBSISTEMA GESTIONAR ACTIVIDADES

En la siguiente figura se presenta el diagrama de caso de uso gestionar actividades (OBJ-03), el cual permite indicar claramente que servicios permitirá realizar el sistema con respecto a la gestión de actividades.

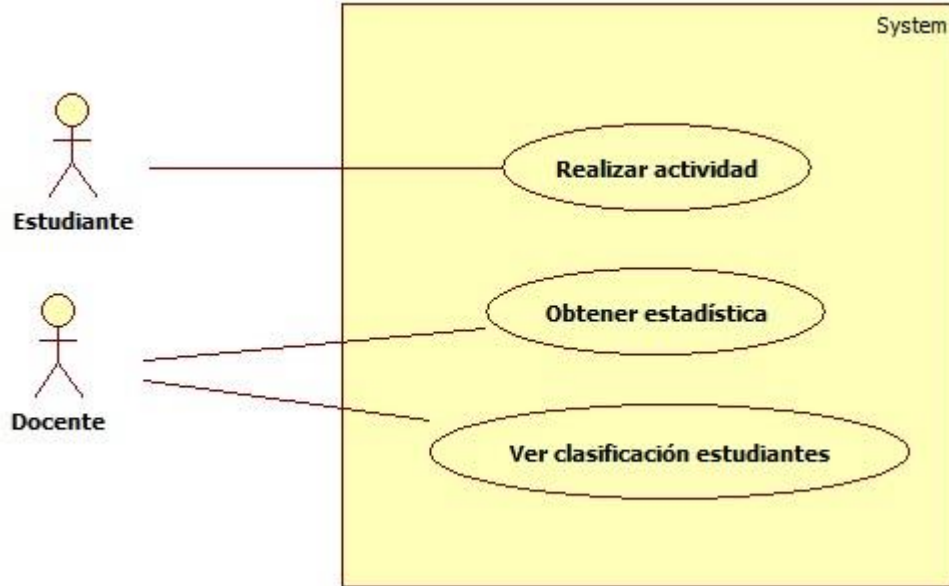


Figura 20. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar actividades

5.2.2.1.4. DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SUBSISTEMA GESTIONAR CURSOS

En la siguiente figura se presenta el diagrama de caso de uso gestionar cursos (OBJ-04), el cual permite indicar claramente que servicios permitirá realizar el sistema con respecto a la gestión de los cursos.

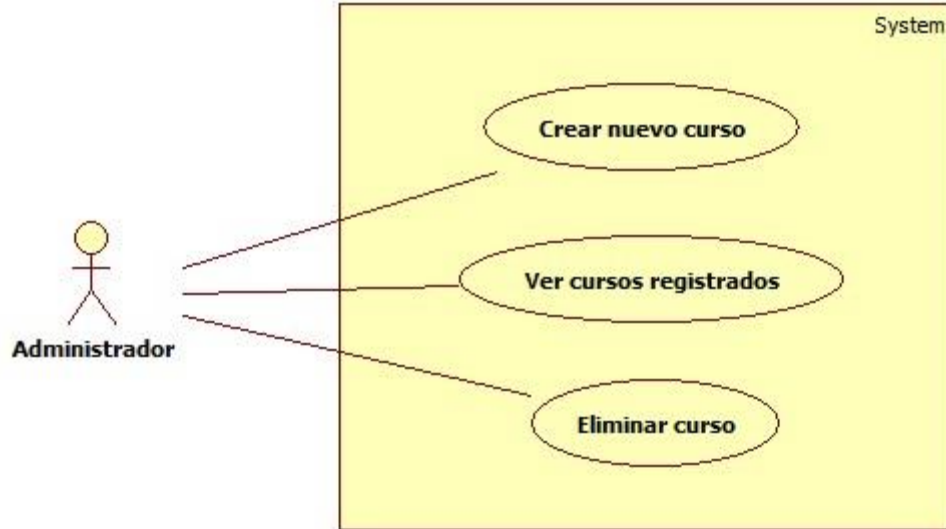


Figura 21. Diagrama de caso de uso del subsistema gestionar cursos

5.2.2.2. DEFINICION DE ACTORES

GRAFICO	ACTORES	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS
	Administrador	Este actor representa la persona encargada de crear o eliminar cuentas de usuario docente y cursos con la aplicación MathRoom App docente.	Ninguno
	Docente	Este actor representa a él (los) docente de aula encargado de dirigir las sesiones de actividades con la aplicación MathRoom App docente. Este podrá realizar	Ninguno


		distintas consultas acerca de las actividades de los estudiantes.	
	Estudiante	Este actor representa al (los) estudiante los cuales podrán registrarse, iniciar sesión y realizar cada una de las actividades de los tres escenarios de aprendizaje de la aplicación MathRoom App Estudiante, verificando si la actividad realizada es correcta o no.	Ninguno

Tabla 11. Definición de actores

5.2.3. REQUISITOS NO FUNCIONALES

REQUISITOS NO FUNCIONALES	
Nombre	Descripción
Escalabilidad	En cuanto al tamaño de información a almacenar, la base de datos que mantendrá la información de estudiantes y docentes será escalable. Tanto la aplicación MathRoom App estudiante como MathRoom App docente deberán permitir en el futuro el desarrollo de nuevas funcionalidades.

<p>Interfaz</p>	<p>Tanto la aplicación MathRoom App estudiante como MathRoom App docente deberán contar con una interfaz amigable, siendo totalmente intuitiva y permitiendo establecer claramente que funciones se pueden realizar con cada una de sus opciones. La interfaz de la aplicación MathRoom App estudiante además deberá ser consistente en cada uno de los escenarios de aprendizaje para que el usuario no se pierda al pasar de un escenario a otro, y deberá ser adaptable a distintos tamaños de pantalla.</p>
<p>Usabilidad</p>	<p>Tanto la aplicación MathRoom App estudiante como MathRoom App docente le permitirán a los usuarios aprender en poco tiempo y de forma sencilla a utilizarla correctamente, específicamente para MathRoom App docente un usuario administrador o docente deberá ser capaz de utilizar correctamente todas las funciones del software luego de un tiempo aproximado de 1 hora de práctica. Para MathRoom App estudiante, un usuario estudiante tendrá el mismo resultado en un tiempo aproximado de 30 minutos.</p>
<p>Restricciones del sistema</p>	<p>La aplicación MathRoom App estudiante deberá ejecutarse en un dispositivo móvil con sistema operativo Android que posea cámara. La aplicación MathRoom App docente deberá ejecutarse en cualquier computador con sistema operativo Windows 7 o superior.</p>

<p>Requerimientos de desarrollo de Software</p>	<p>La aplicación MathRoom App estudiante será desarrollada en C# usando el motor de juegos Unity3D con el SDK de RA Vuforia, además del software de modelado Blender.</p> <p>La aplicación MathRoom App docente será desarrollada en C# usando el entorno de desarrollo Visual Studio 2013 Professional con las librerías de Xamarin.</p> <p>La base de datos deberá usar el servicio de almacenamiento de datos SQL Azure de la plataforma Microsoft Azure, con el servidor Windows Server 2012 RC.</p>
--	--

Tabla 12. Requisitos no funcionales

5.3. DISEÑO DEL SISTEMA

5.3.1. MODELO RELACIONAL

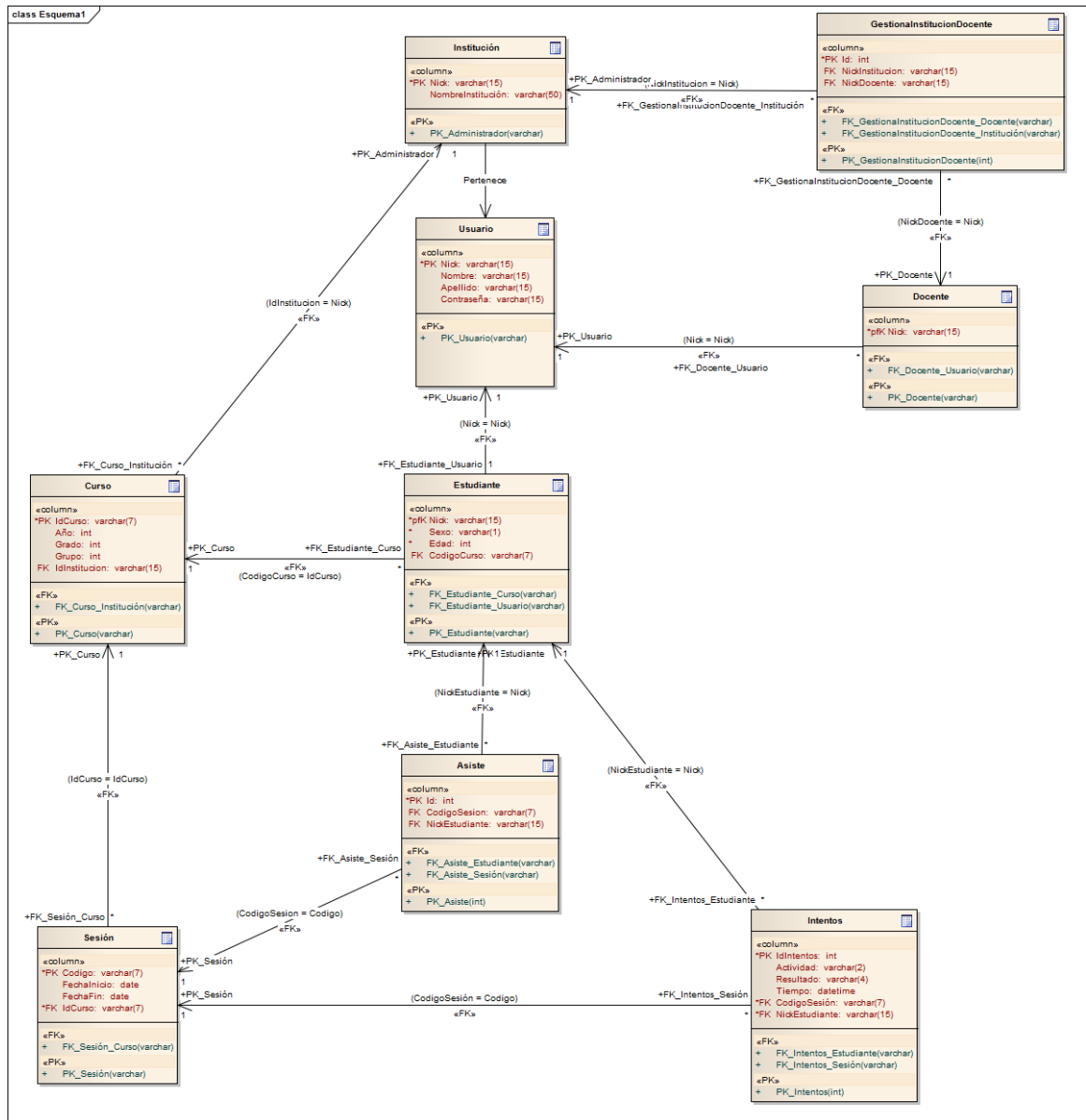


Figura 22. Modelo Relacional

5.3.2. DIAGRAMA DE CLASES

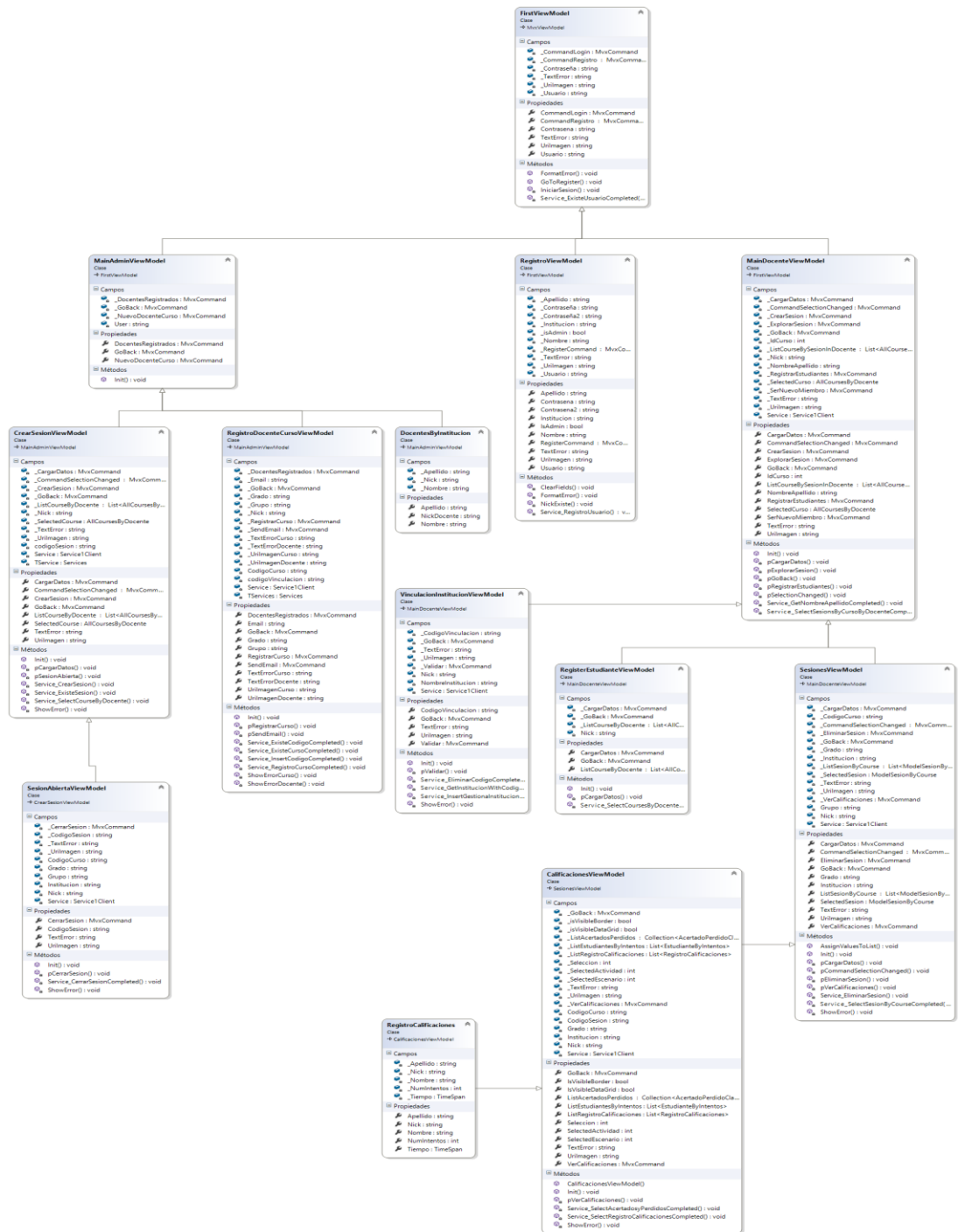


Figura 23. Diagrama de clases

5.3.3. DIAGRAMA DE COMPONENTES

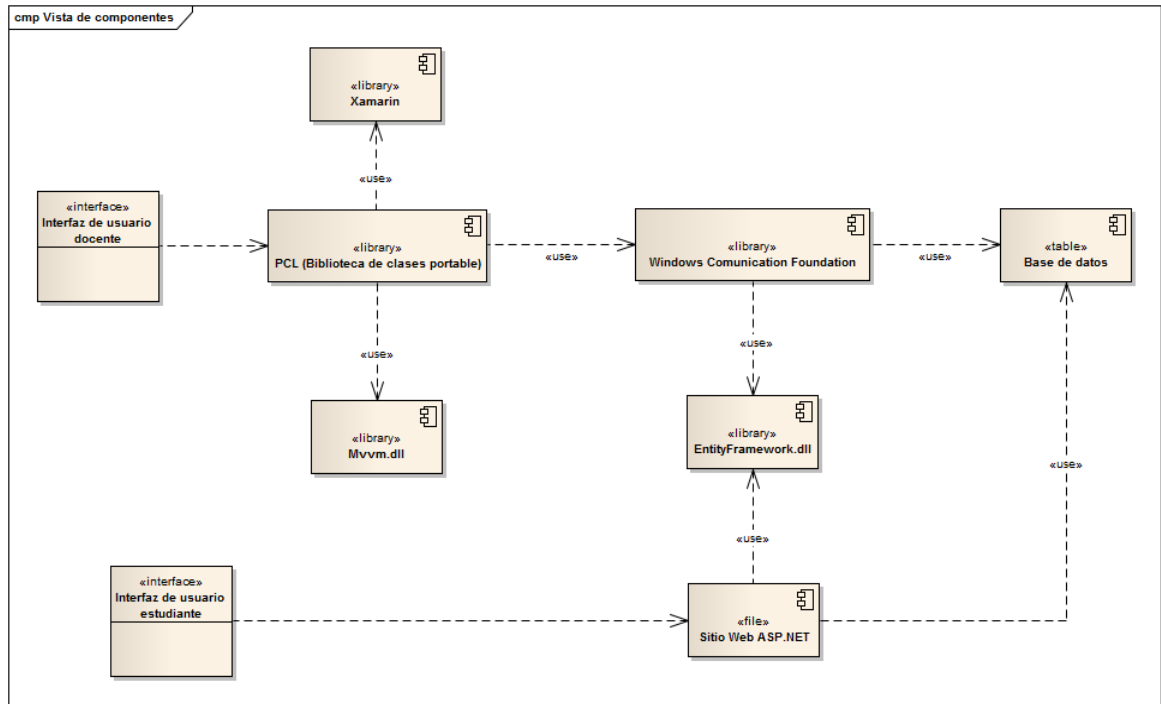


Figura 24. Diagrama de componentes

6. CONCLUSIONES

La tecnología de RA poco a poco está tomando fuerza en todos los sectores de la vida humana, teniendo actualmente varias aplicaciones en el sector educativo con resultados satisfactorios, todo esto se ha dado principalmente debido a la cantidad de dispositivos que hoy día están al alcance y que han posibilitado el uso de RA por el usuario común y a bajo costo, lo cual antes no era posible. Durante este proyecto de grado se diseñó, desarrolló y probó una aplicación basada en RA con el fin de apoyar los procesos de aprendizaje de los temas pensamiento espacial y geométrico en los alumnos de quinto de la institución educativa Cristóbal Colon de Montería, para lo cual la aplicación permite la resolución de actividades a los alumnos, dicha aplicación fue nombrada MathRoom App estudiante. Sin embargo en el proyecto también se creó como adición otra aplicación destinada a docentes con el fin de permitirles gestionar resultados de los estudiantes la cual se denominó MathRoom App docente.

En general, este proyecto logro brindar a estudiantes y docentes una herramienta para complementar las clases de temas pensamiento geométrico y espacial mediante ejercicios que pueden realizar los estudiantes y ser revisados por el docente, de la cual luego de su desarrollo, implementación y pruebas se pudo obtener las siguientes conclusiones:

- Se proporciona a los estudiantes una herramienta para aprender mediante contenidos que les resultan interesantes y motivadores.
- Se proporciona al docente una herramienta de uso simple para actividades de pensamiento espacial y geométrico que requieran figuras 3D sin necesidad de contar con elementos como palillos, cartulinas y plastilina para cada sesión.

- Se proporciona al docente una herramienta que permite llevar un control sobre el aprendizaje de los alumnos en los temas de forma sencilla gracias a que puede realizar múltiples sesiones de actividades manteniendo guardados los resultados de cada uno de ellos para su posterior revisión y análisis.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede decir que el proyecto benefició a los estudiantes y docentes en sus labores tanto de enseñanza como aprendizaje respectivo, promoviéndoles además el uso de herramientas tecnológicas en la educación lo que resulta muy beneficio en esta época, siempre y cuando sean usadas adecuadamente, por ejemplo para la cultura digital, la alfabetización tecnológica etc.

Es debido señalar que por ser estas las versiones iniciales de la aplicación MathRoom App Estudiante y docente, si bien llegan a satisfacer los requerimientos para las que fueron inicialmente pensadas, normalmente pueden tener funcionalidades que pueden ser aptas para mejorarse y permitir así obtener mejores resultados a los actuales, por otro lado mediante la inclusión de funcionalidades totalmente nuevas se podrían ampliar el abanico de posibilidades tanto para los estudiantes como para los docentes.

Sin embargo, no hemos hecho frente a aquellas dificultades presentadas en el desarrollo del proyecto y que han estado ajenas a lo largo de ésta documentación.

Para empezar pretendíamos utilizar una herramienta que fuera capaz de integrarse a Unity 3D para la creación de aplicaciones con Realidad Aumentada, dado que con ese motor de videojuegos podríamos personalizar al máximo muchas cualidades que serían las más vistosas en la aplicación; se nos presentó 3 opciones, mediante ARToolkit, Metaio y Vuforia SDK.

ARToolkit posee varios productos para el desarrollo de aplicaciones desde distintos proyectos pero la versión creada para Unity 3D es comercial; Metaio es un reconocido SDK, aún más moderno que el anterior, pero no ofrece mucho en materia de documentación, sobre todo la forma en cómo debe instalarse en un proyecto de Unity 3D.

Se continuó indagando por la web, hasta que se obtuvo como resultado el sitio oficial de Qualcomm Vuforia, que contenía no solo muchas aplicaciones en producción, sino el link de descarga del SDK gratuito y listo para su utilización en proyectos destinados para el sistema operativo Android y iOS, posee documentación en abundancia proveniente de fuentes oficiales y de terceros que han querido compartir sus proyectos; como valor agregado el sitio web permite crear un paquete “plugin” para ser importado directamente desde Unity, que contiene los marcadores que se desean utilizar, a esto le precede un proceso de validación de imágenes (Ajustes de color, tamaño, complejidad en el diseño) tales ajustes beneficiaban enormemente el reconocimiento de marcadores por parte del dispositivo físico (Smartphone, Tablet).

La responsividad de la aplicación MathRoom App Estudiante desarrollada en Unity 3D comprendió uno de los mayores dolores de cabeza lo cual conllevó a una búsqueda por diversos foros en internet acerca de éste tema, se tenía como propósito utilizar algún plugin o elemento reutilizable que permitiera la creación de controles de formulario auto adaptativos a la pantalla del dispositivo, pero fue muy difícil encontrar tal cosa, finalmente se logró una solución no muy esperada por los programadores, consistió en alterar el código en la programación, para que al momento de crear botones o campos de texto, dependiese de valores como el ancho y alto de la pantalla, distancia del margen izquierdo y superior de la pantalla.

7. BIBLIOGRAFIA

- Arrieta, K., Gómez, J., & Salas, D. (2012). REALIDAD AUMENTADA bASADA EN MOBILE TAGGING: UNA TÉCNICA PARA PRESENTAR CONTENIDOS ASOCIADOS A UN HERBARIO. *Gerenc. Technol. Inform*, 11(31), 25–34. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4182906.pdf>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, 6(4), 355–385. Retrieved from <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Barragán Sánchez, J. (n.d.). *INTEGRACION DE TECNOLOGIA EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE*. Retrieved from http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/concurso/tematica_e/0132.pdf
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., & Olabe, C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación : una tecnología emergente. In *International Technology, Education and Development Conference (INTED2007)*. Valencia, España.
- Blender Foundation. (2009). Logo. Retrieved from <http://www.blender.org/about/logo/>
- Bobda, C., & Velipasalar, S. (2014). *Distributed Embedded Smart Cameras*. New York: Springer Science+Business Media.
- Canós, J. H., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. In *VIII Jornadas de Ingeniería de Software y Bases de Datos, JISBD*.
- Cantillo Valero, C., Roura Redondo, M., & Sánchez Palacín, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción Digital Magazine*, 147, 1–21. Retrieved from http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf
- Castaño Piamba, O. (n.d.). Razonamiento Espacial. Retrieved from <http://www.mentesenblanco-razonamientoabstracto.com/razonamiento-espacial.html>
- Dussel, I., & Quevedo, L. A. (2010). Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. In *Documento Básico del VI Foro Latinoamericano de Educación*. Buenos Aires: Fundación Santillana.
- Educación Matemática. (2013). Pensamiento Espacial y los Sistemas Geometricos. Retrieved from <http://prezi.com/sfhc9txun4uj/pensamiento-espacial-y-los-sistemas-geometricos/>
- Esteban, P., Restrepo, J., Trefftz, H., Jaramillo, J. E., & Alvarez, N. (2004). La realidad aumentada un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables. In *XVI*

Simposio Iberoamericano de enseñanza Matemática, Matemáticas para el siglo XXI.
Castellón, España.

Ferguson, T. (2014). Microsoft linked to dev tool provider Xamarin — reports. Retrieved from <http://www.mobileworldlive.com/microsoft-linked-tool-provider-xamarin-reports>

Flores, P., Lupiáñez, J. L., Berenguer, L., Marín, A., & Molina, M. (2011). *Materiales y recursos en el aula de matemáticas*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.

Gallego Delgado, R., Saura Parra, N., & Núñez Trujillo, P. M. (2013). AR-Learning : libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza (pp. 74–89). Cáceres: Comunicación social y educación. Retrieved from <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/97202>

Gamboa Araya, R. (2007). USO DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS. *Cuadernos de Investigación Y Formación En Educación Matemática*, 2(3), 11–44. Retrieved from http://cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno3/cuaderno3_c1.pdf

Gómez, P. (1997). TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA. *Informática Educativa. UNIANDÉS – LIDIE*, 10(1), 93–111. Retrieved from http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-112562_archivo.pdf

González Fonseca, H. (2011). *UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS SENO Y COSENO INTEGRANDO GEOGEBRA*. Universidad del Valle.

Guerrero Alonso, D. A., & Ortiz Durán, J. S. (2013). La Realidad Aumentada en Educación. Retrieved from <http://www.disanedu.com/index.php/67-noticias/1174-la-realidad-aumentada-en-educacion>

Heras Lara, L., & Villarreal Benítez, J. L. (2004). LA REALIDAD AUMENTADA: UNA TECNOLOGÍA EN ESPERA DE USUARIOS. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 1067–6079. Retrieved from http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf

Herrera Salazar, A. (2007). *JUEGO PARA EL DESARROLLO Y LA POTENCIACIÓN DEL PENSAMIENTO ESPACIAL PARA NIÑOS DE TRES A SIETE AÑOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO*. Universidad Industrial de Santander.

ICFES. (2009). prueba-de-matematicas-grado-5-calendario-b. Retrieved from <http://es.slideshare.net/12624305/prueba-de-matematicas-grado-5-calendario-b>

Infante, P., Quintero, H., & Logreira, C. (2010). INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA. *Télématique*, 9(1), 33–46. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78415022003>

- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report : Edición en español. (Xavier Canals, Eva Durall, Translation.)*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joskowicz, J. (2008). *Reglas y Prácticas en eXtreme Programming*. España: Universidad de Vigo.
- Kaufmann, H. (2003). Collaborative Augmented Reality in Education. In *Proceedings of the Imagina Conference*. Monaco.
- Kaufmann, H. (2006). THE POTENTIAL OF AUGMENTED REALITY IN DYNAMIC GEOMETRY EDUCATION. In *12th International Conference On Geometry and Graphics (ISGG)*. Salvador, Brasil.
- Kirner, C., & Santin, R. (2013). Aprendizagem de Artimética com Realidade Aumentada: Instalação e Funcionamento. Retrieved from <http://www.ckirner.com/claudio/?PROJETOS:SICARA:Aritm%E9tica>
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). The Development of an Augmented Reality Platform for Environmental Simulations. *Educational Technology Research and Development, 56*(2), 203–228. Retrieved from <http://education.mit.edu/papers/latest/AR - ETRD.pdf>
- Krishnan, S. (2010). *Programming Windows Azure*. Graton: O'Reilly Media Inc.
- Landa Cosio, N. A. (2013). *UNITY*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Leguizamón, M., Gaviria, J., & Rodriguez, C. (2012). Sistema georreferenciado de realidad aumentada con dispositivos móviles para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Vínculos, 9*(2), 147–154. Retrieved from <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=46&ved=0CEAQFjAFOCg&url=http://revistavinculos.udistrital.edu.co/files/2013/07/Sistema-georreferenciado-de-realidad-9-2.pdf&ei=42ooVJrBGYW-ggT7ioGgCg&usg=AFQjCNGdTUGBDWG36ShEVDNGzoYQew8zag&sig2=DGrwqZVwh4uxuTjSPbyUyQ&bvm=bv.76247554,d.eXY>
- López Pombo, H. (2010). *Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada*. Universidad Complutense de Madrid.
- Macias Ferrer, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación, 42*(4), 1–17. Retrieved from <http://www.rieoei.org/deloslectores/1517Macias.pdf>
- Maris Vázquez, S., & Noriega Biggio, M. (2011). RAZONAMIENTO ESPACIAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO. *Interdisciplinaria, 28*(1), 145–158. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/180/18022327009.pdf>

- MEN. (2012). Taller de pensamiento espacial. Retrieved from <http://es.slideshare.net/luzgomezgutierrez/taller-de-pensamiento-espacial-14644507>
- MonoDevelop. (n.d.). En Wikipedia. Retrieved from <http://es.wikipedia.org/wiki/MonoDevelop>
- MonoDevelopLogo. (2008). En Wikipedia. Retrieved from <http://es.wikipedia.org/wiki/MonoDevelop#mediaviewer/File:MonoDevelopLogo.png>
- Mut Camacho, M. (2014). *INVESTIGACIONES DE VANGUARDIA EN LA UNIVERSIDAD DE HOY*. Madrid: ACCI (Asoc. Cultural y Científica Iberoameric.).
- Nieto, A. (2011). ¿Qué es Android? Retrieved from <http://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014)*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-i.pdf>
- Parra Castrillón, E., & Narváez, A. (2010). Construcción de objetos virtuales de aprendizaje para ingeniería desde un enfoque basado en problemas. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 31, 84–104. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194214587005.pdf>
- Polyak, N. (2014). MVVM Pattern Made Simple. Retrieved from <http://www.codeproject.com/Articles/278901/MVVM-Pattern-Made-Simple>
- Quijano, J. (2013). Visual Studio 2013. Retrieved from <http://www.genbetadev.com/herramientas/visual-studio-2013>
- Regino, C., & Galván, E. (2013). *Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada para estudiantes de grado 11 de la Institución Educativa Antonia Santos de Montería (Modovar)*. Universidad de Córdoba.
- Rivadeneira, J., Bernal, P., & Lara, R. (2013). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA , PARA EDUCACIÓN Y TELE-EDUCACIÓN*. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.
- Rodriguez Lomuscio, J. P. (2011). *REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS EN NIÑOS DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA*. Universidad de Chile.
- Sangrà Morer, A. (2013). La realidad aumentada y su aplicabilidad en el ámbito educativo. Retrieved from <http://blogs.elpais.com/traspasando-la-linea/2013/07/la-realidad-aumentada-y-su-aplicabilidad-en-el-ambito-educativo.html>

- self-determination theory. (n.d.). Intrinsic Motivation Inventory (IMI). Retrieved from <http://www.selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop*. Darmstadt, Germany: IEEE.
- Suau Pérez, P. (2011). *Manual de modelado y animación con Blender*. Alicante: TextosDocentes.
- Unity 3D Logo. (2012). En Wikipedia. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/File:Unity_3D_logo.png
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. *Revista Educación*, 33(1), 155–165. Retrieved from <http://www.latindex.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/538/589>
- Visual Studio 2013 Logo. (2013). En Wikipedia. Retrieved from http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Visual_Studio_2013_Logo.svg
- Voleti, K. (2013). Augmented Reality to Learn Math – Pocket Tutor for iOS. Retrieved from <http://www.realareal.com/augmented-reality-to-learn-math-pocket-tutor-for-ios>
- Zamora, J. A. (2014). Xamarin, la API para crear aplicaciones multiplataforma en C#/.NET. Retrieved from <http://www.elandroidelibre.com/2014/05/xamarin-la-api-para-crear-aplicaciones-multiplataforma-en-c-net.html>

ANEXOS

DOCUMENTACION DIAGRAMAS DE CASOS DE USOS

DOCUMENTACION CASO DE USO INICIAR SESIÓN

RF-01	INICIAR SESIÓN
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 información sobre usuarios del sistema
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador, docente o estudiante decida iniciar una sesión en su cuenta correspondiente.
Actores	Administrador, Docente o Estudiante
Precondiciones	El usuario (Administrador, Docente o Estudiante) debe estar registrado en el sistema.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none">• El usuario (Administrador, Docente o Estudiante) solicita iniciar sesión en su cuenta al sistema• El sistema pide el nombre de usuario y la contraseña• El usuario ingresa los datos pedidos.• El sistema valida los datos y verifica en la base de datos si la cuenta existe.• El usuario inicia sesión en su cuenta correctamente mostrándosele el menú inicial.
Postcondiciones	El usuario (Administrador, Docente o Estudiante) ha quedado logueado en el sistema con su cuenta.

Tabla 13 . Documentación caso de uso Iniciar sesión

DOCUMENTACION CASO DE USO REGISTRARSE EN CURSO

RF-02	REGISTRARSE EN CURSO
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-02 Información sobre registro del curso
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario estudiante decida registrarse en el curso.
Actores	Estudiante
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (estudiante) deberá tener el código de registro del curso, generado por el usuario (docente). • El usuario (estudiante) debe haber seleccionado el modo Quiz.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (estudiante) solicita al sistema registrarse en el curso • El sistema pide el código de registro del curso • El usuario ingresa el dato pedido • El sistema verifica en la base de datos el código de registro del curso. • El sistema solicita llenar un formulario de datos con: Nombre, apellido, sexo, edad, usuario, contraseña. • El usuario llena el formulario y confirma • El sistema registra en base de datos la información • El sistema informa al usuario que ha quedado registrado correctamente.

Postcondiciones	El usuario (estudiante) ha quedado registrado en el curso, con lo cual puede seleccionar modo Quiz y loguearse en el curso.
------------------------	---

Tabla 14. Documentación caso de uso registrarse en curso.

DOCUMENTACION CASO DE USO REGISTRARSE EN EL SISTEMA

RF-03	REGISTRARSE EN EL SISTEMA
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador o docente decida registrarse en él.
Actores	Administrador o docente
Precondiciones	El usuario (administrador o docente) deberá estar en el sistema.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador o docente) solicita al sistema registrarse • El sistema solicita llenar un formulario de datos con: Nombre, apellido, usuario, contraseña (para el administrador adicionalmente se requiere el nombre de la institución). • El usuario llena el formulario y confirma la operación • El sistema informa al usuario que ha quedado registrado correctamente.
Postcondiciones	El usuario (administrador o docente) ha quedado registrado en el sistema, con lo cual puede loguearse.

Tabla 15. Documentación caso de uso registrarse en el sistema

DOCUMENTACION CASO DE USO VINCULARSE A INSTITUCIÓN

RF-04	VINCULARSE A INSTITUCIÓN
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-03 Información sobre vinculación docentes
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario docente decida vincularse (hacerse miembro) a una institución.
Actores	Docente
Precondiciones	El usuario (docente) debe estar logueado en el sistema (es decir debe haber iniciado sesión). El usuario (docente) deberá tener el código de vinculación del docente, generado por el usuario (administrador).
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) solicita al sistema vincularse (hacerse miembro) a una institución • El sistema pide el código de vinculación del docente • El usuario ingresa el dato pedido • El sistema verifica en la base de datos el código de vinculación del docente. • El sistema informa al usuario haberse vinculado a la institución (ser nuevo miembro de ella).

Postcondiciones	El usuario (docente) ha quedado vinculado a la institución, lo que significa que es miembro de esta y tendrá acceso a los cursos registrados en la institución.
------------------------	---

Tabla 16. Documentación caso de uso vincularse a institución

DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR SESIÓN DIDÁCTICA

RF-05	CREAR SESIÓN DIDÁCTICA
Objetivos asociados	OBJ-02 Gestionar sesiones didácticas
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-04 Información sobre sesiones didácticas RI-06 Información sobre cursos
Descripción	<p>El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario docente decida crear una sesión didáctica en un curso (sesión donde los estudiantes podrán realizar las actividades y se registraran datos de los resultados automáticamente) generando el código de sesión didáctica que usaran los estudiantes para iniciar en dicha sesión.</p>
Actores	Docente
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) deberá estar logueado en el sistema. • El usuario (docente) debe estar vinculado a alguna institución (ser miembro de ella). • La institución o instituciones a las que está vinculado el usuario (docente) deben tener cursos registrados.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) solicita al sistema crear una sesión didáctica • El sistema muestra la lista de cursos del usuario, es decir los cursos que tiene registrado las instituciones a la las que está vinculado

	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el curso • El sistema crea la sesión didáctica generando un código de sesión didáctica satisfactoriamente.
Postcondiciones	<p>La sesión didáctica ha sido creada y el usuario (docente) ha obtenido el código de sesión didáctica para los estudiantes, el sistema queda preparado para permitir al docente cerrar la sesión didáctica cuando lo disponga.</p>

Tabla 17. Documentación caso de uso crear sesión didáctica

DOCUMENTACION CASO DE USO INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA

RF-06	INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA
Objetivos asociados	OBJ-02 Gestionar sesiones didácticas
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-04 Información sobre sesiones didácticas
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario estudiante decida iniciar una sesión didáctica.
Actores	Estudiante
Precondiciones	<p>El usuario (estudiante) deberá haber seleccionado modo Quiz y haberse logueado en su cuenta del curso.</p> <p>El usuario (estudiante) deberá tener el código de la sesión didáctica generado por el usuario (docente) al crear dicha sesión.</p>
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none">• El usuario (estudiante) ingresa el código de sesión didáctica y confirma la operación• El sistema verifica en la base de datos el código de sesión didáctica• El sistema muestra el menú de escenarios con sus respectivos escenarios de aprendizaje confirmando que ha iniciado la sesión didáctica correctamente.

Postcondiciones	El usuario (estudiante) ha iniciado la sesión didáctica, con lo cual puede realizar actividades cuyos resultados serán guardados por el sistema en la base de datos.
------------------------	--

Tabla 18. Documentación caso de uso iniciar sesión didáctica

DOCUMENTACION CASO DE USO GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO

RF-07	GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-02 Información sobre registro del curso RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario docente decida generar el código de registro del curso para permitir el registro de los estudiantes en él.
Actores	Docente
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) deberá estar logueado en el sistema. • El usuario (docente) debe estar vinculado a alguna institución (ser miembro de ella). • Las instituciones a las que está vinculado el usuario (docente) deben tener cursos registrados.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) solicita al sistema crear el código de registro de un curso • El sistema muestra la lista de cursos del usuario, es decir los cursos que tiene registrado las instituciones a la las que está vinculado • El usuario selecciona el curso • El sistema genera el código de registro del curso satisfactoriamente.

Postcondiciones	El usuario (docente) ha obtenido el código de registro del curso.
------------------------	---

Tabla 19. Documentación caso de uso generar código de registro del curso

DOCUMENTACION CASO DE USO REALIZAR ACTIVIDAD

RF-08	REALIZAR ACTIVIDAD
Objetivos asociados	OBJ-03 Gestionar actividades
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-04 Información sobre sesiones didácticas RI-05 Información sobre actividades
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario estudiante decida realizar una actividad. Las actividades las podrá realizar en modo libre en el cual no se registrarán sus resultados, o modo Quiz donde sus resultados si se guardarán en la base de datos.
Actores	Estudiante
Precondiciones	El usuario (estudiante) debe haber seleccionado modo libre o modo Quiz, en este último caso además deberá haberse logueado en su cuenta de curso y haber iniciado una sesión didáctica.

<p>Secuencia normal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (estudiante) selecciona un escenario de aprendizaje del menú de escenarios • El sistema muestra el menú de actividades del escenario • El usuario selecciona una actividad que se encuentre habilitada • El sistema muestra la actividad a resolver • El usuario realiza la actividad • El sistema informa la calificación de la actividad (si es correcta o incorrecta), felicitando o incitando a repetir la actividad según sea el caso • En caso del usuario haber seleccionado modo Quiz, el sistema registra en base de datos información de resultados de la actividad (calificación, tiempo de respuesta, número de intento).
<p>Postcondiciones</p>	<p>Se habilita la siguiente actividad (en caso de haber realizado una actividad por primera vez), se actualiza el indicador de resultado de la actividad que indica su calificación, y en caso del usuario haber seleccionado modo Quiz, el sistema mantiene registrada información de resultados en la actividad.</p>

Tabla 20. Documentación caso de uso realizar actividad

DOCUMENTACION CASO DE USO OBTENER ESTADÍSTICA

RF-09	OBTENER ESTADÍSTICA
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar actividades
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-04 Información sobre sesiones didácticas RI-05 Información sobre actividades RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario docente decida obtener una estadística de los resultados de alguna actividad hecha por los estudiantes, la cual consiste en una gráfica circular de la cantidad de alumnos que acertaron o fallaron basándose en su primer intento en una sesión didáctica.
Actores	Docente
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">• El usuario (docente) debe estar logueado en el sistema.• El usuario (docente) debe estar vinculado a alguna institución (ser miembro de ella).• La institución o instituciones a las que está vinculado el usuario (docente) deben tener cursos registrados.

<p>Secuencia normal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) solicita al sistema obtener estadística • El sistema muestra la lista de cursos del usuario • El usuario selecciona el curso • El sistema muestra la lista de sesiones didácticas del usuario en el curso, es decir todas las sesiones didácticas que haya realizado en el curso • El usuario selecciona la sesión didáctica • El sistema muestra la lista de los tres escenarios de aprendizaje • El usuario selecciona el escenario • El sistema muestra la lista de las seis actividades del escenario • El usuario selecciona la actividad • El sistema muestra las estadísticas de la actividad.
<p>Postcondiciones</p>	<p>El usuario (docente) ha obtenido estadística de alguna actividad realizada por los estudiantes.</p>

Tabla 21. Documentación caso de uso obtener estadística

DOCUMENTACION CASO DE USO VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES

RF-10 VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES	
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar actividades
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-04 Información sobre sesiones didácticas RI-05 Información sobre actividades RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario docente decida ver una clasificación de estudiantes en alguna actividad con su número de intentos para resolverla y el tiempo de respuesta en la actividad, dicha clasificación será ordenada de acuerdo al número de intentos y seguidamente por el tiempo de respuesta.
Actores	Docente
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) debe estar logueado en el sistema. • El usuario (docente) debe estar vinculado a alguna institución (ser miembro de ella). • La institución o instituciones a las que está vinculado el usuario (docente) deben tener cursos registrados.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (docente) solicita al sistema ver clasificación de estudiantes • El sistema muestra la lista de cursos del usuario • El usuario selecciona el curso • El sistema muestra la lista de sesiones didácticas del

	<p>usuario en el curso, es decir todas las sesiones didácticas que haya realizado el usuario en el curso</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona la sesión didáctica • El sistema muestra la lista de los tres escenarios de aprendizaje • El usuario selecciona el escenario • El sistema muestra la lista de las seis actividades del escenario • El usuario selecciona la actividad • El sistema genera y muestra la clasificación.
Postcondiciones	El usuario (docente) ha obtenido la clasificación de estudiantes en la actividad.

Tabla 22. Documentación caso de uso ver clasificación estudiantes

DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR NUEVO DOCENTE

RF-11	CREAR NUEVO DOCENTE
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-03 Información sobre vinculación docentes
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida crear un nuevo docente en la institución generando un código de vinculación del docente que usara este último para vincularse a ella.
Actores	Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">• El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema.• El usuario (administrador) debe poseer el correo electrónico del docente.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none">• El usuario (administrador) solicita al sistema crear nuevo docente• El sistema solicita al usuario el correo electrónico del docente• El usuario ingresa el dato pedido y confirma la operación• El sistema crea al docente generando un código de vinculación del docente que se le envía a este último al

	correo, para que se vincule a la institución.
Postcondiciones	El usuario (docente) recibe en su correo el código de vinculación del docente.

Tabla 23. Documentación caso de uso crear nuevo docente

DOCUMENTACION CASO DE USO ELIMINAR DOCENTE

RF-12	ELIMINAR DOCENTE
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida eliminar un usuario docente vinculado (miembro) de la institución.
Actores	Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema. • La institución debe tener algún docente vinculado a ella.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) solicita al sistema eliminar un docente • El sistema muestra la lista de docentes vinculados (miembros) de la institución • El usuario selecciona el docente • El sistema informa que el docente ha sido eliminado satisfactoriamente.
Postcondiciones	El usuario (docente) ha sido eliminado, así como todas sus sesiones didácticas y datos de actividades realizadas en ellas.

Tabla 24. Documentación caso de uso eliminar docente

DOCUMENTACION CASO DE USO CREAR NUEVO CURSO

RF-13	CREAR NUEVO CURSO
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar cursos
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida crear (registrar) un nuevo curso en la institución.
Actores	Administrador
Precondiciones	El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) solicita al sistema crear nuevo curso. • El sistema solicita al usuario el grado y grupo del curso a crear. • El usuario ingresa los datos pedidos y confirma la operación. • El sistema informa que el curso ha sido creado correctamente.
Postcondiciones	El curso ha sido creado y queda accesible para que los usuarios (docentes) miembros de la institución puedan realizar operaciones sobre él.

Tabla 25. Documentación caso de uso crear nuevo curso

DOCUMENTACION CASO DE USO ELIMINAR CURSO

RF-14	ELIMINAR CURSO
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar cursos
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida eliminar un curso registrado en la institución.
Actores	Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema. • El usuario (administrador) debe tener algún curso registrado en la institución.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario solicita al sistema eliminar un curso • El sistema muestra la lista de cursos registrados en la institución • El usuario selecciona el curso • El sistema informa que el curso ha sido eliminado correctamente.
Postcondiciones	El curso ha sido eliminado, así como todas sus sesiones didácticas, datos de actividades realizadas en el mismo y estudiantes registrados.

Tabla 26. Documentación caso de uso eliminar curso

DOCUMENTACION CASO DE USO VER DOCENTE REGISTRADOS

RF-15	VER DOCENTES REGISTRADOS
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar usuarios del sistema
Requisitos asociados	RI-01 información sobre usuarios del sistema
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida ver los docentes registrados (miembros) en la institución.
Actores	Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema. • La institución debe tener usuarios (docentes) miembros.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) solicita al sistema ver los docentes registrados • El sistema muestra la lista de docentes registrados.
Postcondiciones	El usuario (administrador) ha visto los docentes registrados.

Tabla 27. Documentación caso de uso ver docentes registrados

DOCUMENTACION CASO DE USO VER CURSOS REGISTRADOS

RF-16	VER CURSOS REGISTRADOS
Objetivos asociados	OBJ-01 Gestionar cursos
Requisitos asociados	RI-01 Información sobre usuarios del sistema RI-06 Información sobre cursos
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el usuario administrador decida ver los cursos registrados en la institución.
Actores	Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) debe estar logueado en el sistema. • La institución debe tener cursos registrados.
Secuencia normal	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario (administrador) solicita al sistema ver los cursos registrados • El sistema muestra la lista de cursos registrados.
Postcondiciones	El usuario (administrador) ha visto los cursos registrados.

Tabla 28. Documentación caso de uso ver cursos registrados

DIAGRAMAS DE SECUENCIA

DIAGRAMA DE SECUENCIA INICIAR SESIÓN

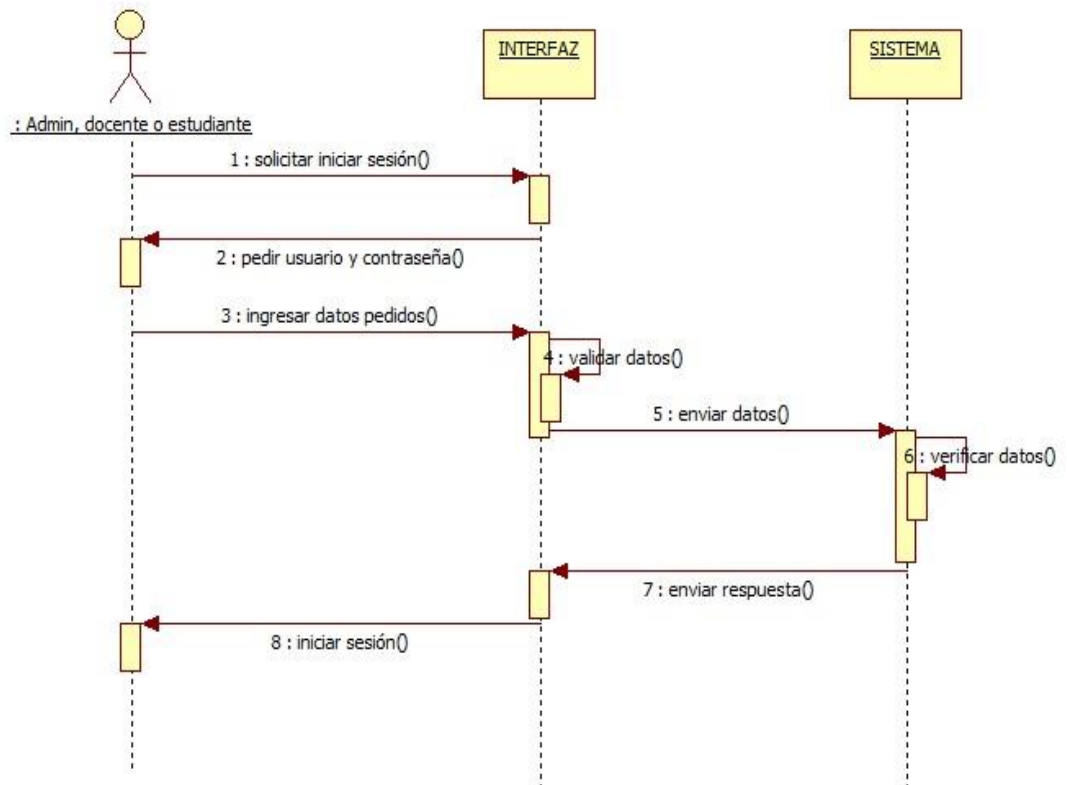


Figura 25. Diagrama de secuencia iniciar sesión

DIAGRAMA DE SECUENCIA REGISTRARSE EN CURSO

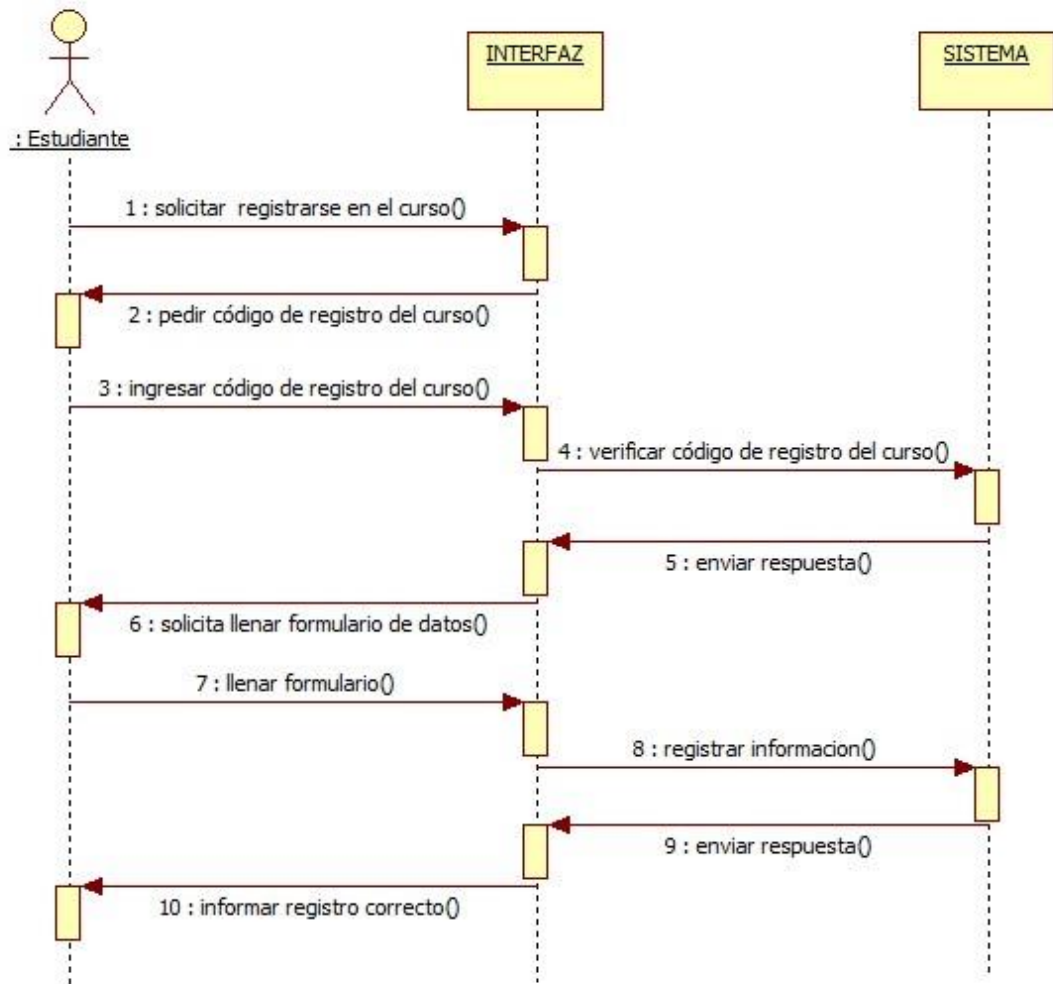


Figura 26. Diagrama de secuencia registrarse en curso

DIAGRAMA DE SECUENCIA REGISTRARSE EN EL SISTEMA

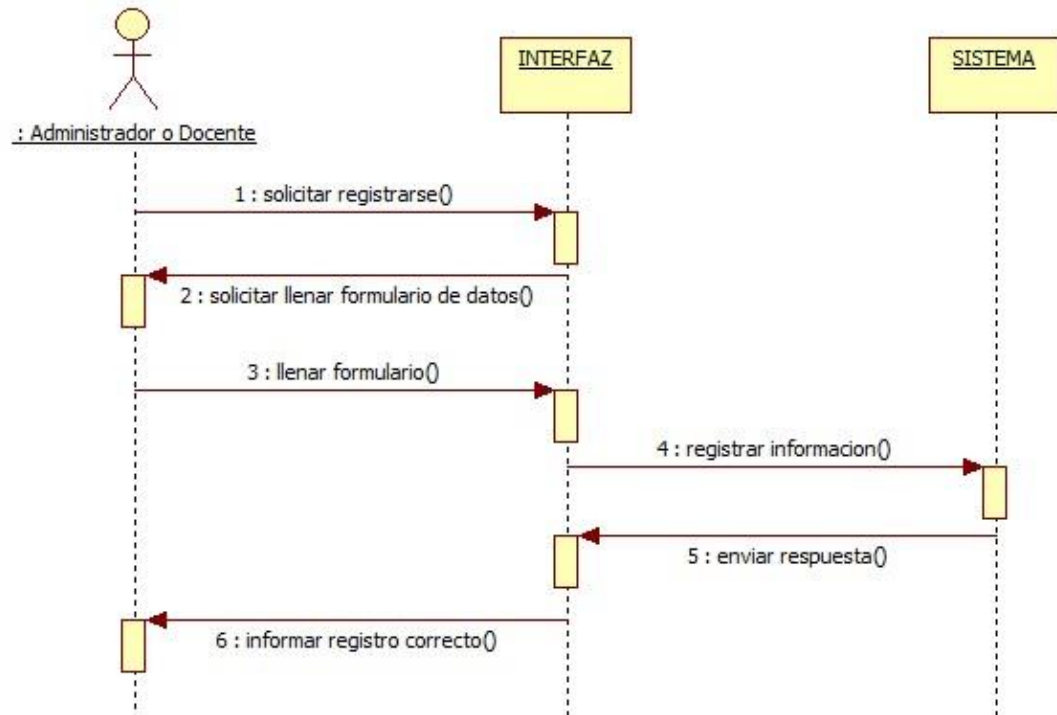


Figura 27. Diagrama de secuencia registrarse en el sistema

DIAGRAMA DE SECUENCIA VINCULARSE A INSTITUCIÓN

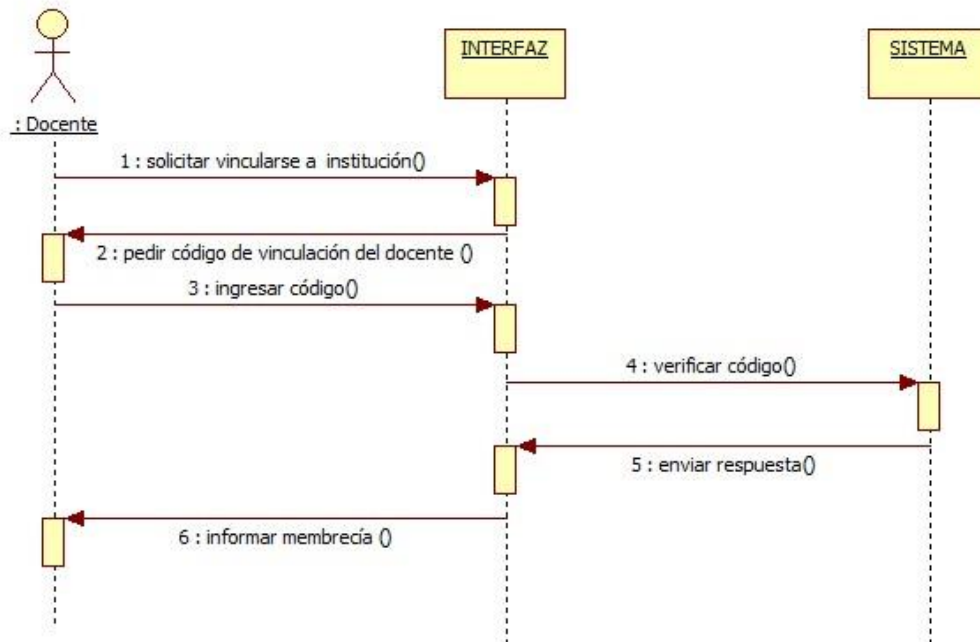


Figura 28. Diagrama de secuencia vincularse a institución

DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR SESIÓN DIDÁCTICA

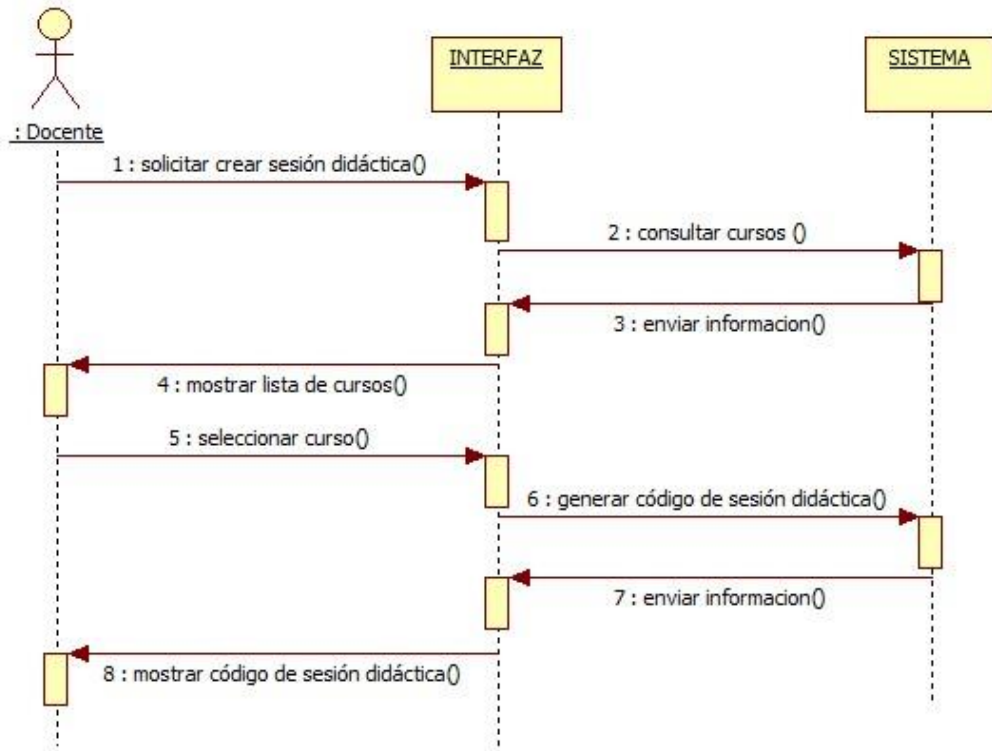


Figura 29. Diagrama de secuencia crear sesión didáctica

DIAGRAMA DE SECUENCIA INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA

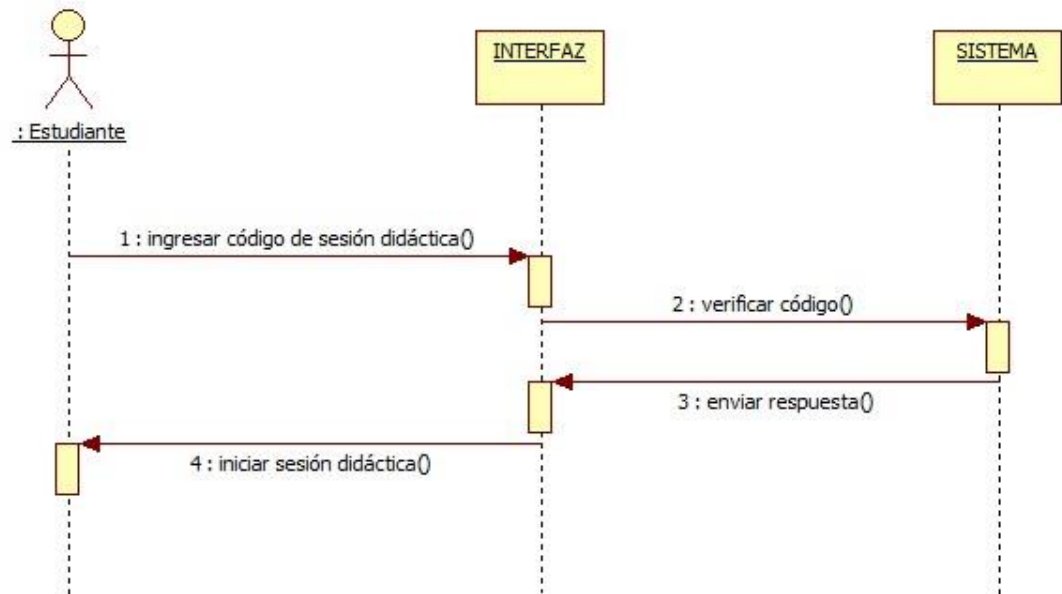


Figura 30. Diagrama de secuencia iniciar sesión didáctica

DIAGRAMA DE SECUENCIA GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO

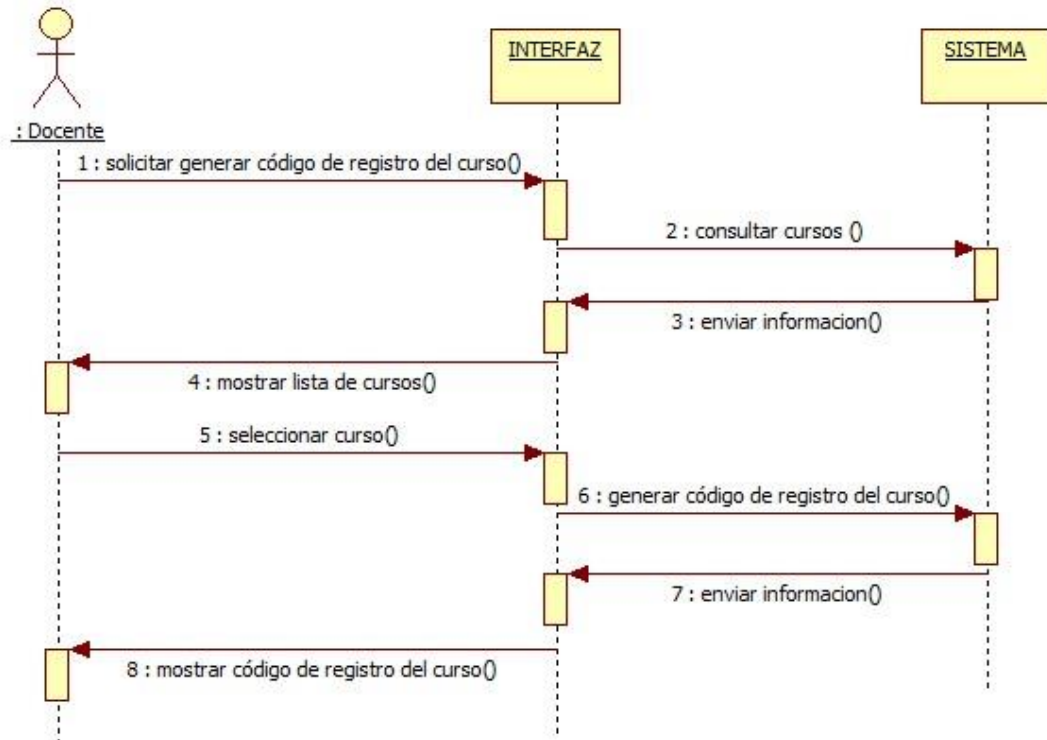


Figura 31. Diagrama de secuencia generar código de registro del curso

DIAGRAMA DE SECUENCIA REALIZAR ACTIVIDAD

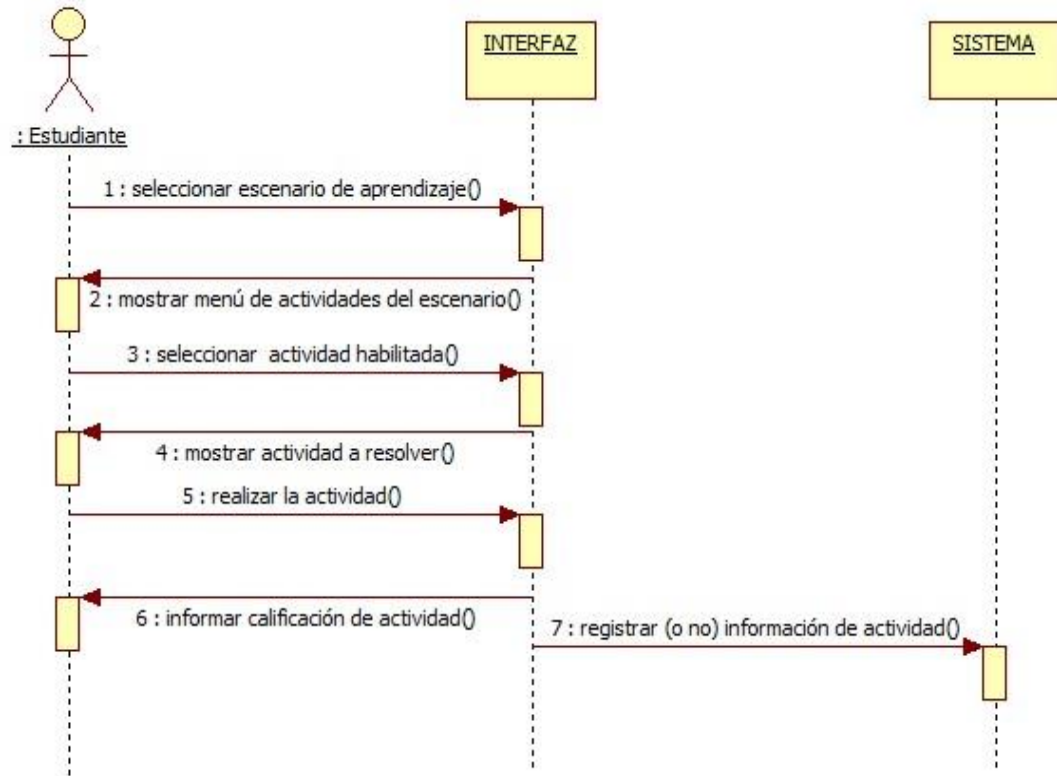


Figura 32. Diagrama de secuencia realizar actividad

DIAGRAMA DE SECUENCIA OBTENER ESTADÍSTICA

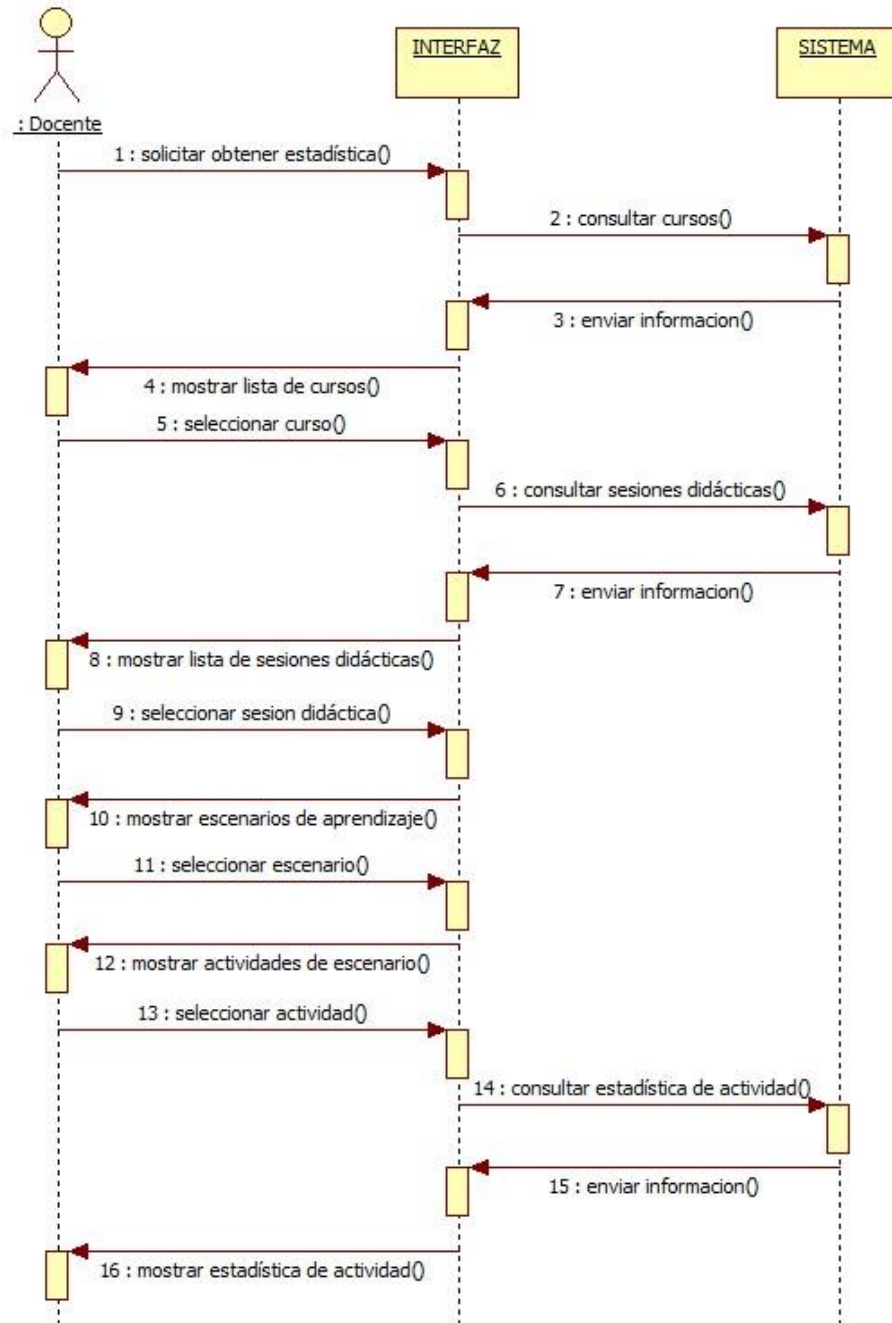


Figura 33. Diagrama de secuencia obtener estadística

DIAGRAMA DE SECUENCIA VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES

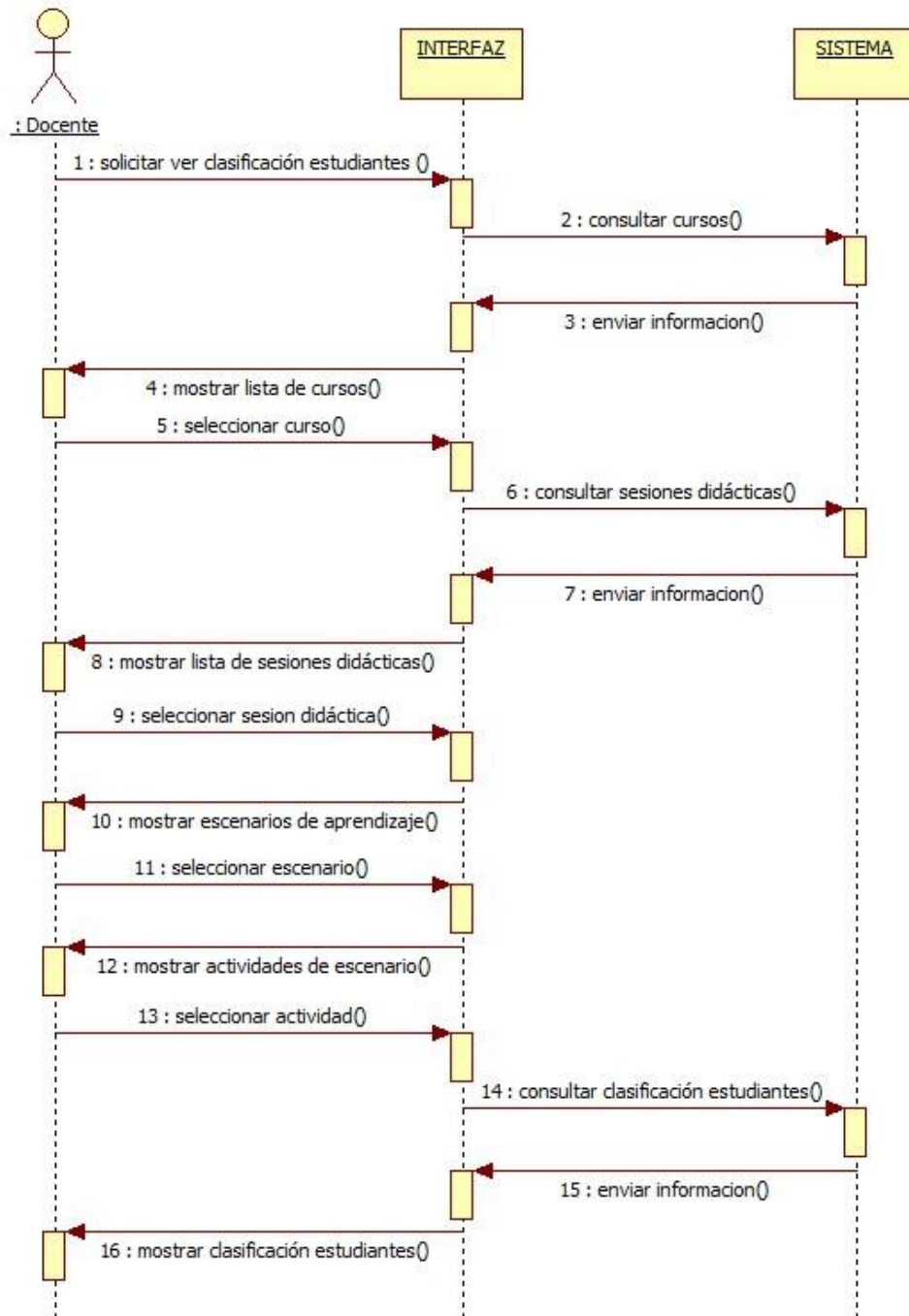


Figura 34. Diagrama de secuencia ver clasificación estudiantes

DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR NUEVO DOCENTE

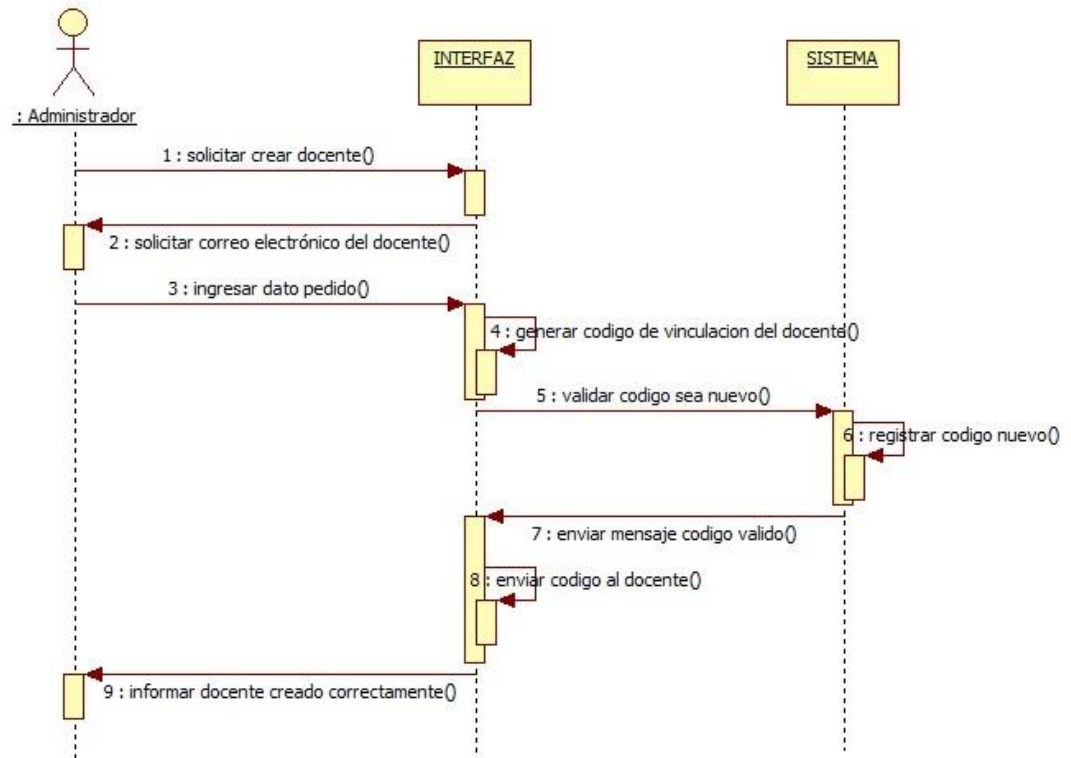


Figura 35. Diagrama de secuencia crear nuevo docente

DIAGRAMA DE SECUENCIA ELIMINAR DOCENTE

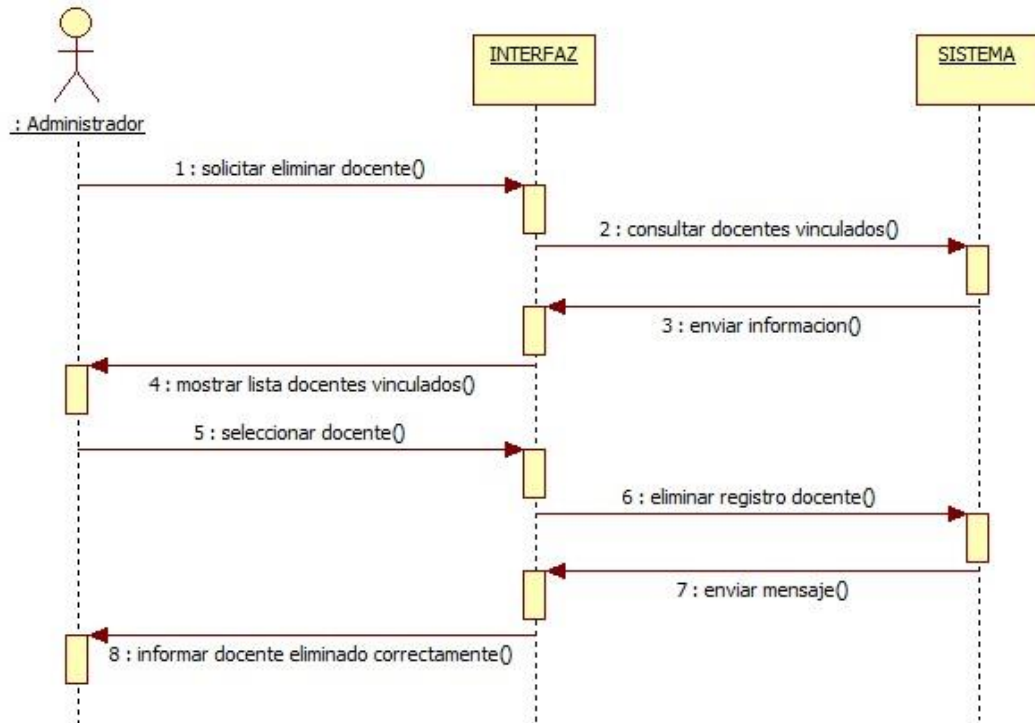


Figura 36. Diagrama de secuencia eliminar docente

DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR NUEVO CURSO

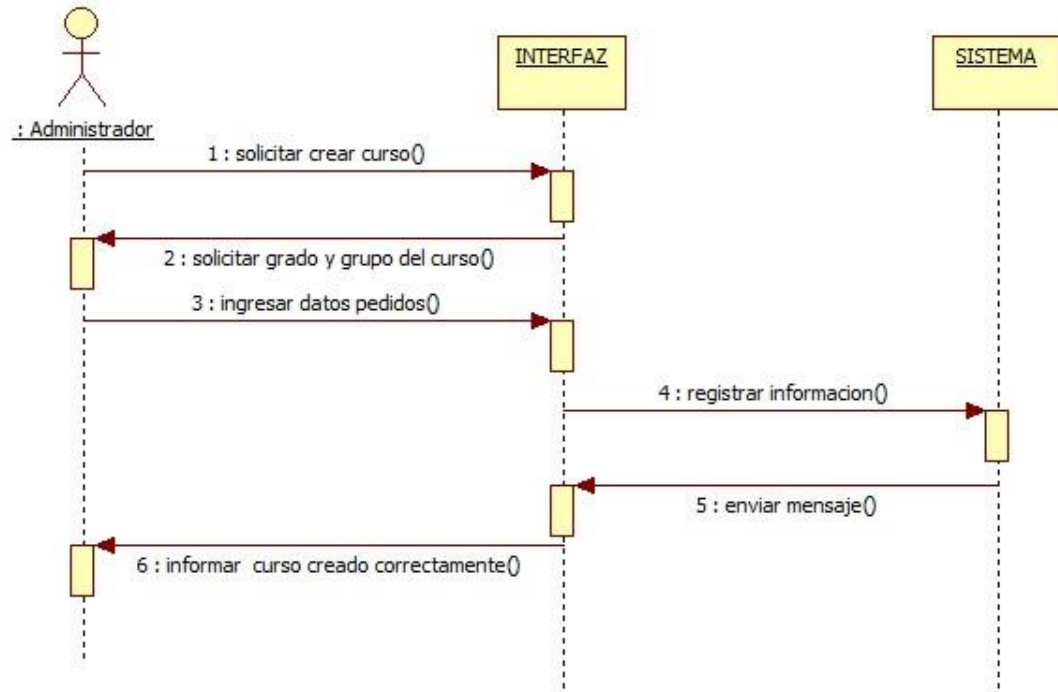


Figura 37. Diagrama de secuencia crear nuevo curso

DIAGRAMA DE SECUENCIA ELIMINAR CURSO

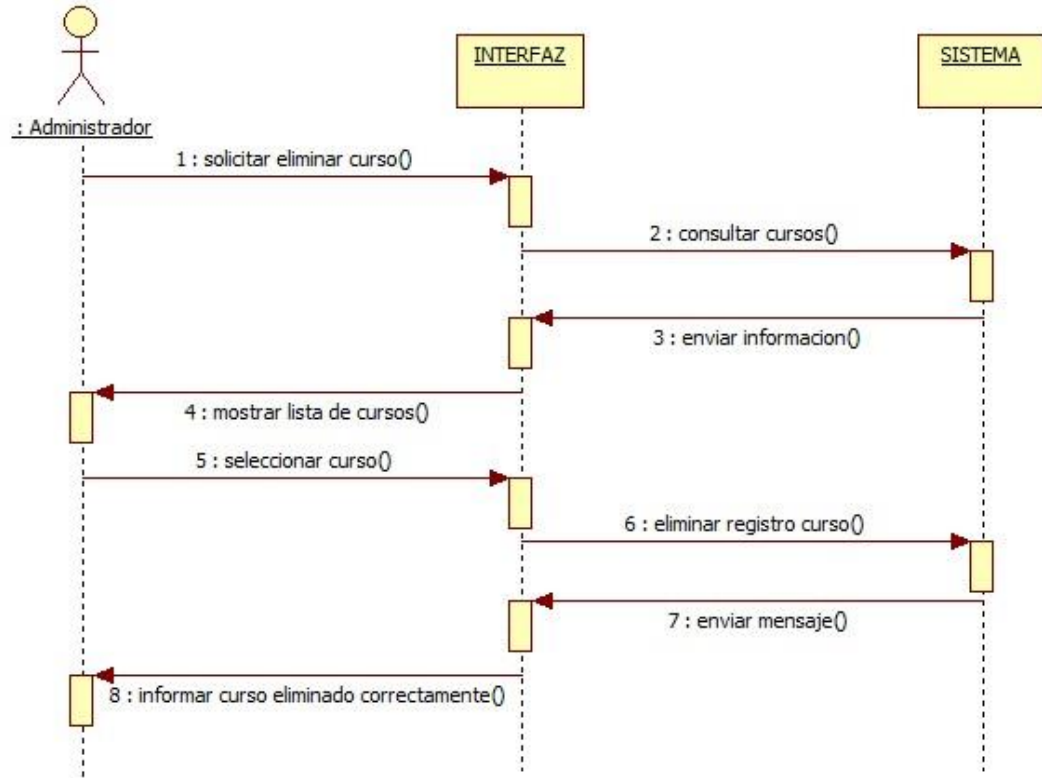


Figura 38. Diagrama de secuencia eliminar curso

DIAGRAMA DE SECUENCIA VER DOCENTES REGISTRADOS

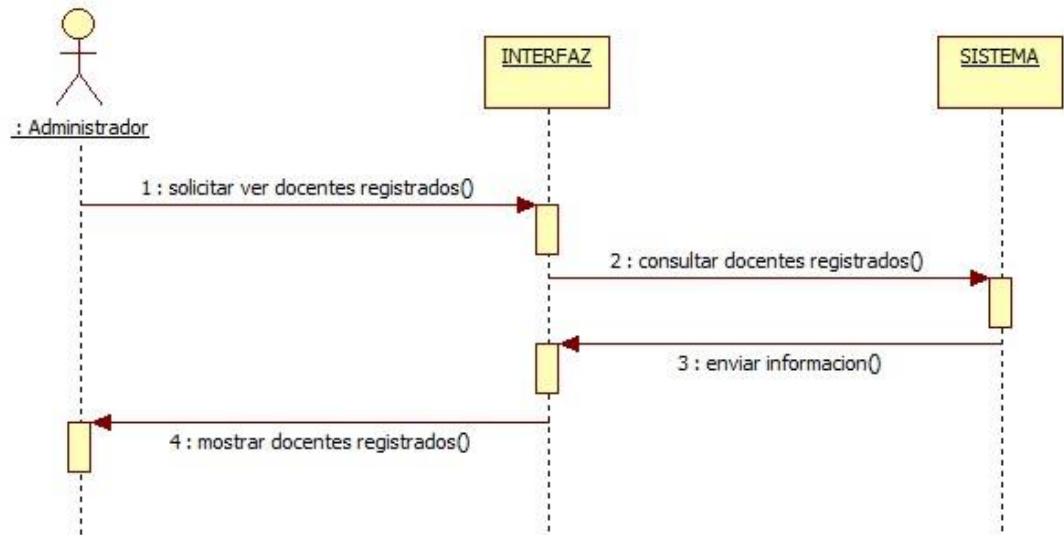


Figura 39. Diagrama de secuencia ver docentes registrados

DIAGRAMA DE SECUENCIA VER CURSOS REGISTRADOS

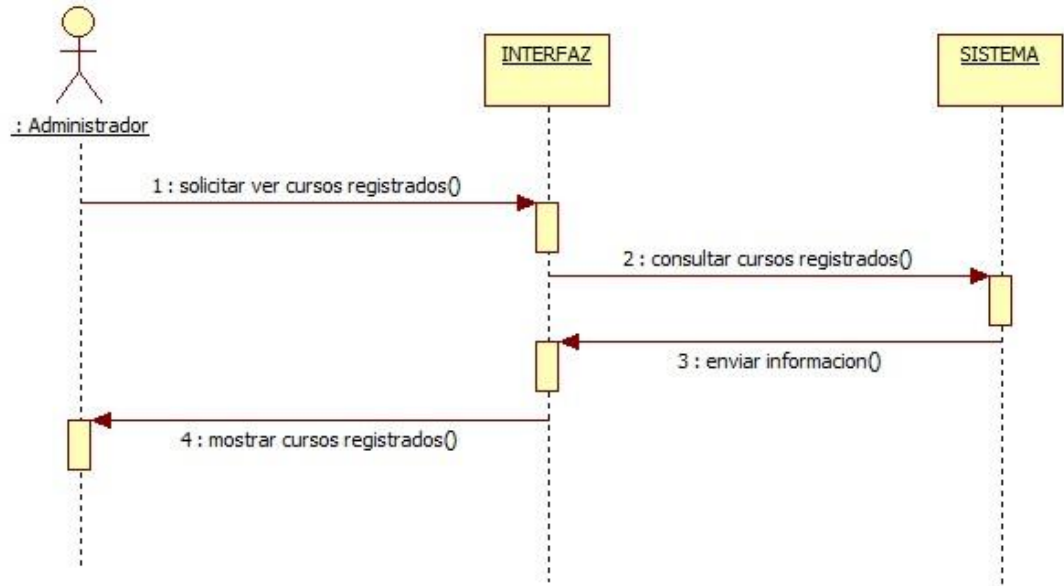


Figura 40. Diagrama de secuencia ver cursos registrados

DIAGRAMAS DE COLABORACIÓN

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN INICIAR SESIÓN

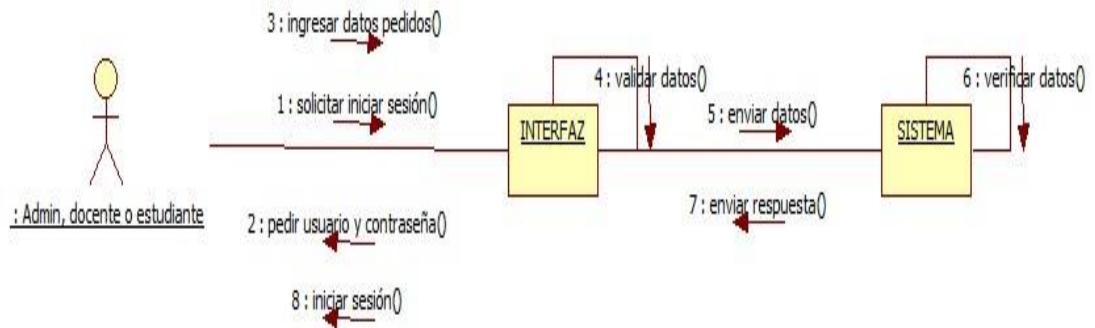


Figura 41. Diagrama de colaboración iniciar sesión

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REGISTRARSE EN CURSO

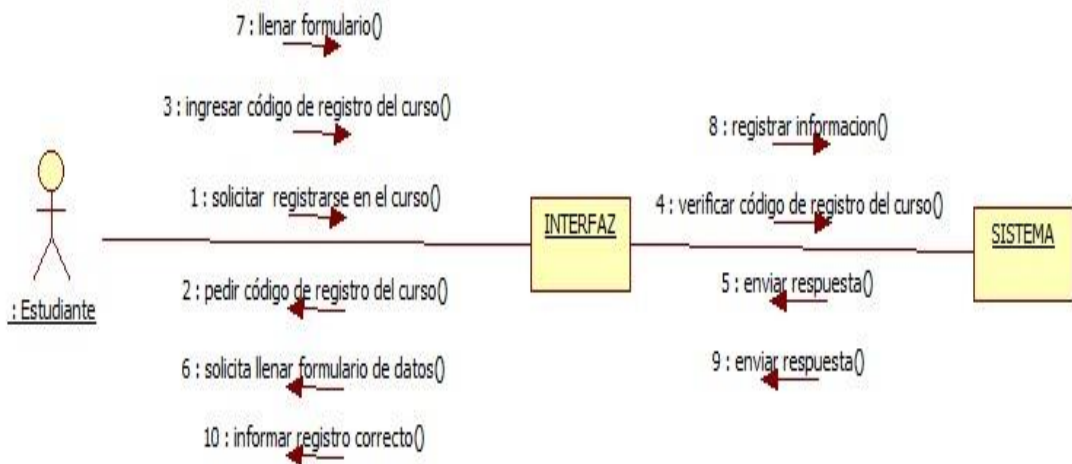


Figura 42. Diagrama de colaboración registrarse en curso

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REGISTRARSE EN EL SISTEMA



Figura 43. Diagrama de colaboración registrarse en el sistema

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VINCULARSE A INSTITUCIÓN

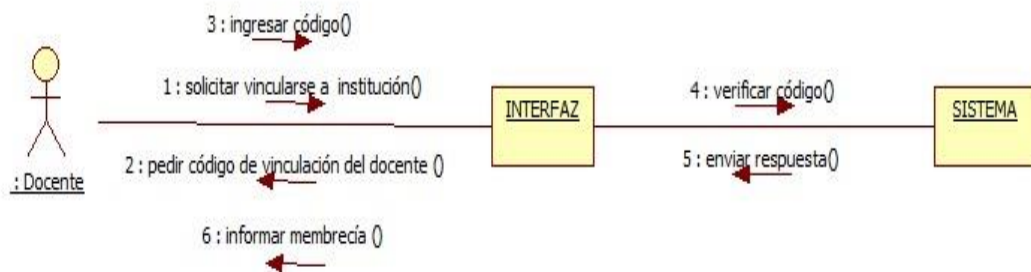


Figura 44. Diagrama de colaboración vincularse a institución

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR SESIÓN DIDÁCTICA

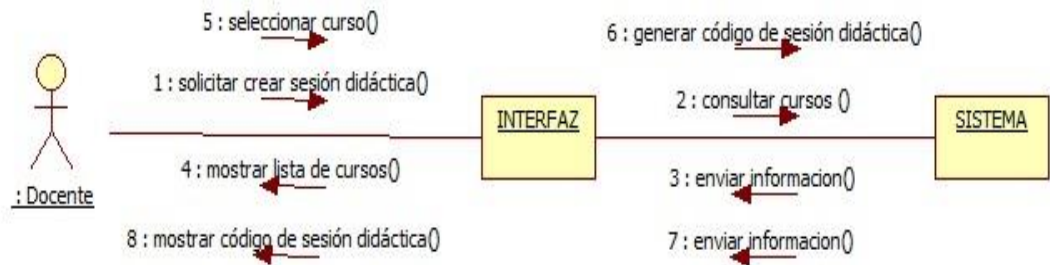


Figura 45. Diagrama de colaboración crear sesión didáctica

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN INICIAR SESIÓN DIDÁCTICA

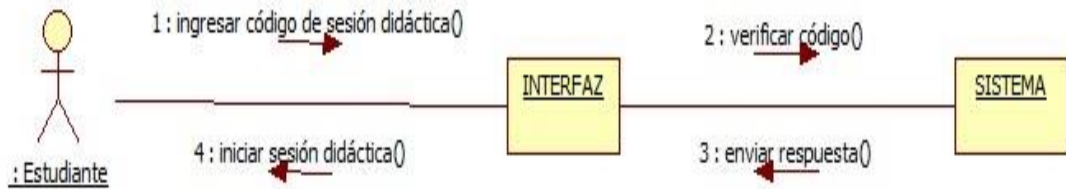


Figura 46. Diagrama de colaboración iniciar sesión didáctica

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN GENERAR CÓDIGO DE REGISTRO DEL CURSO

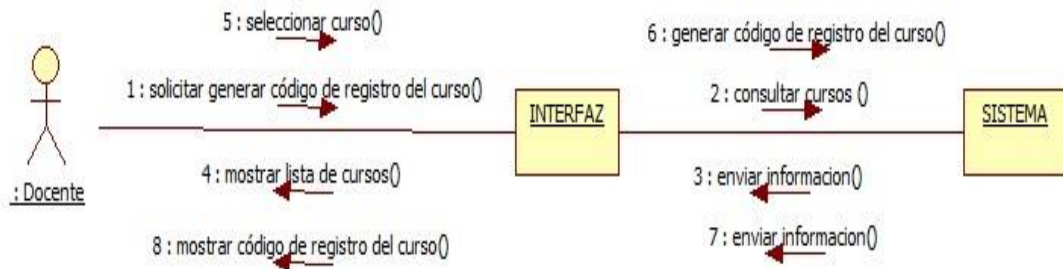


Figura 47. Diagrama de colaboración generar código de registro del curso

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN REALIZAR ACTIVIDAD

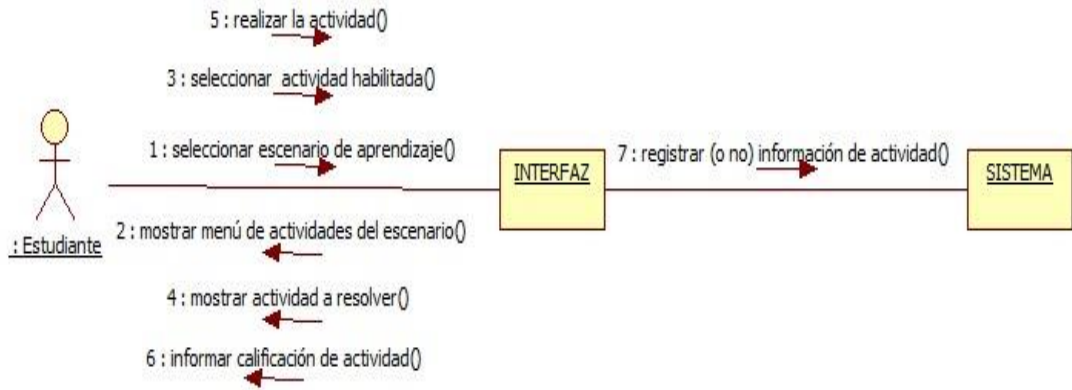


Figura 48. Diagrama de colaboración realizar actividad

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN OBTENER ESTADÍSTICA

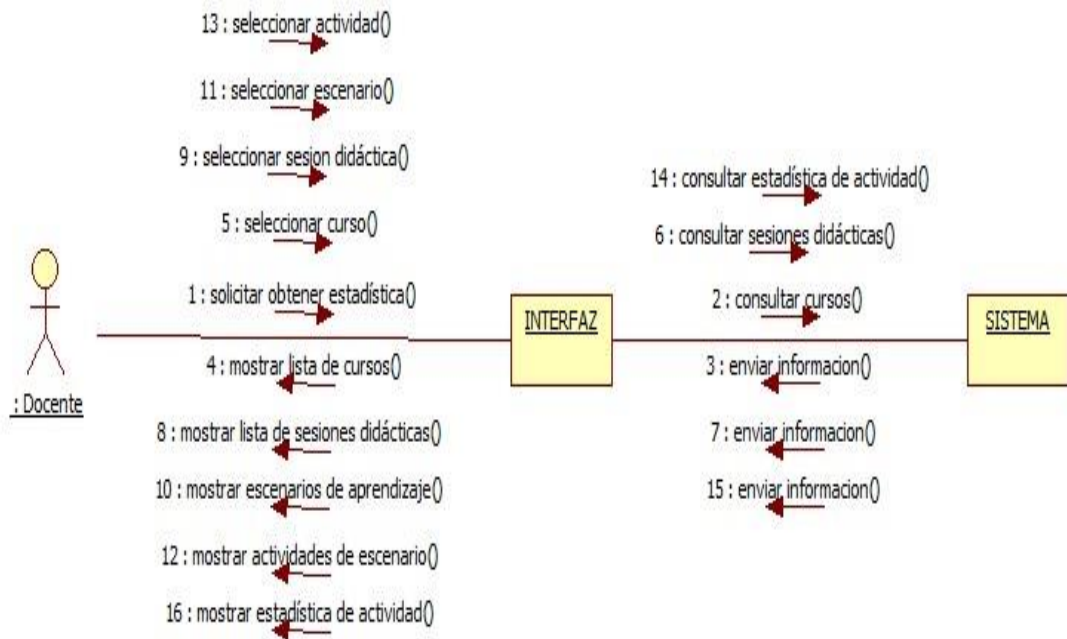


Figura 49. Diagrama de colaboración obtener estadística

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER CLASIFICACIÓN ESTUDIANTES

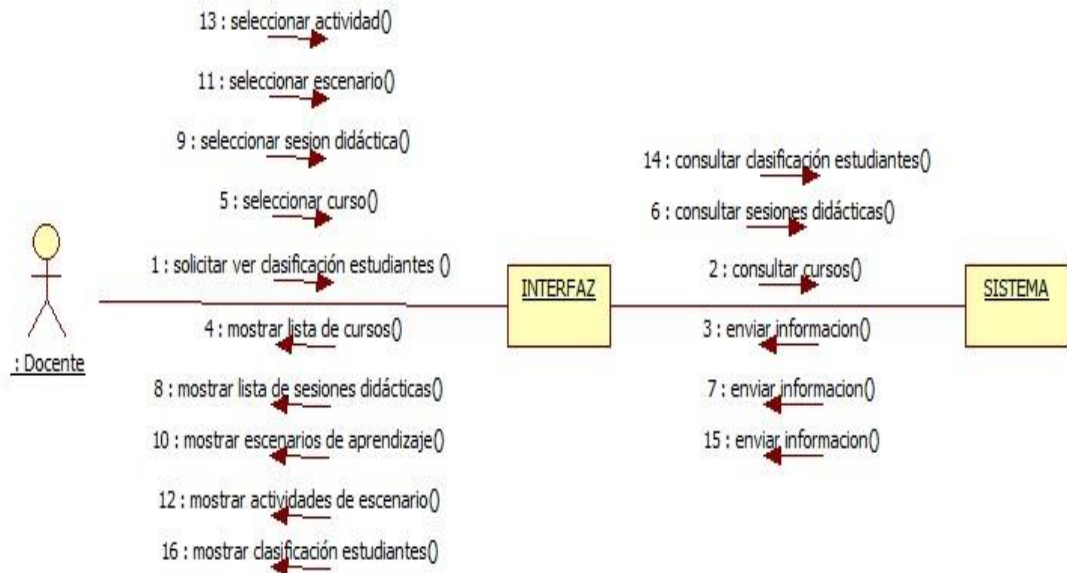


Figura 50. Diagrama de colaboración ver clasificación estudiantes

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR NUEVO DOCENTE

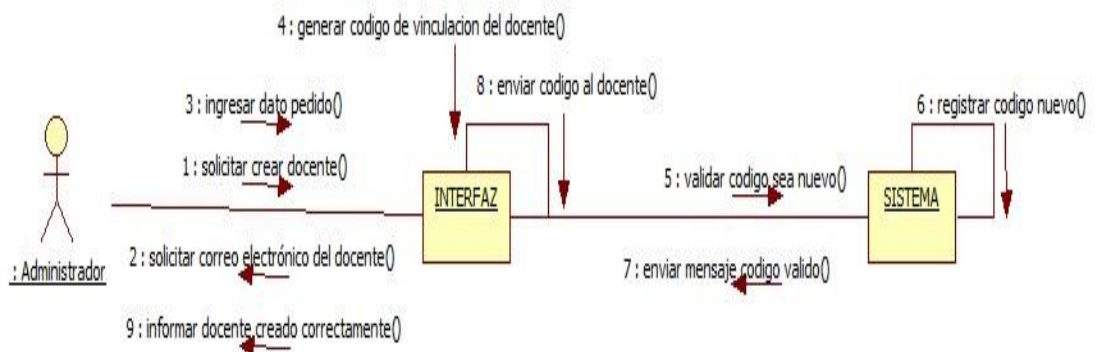


Figura 51. Diagrama de colaboración crear nuevo docente

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN ELIMINAR DOCENTE

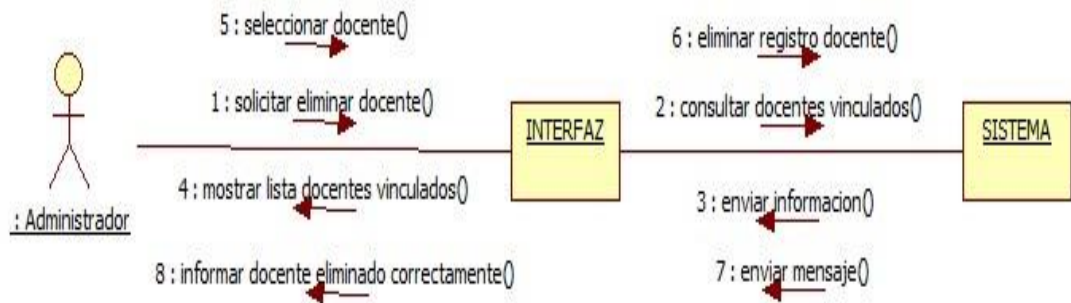


Figura 52. Diagrama de colaboración eliminar docente

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN CREAR NUEVO CURSO

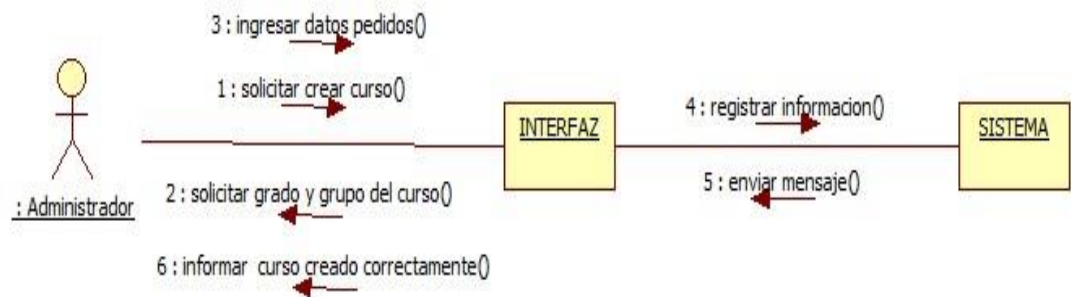


Figura 53. Diagrama de colaboración crear nuevo curso

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN ELIMINAR CURSO

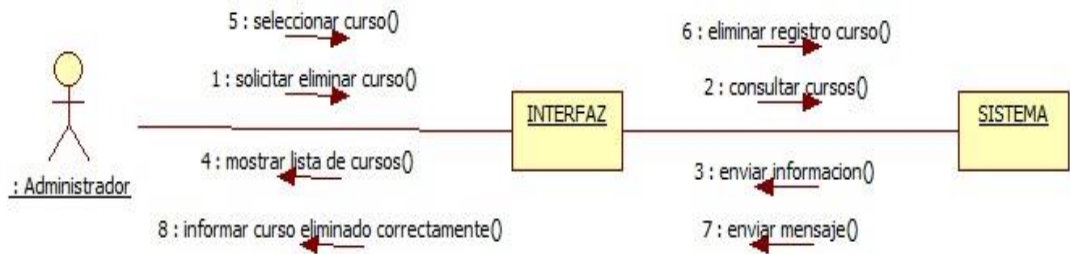


Figura 54. Diagrama de colaboración eliminar curso

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER DOCENTES REGISTRADOS

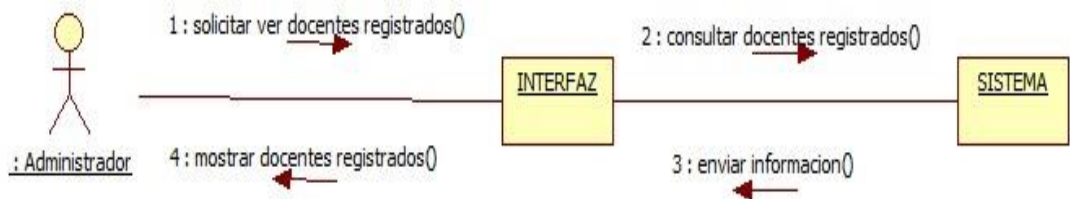


Figura 55. Diagrama de colaboración ver docentes registrados

DIAGRAMA DE COLABORACIÓN VER CURSOS REGISTRADOS

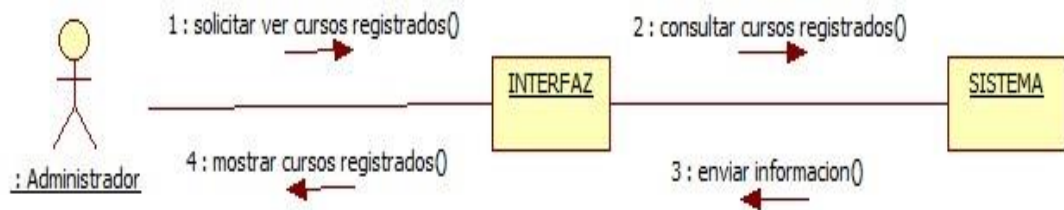


Figura 56. Diagrama de colaboración ver cursos registrados

ANEXO A: FORMATO ENCUESTA A ESTUDIANTES

Encuesta a estudiantes del grado 5to de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón.

Objetivo: Obtener información acerca del grado de motivación de los alumnos en las clases de geometría y su acercamiento a la tecnología para propósitos educativos.

Apreciado Alumno.

Solicitamos tu colaboración para responder las siguientes preguntas que tratan sobre el desarrollo de la clase de geometría, la información que suministre será anónima y confidencial. *Esperamos que respondas con la mayor sinceridad posible.*

1. Antes de responder lea detenidamente la pregunta.
2. Marque con "X", la respuesta.
3. Responda a todas las preguntas que se plantean.
4. En caso de duda **PREGUNTAR** o **LEVANTAR LA MANO**.

CUESTIONARIO

- 1) **Selecciona tu género:** _____ Masculino _____ Femenino
- 2) **¿Cuántos años tienes?** _____
- 3) **¿Qué es lo que más te gusta hacer?**

_____ Ver Televisión. _____ Manejar pc, celular, Tablet. _____ Jugar Futbol.

_____ Estudiar. Otro. ¿Cuál? _____

4) ¿Cuál es tu materia favorita?

_____ Inglés. _____ Español. _____ Ciencias naturales.

_____ Informática. _____ Artística. _____ Matemática.

_____ Ciencias sociales. _____ Geometría.

Otra. ¿Cuál? _____

5) ¿Qué prefieres que te regalaran?

_____ Un libro _____ Un iPod _____ Un celular

_____ Una Tablet _____ Un computador

6) ¿Qué tanto te gusta la forma en la que tu profesor dicta las clases de geometría?

___ Mucho ___ Poco ___ Nada ___ No se

7) ¿Qué tan motivado te sientes al recibir las clases de geometría?

___ Mucho ___ Poco ___ Nada ___ No se

8) Marca con “X” los materiales que hayas usado para aprender geometría, y luego respondes ¿Qué tanto crees que aprendes? y ¿Qué tanto te interesa este material?

X	Material educativo	¿Qué tanto crees que aprendes?	¿Qué tanto te interesa este material?
	Libro	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada
	Carteleras o despliegues ilustrativos	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada
	Juegos	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada
	Piezas geométricas	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada
	Presentaciones o diapositivas animadas	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada	___ Mucho ___ No mucho ___ Poco ___ Nada

9) ¿Utilizas el computador para estudiar? ___ Si. ___ No.

10) ¿Utilizas la Tablet para estudiar? _____ Si. _____ No.

11) ¿Cuál de estas aplicaciones utilizas en Tablet o computador?

_____ Word

_____ Power Point

_____ Excel

_____ Paint

_____ Música

_____ Videos

_____ Chat

_____ Facebook

_____ Juegos

Otros. ¿Cuáles? _____

12) ¿Conoces la realidad aumentada?

_____ Si. ¿Qué tanto? _____ Mucho. _____ Poco.

_____ No.

ANEXO B: FORMATO ENTREVISTA A DOCENTE

Encuesta a docente a cargo del grado 5to de primaria de la Institución Educativa Cristóbal Colón, en el área de Geometría.

Objetivo: Obtener información acerca de las metodologías de enseñanza actuales adoptadas por el docente dentro del aula de clases, y las dificultades de los alumnos para comprender y/o asimilar el tema en cuestión.

Estimado profesor, solicitamos su colaboración para una investigación educativa con fines de mejorar los procesos de aprendizaje del pensamiento geométrico y espacial en los estudiantes de grado 5to de primaria. A continuación, se presentan varias preguntas referentes al tema, esperamos que responda con la mayor sinceridad posible por el bien de la investigación. Seleccione la respuesta marcando con “X”

1) ¿Conoce usted algún software educativo para matemáticas y geometría?

____ Si ____ No

Si conoce, mencione algunos:

2) ¿Con cuál de estos materiales educativos cuenta? (*incluir aquellos disponibles en el colegio y los que utiliza bajo sus propios medios*). Para

los materiales seleccionados, indique en la última columna el nivel de motivación en los estudiantes cuando lo utilizan.

X	Material	Frecuencia de Uso	Motivación
	Libro	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Carteleras o desplegues ilustrativos	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Juegos	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Piezas geométricas	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Presentaciones o diapositivas animadas	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
OTROS			
	¿Cual? _____	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada

	¿Cual? _____	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
--	--------------	---	--

3) ¿De qué forma considera usted que los estudiantes desarrollan más rápido ese tipo de conocimiento?

4) ¿Qué estrategia sigue para el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial en los estudiantes? Explique brevemente la manera en que adopta cada una de ellas.

a) _____

Consiste en:

b) _____

Consiste en:

c) _____

Consiste en:

5) ¿Qué problemas considera que tienen los alumnos para aprender la temática, mediante las estrategias y materiales que usted usa?

ANEXO C: FORMATO GRUPO DE DISCUSIÓN

GRUPO DE DISCUSIÓN

TEMA: INTERES Y MOTIVACION DE LOS NIÑOS EN LOS MATERIALES EDUCATIVOS TRADICIONALES USADOS EN LAS MATEMATICAS, Y SU GUSTO HACIA ESTA MATERIA.

OBJETIVOS:

- Conocer el nivel interés de los niños en los materiales educativos usados en las matemáticas, haciendo énfasis en los libros
- Conocer el agrado de los niños hacia las matemáticas y sus preferencias en cuanto a materias

ROLES

- **Moderador:** Se encargará de:
 1. Presentar la temática a tratar
 2. Controlar la discusión, dar la palabra a algún participante
 3. Evitar desvíos en el tema de la conversación, con lo cual realizará preguntas abiertas que permitan iniciar y reconducir la conversación cuando sea oportuno
 4. Indicar los cortes en el tiempo para recesos en caso de que sean necesarios.
 5. Orientar y guiar a los participantes para determinar conclusiones

- **Participantes:** Este grupo estará integrado por nueve (9) estudiantes del curso de quinto de la institución educativa Cristóbal Colon, en edades comprendidas entre los 9 y los 12 años.
- **Auxiliares:** Se encargarán de recoger la información de forma escrita anotando las opiniones de los participantes, así como de grabar la discusión.
- **Investigador:** Hará de observador en la sesión, sin embargo al finalizar cada sesión, realizará el análisis y la interpretación de las conclusiones.

SESIONES

Se plantearán dos (2) sesiones:

1. Primera sesión:

- **Momento 1:** El modelador da a conocer la temática general de la discusión, solicitara la presentación personal de los participantes con un tiempo máximo de cinco (5) minutos por participante.
- **Momento 2:** El moderador introducirá una pregunta relacionada con “¿A quiénes les gustan las matemáticas, y a quienes no? ¿Por qué?” y abrirá la discusión otorgando un tiempo máximo de cinco (5) minutos por estudiante.
- **Momento 3:** El moderador introducirá una pregunta relacionada con “¿Les parecen aburridas las matemáticas? Justificar” y abrirá la discusión otorgando un tiempo máximo de cinco (5) minutos por estudiante.
- **Momento 4:** Conclusiones.

2. Segunda sesión

- **Momento 1:** El modelador se da a la tarea de recordar la conclusión de la primera sesión
- **Momento 2:** El modelador introducirá una pregunta relacionada con “¿A quiénes les gustan los libros cómo materiales educativos en las clases de matemáticas, y a quienes no? ¿Por qué?” y abrirá la discusión otorgando un tiempo máximo de cinco (5) minutos por estudiante.
- **Momento 3:** El moderador introducirá una pregunta relacionada con “¿Quiénes prefieren otros materiales cómo juegos, piezas geométricas, cartelas y despliegues ilustrativos que los libros? ¿Quiénes no? ¿Por qué?”
- **Momento 4:** Conclusiones.

Guion para cada sesión de trabajo

- Registro de asistencia y hora de inicio de sesión.
- Presentación del tema.
- Establecer las normas para la participación (tiempo no mayor de cinco (5) minutos por participante, respetar la opinión y el turno de los demás, dar una opinión libremente).
- Tono de la conversación (hablar con voz audible, pero sin levantar la voz, no gritar).
- Vocabulario (se usara un vocabulario con palabras que se puedan comprender fácilmente evitando confusiones y ambigüedades, así como de palabras que demuestren respeto entre los hablantes).
- Conclusión y hora de finalización de la sesión.

ANEXO D: FORMATO DE USABILIDAD MATHROOM APP DOCENTE

PRUEBA CON LA APLICACIÓN MATHROOM APP ESTUDIANTE Y DOCENTE.

A continuación se presentan una serie de interrogantes que se realizaron con el fin de conocer las opiniones de los usuarios en cuanto al uso de la aplicación MathRoom App estudiante y MathRoom App docente.

PRUEBA CON LA APLICACIÓN MATHROOM APP DOCENTE

ROL DE USUARIO: Docente.

INSTITUCIÓN: Colegio Cristóbal Colon.

DIRECCIÓN: Montería - Córdoba.

NOMBRE: _____

A partir de ahora realizara una serie de tareas en la aplicación.

1. Por favor, regístrese como docente.

Muy fácil	Fácil	Regular	Difícil	Muy difícil
-----------	-------	---------	---------	-------------

2. Por favor, realizar ingreso al sistema.

Muy fácil	Fácil	Regular	Difícil	Muy difícil
-----------	-------	---------	---------	-------------

3. Por favor, vincúlese a una institución mediante el código suministrado por el administrador.

Muy fácil	Fácil	Regular	Difícil	Muy difícil
-----------	-------	---------	---------	-------------

4. **Por favor, registre a los estudiantes.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

5. **Por favor, creé una sesión didáctica.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

6. **Por favor, muestre la lista de todos los cursos.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

7. **Por favor, seleccione un curso para crear la sesión con el botón.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

8. **Por favor, suministre el código y cierre la sesión cuando sea necesario.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

9. **Por favor, muestre el listado de las sesiones del curso con el botón.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

10. **Por favor, seleccione una sesión para ver las calificaciones mediante el botón.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

11. **Por favor, seleccione el tipo de escenario y actividad para ver el registro de calificaciones de los estudiantes.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

12. **Por favor, seleccione el tipo de escenario y actividad para obtener los valores estadísticos del primer intento de la actividad seleccionada.**

Muy fácil

Fácil

Regular

Difícil

Muy difícil

13. **¿En qué le ayuda a usted ver el reporte completo de calificaciones?**

ANEXO E: FORMATO DE USABILIDAD MATHROOM APP ESTUDIANTE

PRUEBA CON LA APLICACIÓN MATHROOM APP ESTUDIANTE

ROL DE USUARIO: Estudiante

INSTITUCIÓN: Colegio Cristóbal Colon.

DIRECCIÓN: Montería - Córdoba.

NOMBRE: _____

A partir de ahora realizara una serie de tareas en la aplicación.

1. Por favor ingrese en modo “Quiz”.

Muy fácil Fácil Regular Díficil Muy difícil

2. Por favor indique que es nuevo para registrarse al curso.

Muy fácil Fácil Regular Díficil Muy difícil

3. Por favor acceda mediante el código del curso suministrado por el docente para registrarse en él.

Muy fácil Fácil Regular Díficil Muy difícil

4. Por favor complete sus datos para regístrese.

Muy fácil Fácil Regular Díficil Muy difícil

5. Por favor inicie una sesión en su cuenta del curso.

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

6. **Por favor acceda mediante el código de la sesión suministrado por el docente.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

7. **Por favor seleccione el escenario2 en el menú de escenarios.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

8. **Por favor seleccione la actividad1 en el menú de actividades y realice la actividad.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

9. **Por favor confirme la opción para ver la figura en 3D y explorarla.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

10. **Por favor repita el proceso anterior para realizar las seis actividades del escenario.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

11. **Por favor retorne al menú inicial y salga de la aplicación.**

Muy fácil Fácil Regular Difícil Muy difícil

ANEXO F: FORMATO CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN INTRÍNSECA

CUESTIONARIO PARA CONOCER LA MOTIVACION INTRÍNSECA DE LOS ESTUDIANTES AL USAR LA APLICACIÓN MATHROOM APP ESTUDIANTE

Para cada una de las siguientes afirmaciones, por favor indique que tan cierto le parece utilizando la siguiente escala como guía:

1

2

3

4

5

Totalmente falso

Más o menos

Totalmente cierto

¿Cuántos años tienes? _____

Hoja de respuestas

	1	2	3	4	5
1. He disfrutado mucho utilizando la aplicación					
2. No me sentía para nada nervioso mientras usaba la aplicación					
3. Usar la aplicación me pareció muy divertido					
4. Me sentí muy tenso mientras usaba la aplicación					

5. Pienso que usar la aplicación fue aburrido					
6. La aplicación no mantuvo para nada mi atención					
7. Me sentí relajado al usar la aplicación					
8. Puedo describir la aplicación como interesante					
9. Me sentí presionado al usar la aplicación					
10. Mientras usaba la aplicación, pensaba en lo mucho que disfrutaba					

ANEXO G: RESULTADO ENCUESTA

La encuesta fue aplicada a los estudiantes de quinto de la institución educativa Cristóbal Colon. Con esta encuesta se buscó principalmente conocer el nivel de interés y motivación que tienen los niños en cada una de las herramientas usadas por el docente al dar los temas pensamiento geométrico y especial. También fue de interés conocer sus preferencias en cuanto a una serie de actividades de ocio o estudiar, así como la utilización de herramientas tecnológicas para su estudio. Todo esto con el fin de conocer si los niños se sienten a gusto con los materiales usados por el docente, y por otro lado hacerse una idea del impacto que podría producir la inclusión de una herramienta de tipo software educativo y si sería bien recibida en la población objeto de estudio.

Se efectuó la tabulación obteniendo los siguientes diagramas.

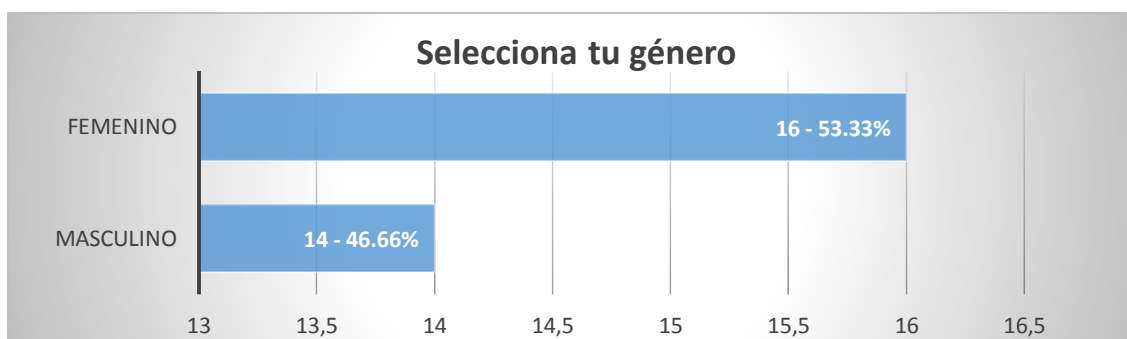


Figura 57. Estadística Pregunta N° 1

Evidentemente, el aula de clases posee 16 niñas y 14 niños, que corresponde al 53.33% y 46.66%, respectivamente.

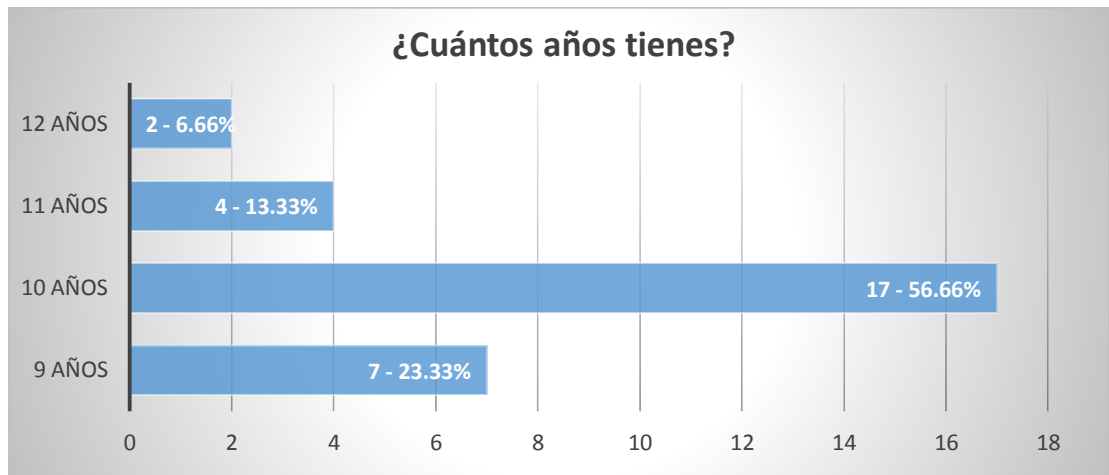


Figura 58. Estadística Pregunta N° 2

Nos damos cuenta que la edad de éstos estudiantes oscila entre los 9 y 12 años, siendo la gran mayoría de 10 años, con un porcentaje del 56.66%. Otros resultados comprenden un porcentaje del 6.66% para edades de 12 años, 13.33% con 11 años y 23.33% para niños con edad de 9 años.

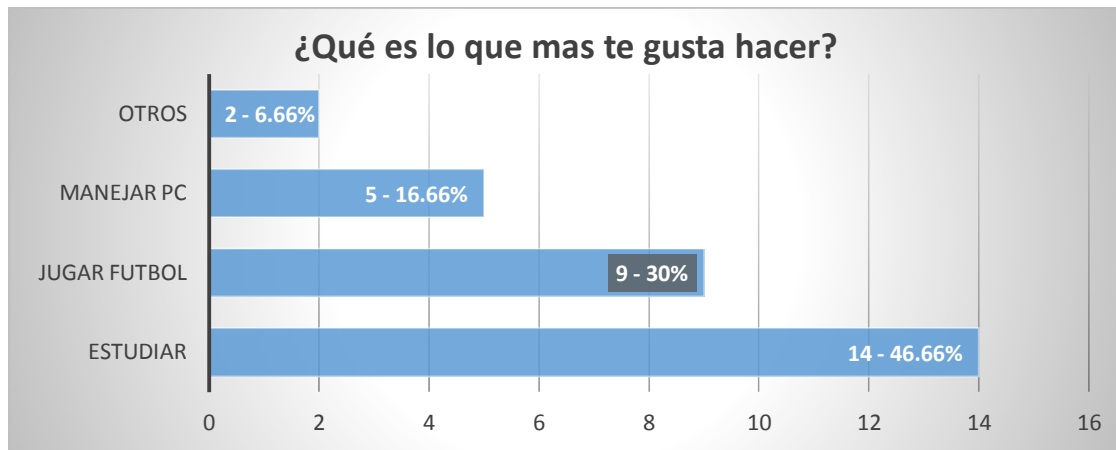


Figura 59. Estadística Pregunta N° 3

Vemos entonces que la mayoría de los alumnos prefieren estudiar, aunque éstos no superan la mitad. Con un porcentaje del 46.66% el gusto por el estudio supera a los otros, el 30% corresponde a Jugar fútbol, el 16.66% prefiere Manejar PC, Tablet o celulares, y el 6.66% otros gustos.

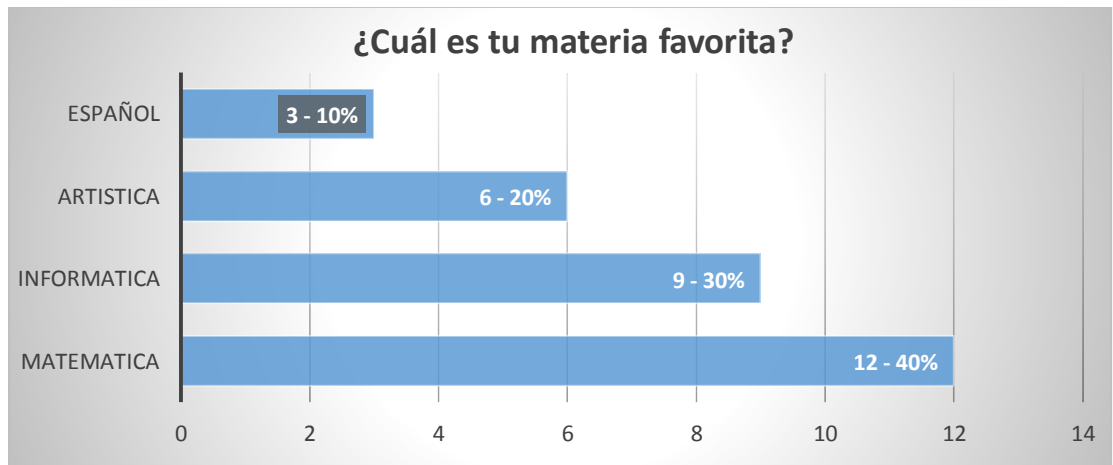


Figura 60. Estadística Pregunta N° 4

De las 8 asignaturas presentadas como opción en ésta pregunta, las elegidas fueron las mostradas en éste diagrama. El 10% opta por Español, un 20% por Artística, el 30% con Informática y el 40% Matemática, lo cual sugiere que a estos niños les gusta bastante las matemáticas.

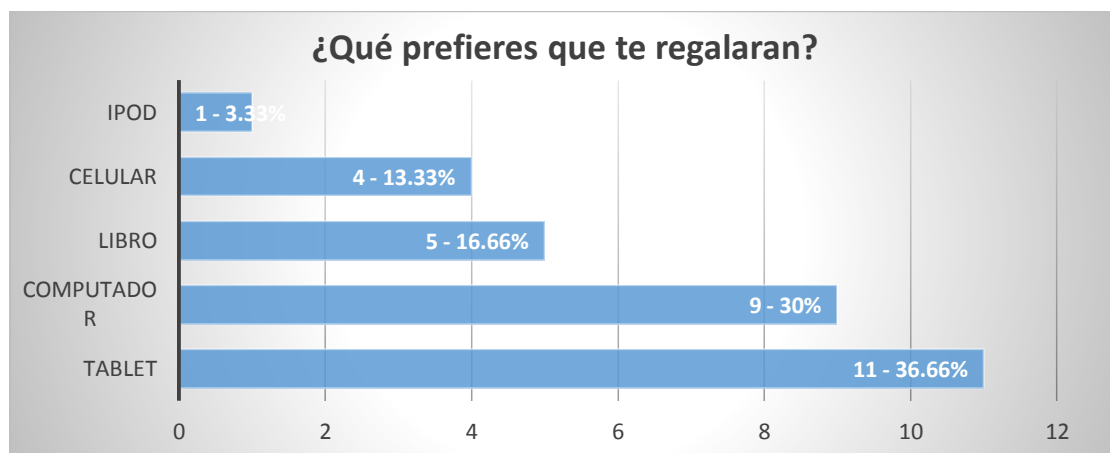


Figura 61. Estadística Pregunta N° 5

En los resultados de ésta pregunta vemos que aproximadamente el 83.32% de los estudiantes prefiere un artefacto tecnológico a un libro, por lo que, de éste solo se obtuvo el 16.66% de preferencia por parte de los alumnos.

De lo anterior podemos afirmar lo siguiente, si estos estudiantes tienen gusto por la asignatura de matemática y el estudio, y por otro lado tiene preferencia a artefactos tecnológicos que a libros, quizás la inclusión o el uso de estos artefactos para la enseñanza pueda resultar muy atrayente para ellos y en el mejor de los casos incluso significar mejoras en su desempeño académico.

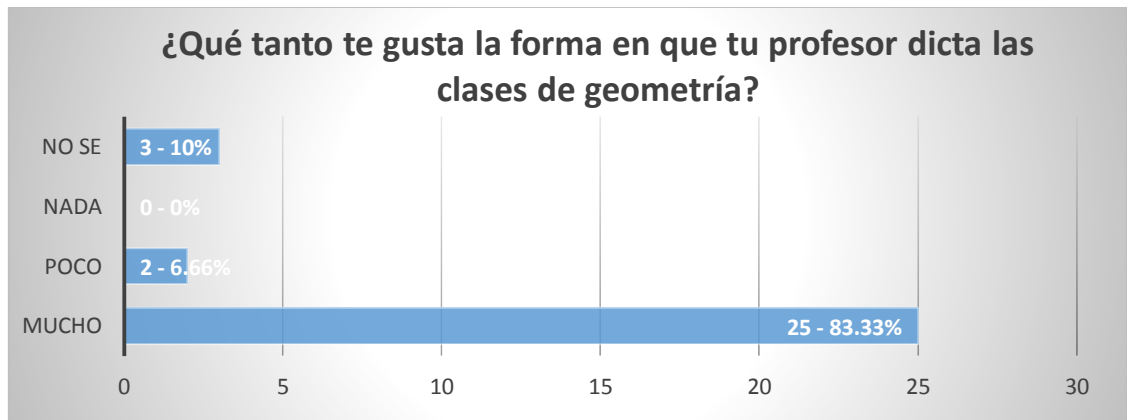


Figura 62. Estadística Pregunta N° 6

Éste diagrama refleja que el 83.33% le gusta Mucho la forma en que el profesor dicta las clases de geometría, el resto le gusta Poco (6.66%) o No sabe (10%).

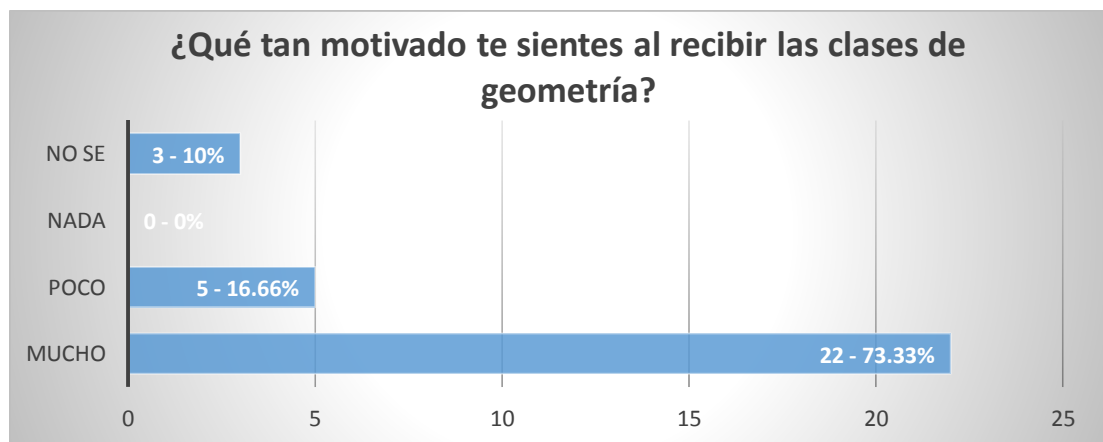


Figura 63. Estadística Pregunta N° 7

Se contempla en éste diagrama, que el 73.33% de los estudiantes encuestados se siente muy motivado al recibir las clases de geometría. El 16.66% afirma sentirse Poco motivado, mientras que el 10% No sabe.

Estadísticas pregunta N° 8

Es necesario un análisis más detallado de esta pregunta, debido a que se considera el objetivo primordial de la encuesta.

Marca con “X” los materiales que hayas usado para aprender geometría, y luego respondes ¿Qué tanto crees que aprendes? y ¿Qué tanto te interesa este material?

En el caso de libros, de las estadísticas arrojadas de las dos preguntas, lo más significativo es el hecho que el 70% de los encuestados afirman sentirse muy interesados con los libros, y el 73% considera aprender mucho con este material. Lo cual sorpresivamente manifiesta que a los niños les causa gran interés este material.

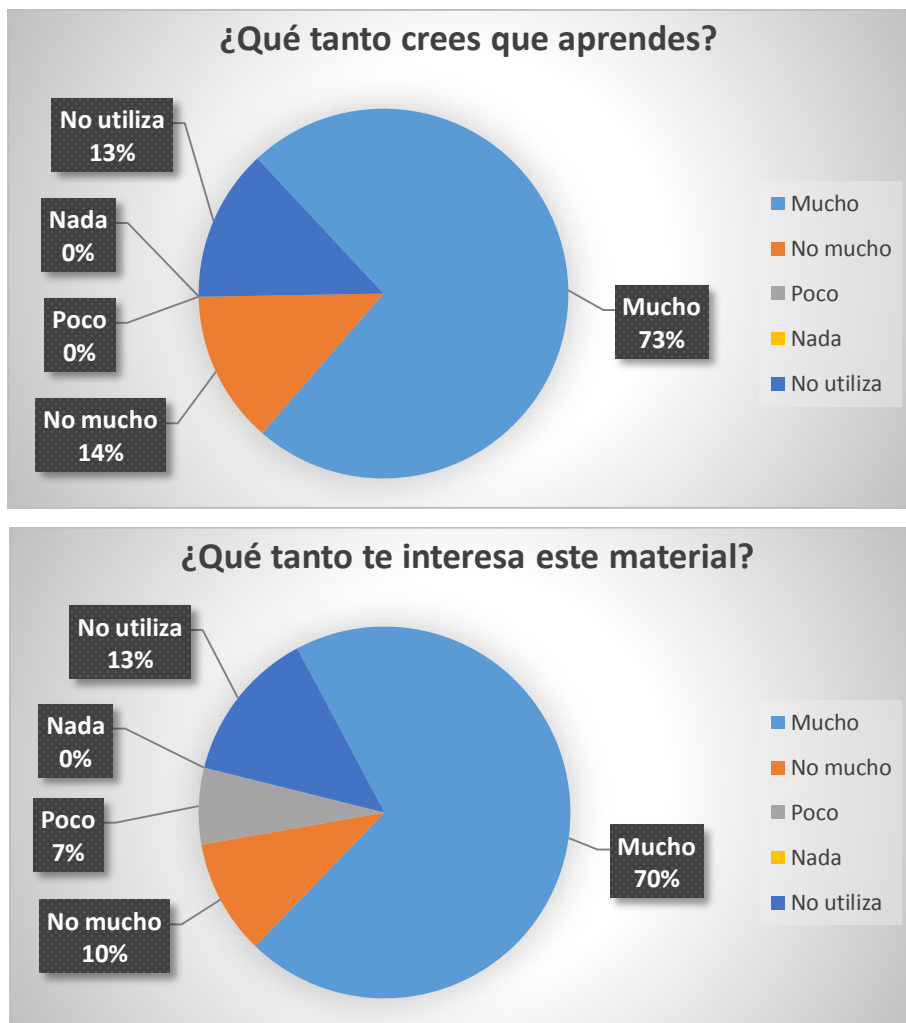


Figura 64. Estadísticas Pregunta N° 8 (a)

En el caso de Carteleros o despliegues ilustrativos, de las estadísticas arrojadas de las dos preguntas, lo más significativo es que solo el 26% afirman sentirse muy interesados con este material, aunque otro 27% manifiesta que le interesa pero no mucho. Esto significa que en general no les interesa tanto este material a comparación con los libros u otros materiales. Por otro lado solo el 20% considera aprender mucho con este material.

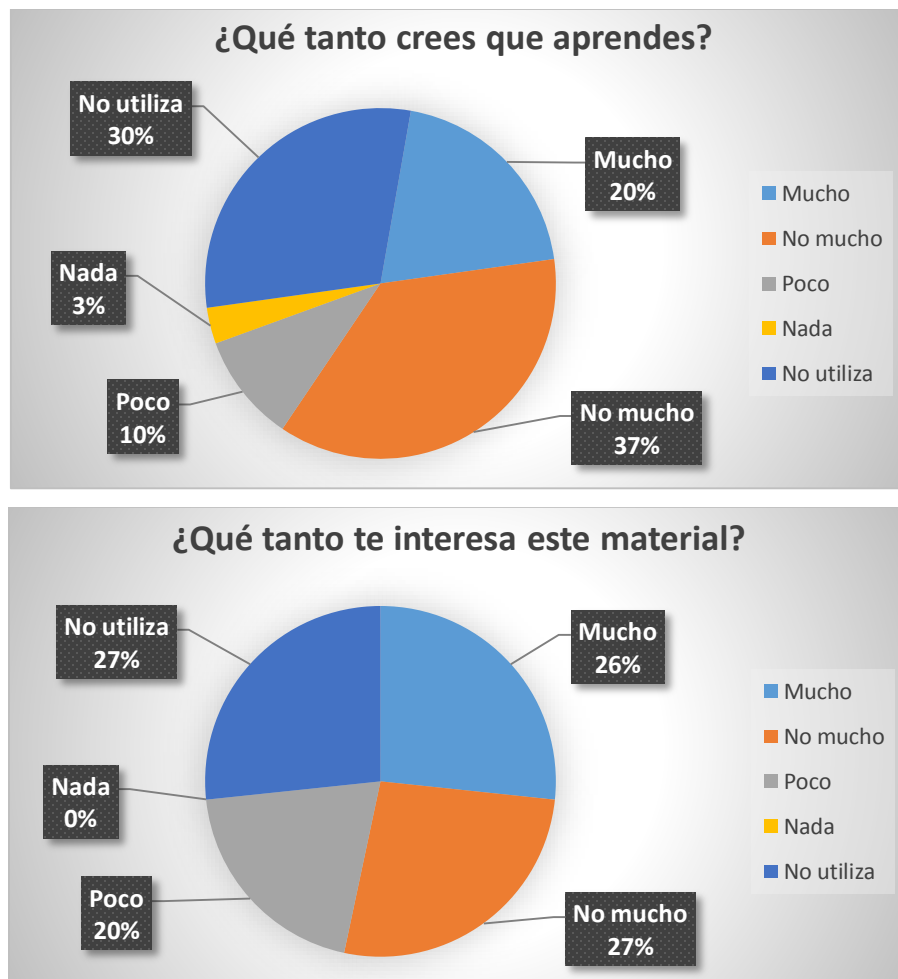


Figura 65. Estadísticas Pregunta N° 8 (b)

En el caso de juegos, de las estadísticas arrojadas de las dos preguntas, lo más significativo es que un 40% afirma sentirse muy interesado en los juegos. Por otro lado solo el 33% cree aprender mucho con ellos. Sorpresivamente esto significa que los juegos no les parecen tan interesantes como los libros.

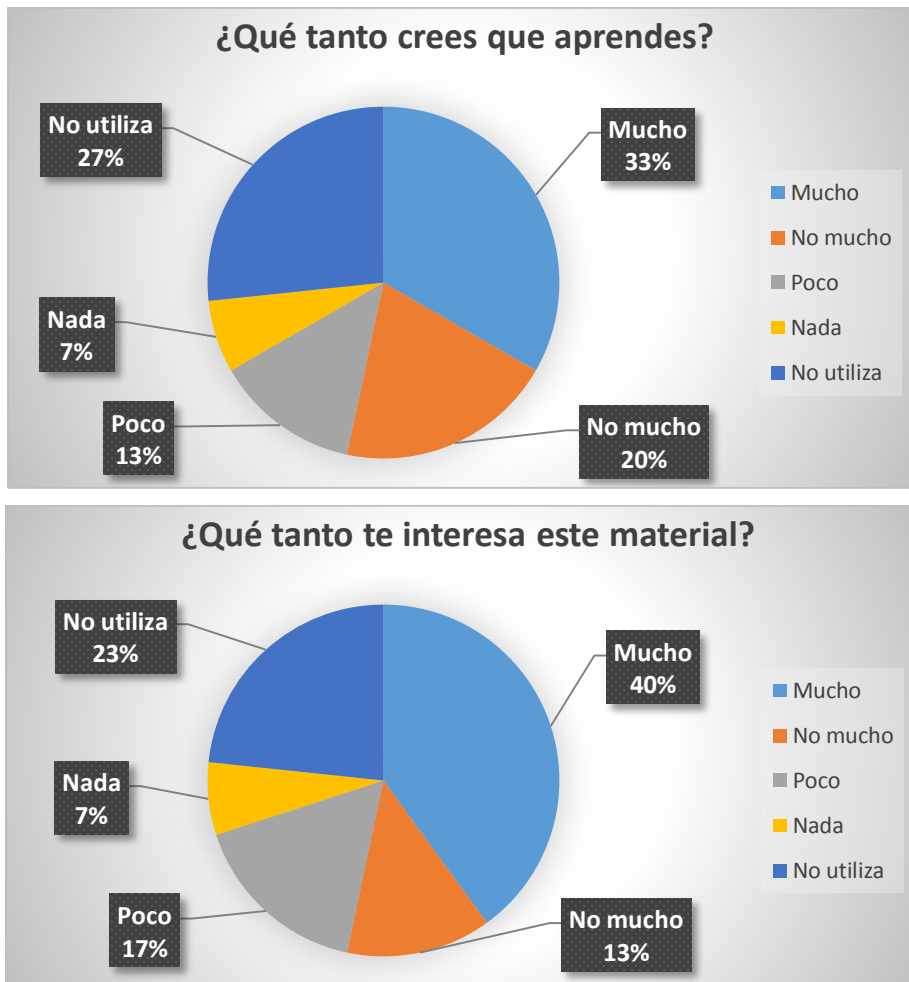


Figura 66. Estadísticas Pregunta N° 8 (c)

En el caso de Piezas geométricas, de las estadísticas arrojadas de las dos preguntas, lo más destacable es el hecho que 70% de los encuestados afirma sentirse muy interesado con este material. Por otro lado el 73% cree aprender mucho con este material. En general esto significa que les causa un gran interés este material y que además creen aprender bastante con él.

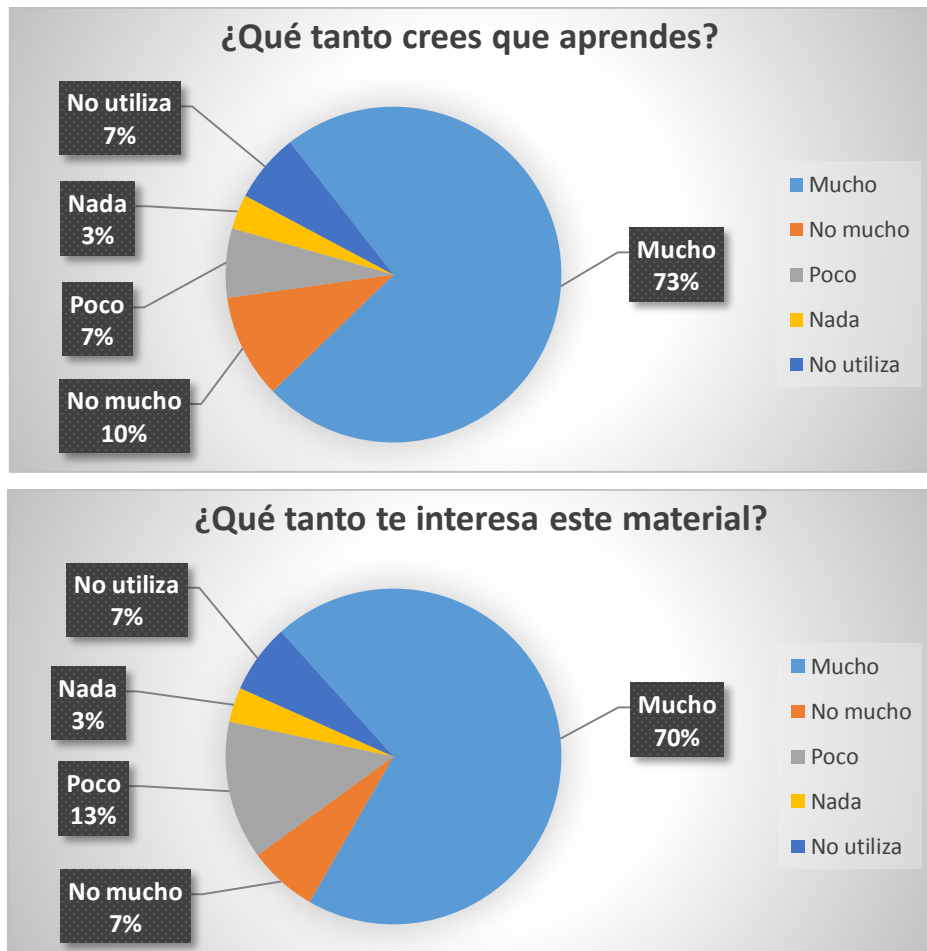


Figura 67. Estadística Pregunta N° 8 (d)

En el caso de Presentaciones o diapositivas, de las estadísticas arrojadas de las dos preguntas, lo más destacables es el hecho que 53% de los estudiantes afirman sentirse muy interesados con este material. Por otro lado el 33% consideran que aprenden mucho con él. En general esto significa que este material no les parece tan interesante como libros o piezas geométricas.

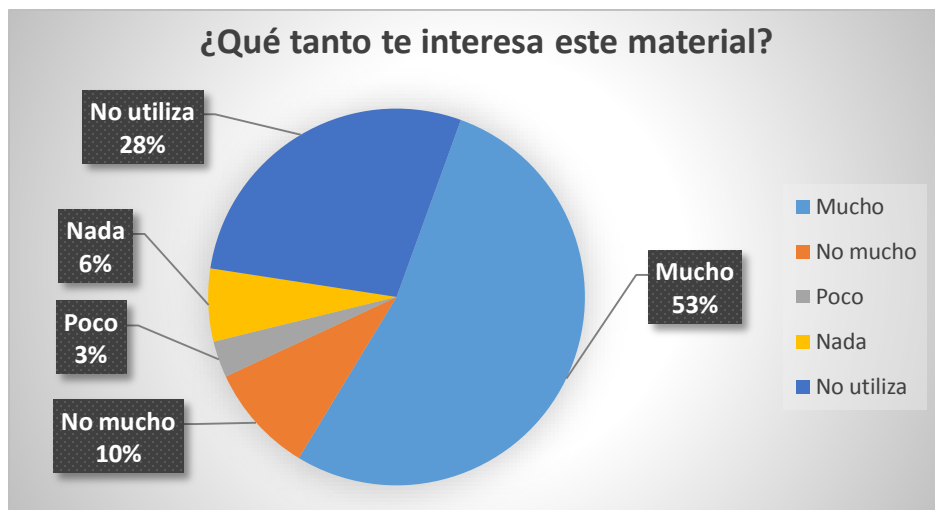
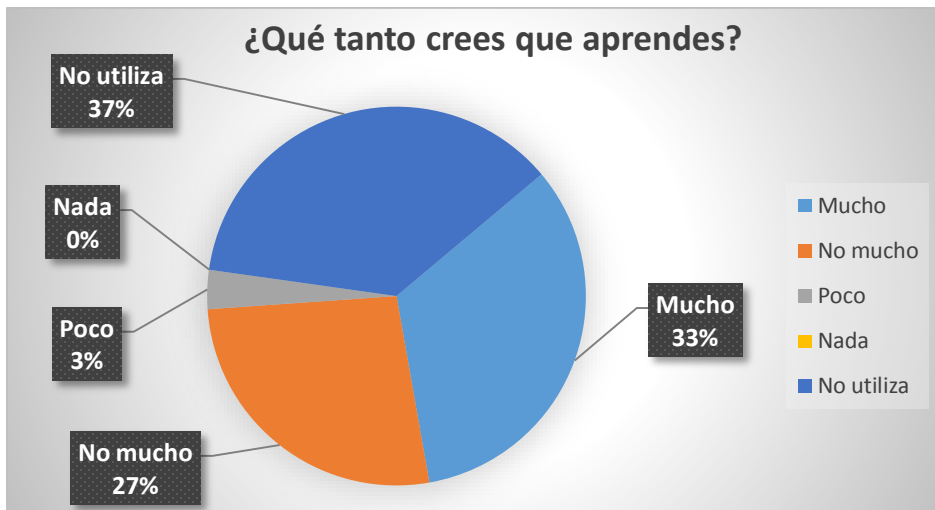


Figura 68. Estadística Pregunta N° 8 (e)

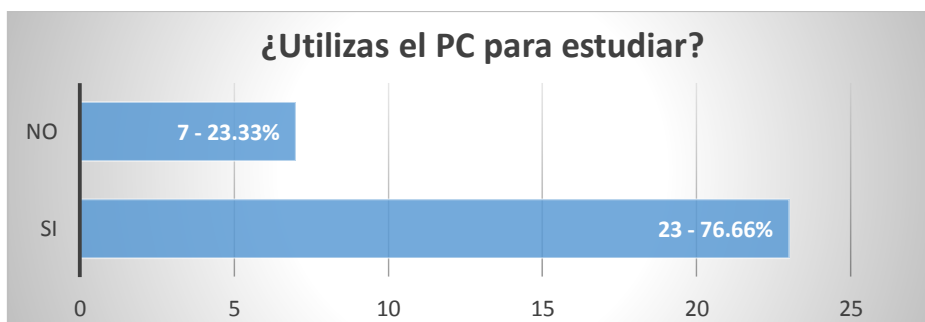


Figura 69. Estadística Pregunta N° 9

Aquí se observa que el computador es usada por el 76.66% de los estudiantes para propósitos de aprendizaje, mientras que el 23.33% no lo utiliza o no tiene.

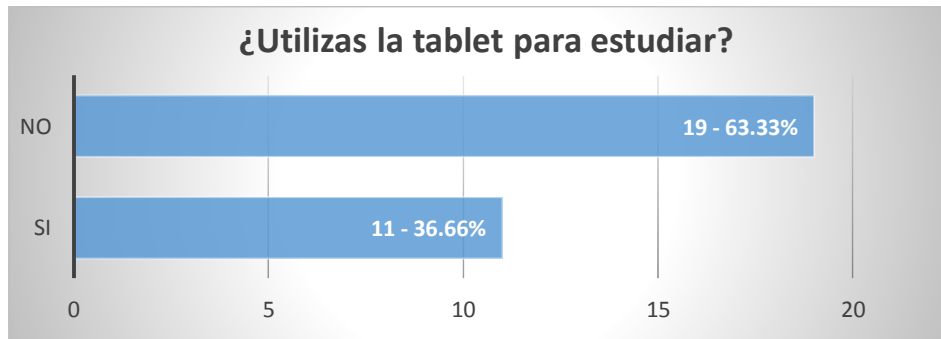


Figura 70. Estadística Pregunta N° 10

En ésta pregunta, vemos que 36.66% afirma utilizar la Tablet como una herramienta que les ayuda en su aprendizaje, mientras que el resto (63.33%) responde negativamente.

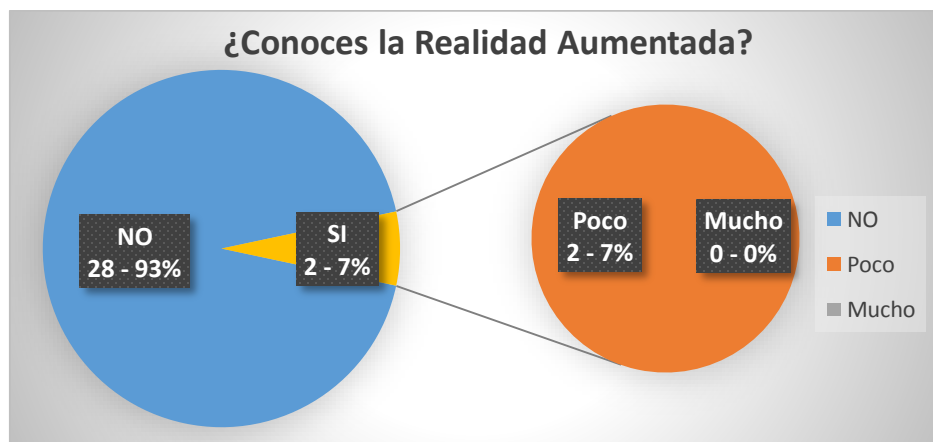


Figura 71. Estadística Pregunta N° 11

De los estudiantes encuestados, el 93% niega conocer la Realidad Aumentada, mientras que el 7% afirma conocerla; los cuales aseguran conocer muy poco de ésta tecnología.

Conclusión

De los de los datos recolectados mediante la encuesta se puede concluir que los estudiantes tienen una preferencia de artefactos tecnológicos sobre libros basándose en la estadística de la pregunta N° 5 donde aproximadamente el 83.32% de los estudiantes prefiere algún artefacto tecnológico frente a 16.6 % que prefiere libros. Esta preferencia resulta comprensible considerando el tipo de información interactiva, dinámica y llamativa que manejan estos dispositivos a diferencia de los libros que poseen una información mucho más estática, más aun si se tiene en cuenta que se está tratando con estudiantes de los cuales más del 50% tienen 10 años, y su edad en general varía de 9 a 12 años según la Estadística de la Pregunta N° 2. Además de eso, es de asombro el porcentaje de estudiante que tratándose de niños, ya están utilizando dispositivos tecnológicos para estudiar, obteniéndose que un 76.66% de todos los estudiantes usan ordenador para estudiar, y que también un 36.66% no menos despreciable usan tabletas en sus estudios, lo cual significa que para ellos las herramientas tecnológicas ya no son vistas solo como herramientas de distracción y ocio, sino que están inmersas en prácticamente casi cualquier tarea de su vida cotidiana en la que puedan utilizarla.

Una estadística menos comprensible en la encuesta, consistió en la obtenida de la pregunta N° 8, que se refiere a la determinación del nivel de interés de los estudiantes en cada material educativo usado por el docente de matemáticas, lo cual fue el objetivo primordial de la encuesta. Antes de referirnos a ello, es preciso dar una observación general cómo investigadores educativos respecto a dicha

estudio, esta es, que resulta muy lógico que los niños se sientan más atraídos por los recursos didácticos interactivos o juegos que por materiales como los libros, esto es una tendencia general que no necesita ser sustentada debido a que se observa en todos los ámbitos de la sociedad, y por lo cual se realizó esta encuesta a los estudiantes esperando obtener esa misma tendencia.

Sin embargo en este caso, según los datos obtenidos de la encuesta, nos encontramos con estudiantes que tienen preferencia a los libros frente a muchos otros materiales educativos usados, solo equiparándose ese nivel de interés con el de las piezas geométricas. Específicamente tanto con los libros como con las piezas geométricas el 70% de los encuestados afirman sentirse muy interesados, dejando en segundo plano a el resto de materiales de la encuesta, cuyos resultados en este mismo aspecto fueron los siguientes: Para presentaciones o diapositivas el 53% de los encuestados dicen sentirse muy interesados, en el caso de los juegos el 40% manifestó este hecho y finalmente con carteleras o despliegues ilustrativos solo un 26% se sienten muy interesados. Estos resultados contrastan con lo que se podría pensar acerca del nivel de interés de los estudiantes en los libros, y de forma directa con la información recolectada de la encuesta al docente, la cual contrariamente sigue a los libros como materiales que reflejan poca motivación en los estudiantes.

Otra información obtenida en la encuesta que requiere de un profundo análisis, es las preferencias de los estudiantes en cuanto a materias, donde el 10% opta por Español, un 20% por Artística, el 30% con Informática y el 40% Matemática, siendo poco habitual encontrar que en un salón de clase los estudiantes prefieran esta área por delante de otras materias como informática (que suelen ser más atractivas para los alumnos), y menos que sea la materia preferida dentro del grupo. Además de eso los estudiantes también manifestaron en la pregunta N° 3 que entre varias actividades señaladas, el 46.66% prefiere estudiar, el 30% prefiere jugar fútbol, el 16.66% prefiere Manejar PC, Tablet o celulares, y el 6.66%

prefiere otras actividades, esta estadística también resulta muy sorprendente tratándose de niños.

En general, de toda la información obtenida mediante la encuesta surgen algunas dudas, primeramente hay una clara inconsistencia entre la información obtenida de la encuesta al docente debido a que este considera que libros reflejan poco nivel de motivación en los estudiantes, pero mediante la entrevista a los estudiantes, estos últimos dicen tener mucho interés en libros, es decir dicen estar motivados con ellos. Además el hecho de que los niños tengan preferencias por estudiar que por otras actividades como jugar fútbol y manejar PC, y a la vez tengan como materia favorita la matemática, genera sorpresa y también algo de dudas sobre la validez de la información recolectada.

En definitiva se pueden plantear dos posibilidades frente a esta situación, o bien estamos frente a un caso raro (no muy común) de niños a los que les encanta estudiar más que el fútbol y hacer otras actividades, a los que les gustan más las matemáticas que otras materias, y los que les encanta los libros como material educativo, o por otro lado, se trata de un problema de sesgo en la información de la encuesta, en este último caso valdría la pena preguntarse lo siguiente: ¿Están siendo los estudiantes sinceros o por miedo a algo (o cualquier otro factor externo) responden lo que creen que es correcto? ¿Se trata de algún problema con la realización de la encuesta como tal lo que llevo a obtener esos resultados?, sin embargo, se hace necesario llevar a cabo un estudio más a fondo de los estudiantes, para tratar de integrarse más a ellos, y así poder determinar qué es lo que en realidad opinan y cuáles son sus sensaciones respecto a estos aspectos.

ANEXO H: RESULTADOS ENTREVISTA DOCENTE

La entrevista fue aplicada al docente encargado de impartir el tema de matemática en el grado quinto de la institución educativa Cristóbal Colon. Con esta entrevista se buscó principalmente conocer los materiales educativos usados, los métodos que adoptan para el desarrollo de los temas pensamiento geométrico y espacial, y los principales problemas presentados por sus alumnos con esas herramientas. Además de eso, también se tocaron otros puntos de interés como el grado conocimiento del docente en software educativo para matemáticas y geometría, así como su apreciación sobre el nivel de motivación en los niños para cada una de los materiales usados.

Anexo 1: Entrevista (Docente Institución Educativa Cristóbal Colon)

Buenos días estimado profesor, solicitamos de su colaboración para una investigación educativa con fines de mejorar los procesos de aprendizaje del pensamiento geométrico y espacial en los estudiantes de grado 5to de primaria. A continuación, se presentan varias preguntas referentes al tema, esperamos que responda con la mayor sinceridad posible por el bien de la investigación. Seleccione la respuesta marcando con "X"

1) ¿Conoce usted algún software educativo para matemáticas y geometría?

Si No

Si conoce, mencione algunos:

2) ¿Con cuál de estos materiales educativos cuenta? (incluir aquellos disponibles en el colegio y los que utiliza bajo sus propios medios). Para los materiales seleccionados, indique en la última columna el nivel de motivación en los estudiantes cuando lo utilizan.

X	Material	Frecuencia de Uso	Motivación
	Libro	<input checked="" type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input checked="" type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Carteleros o despliegues ilustrativos	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input checked="" type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input checked="" type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Juegos	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input checked="" type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input checked="" type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada

Figura 72. Página 1 del formato de entrevista docente.

	Piezas geométricas	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input checked="" type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input checked="" type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Presentaciones o diapositivas animadas	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input checked="" type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input checked="" type="checkbox"/> Nada
OTROS			
	Cual? Materiales concretos	<input type="checkbox"/> Siempre <input checked="" type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input checked="" type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
	Cual? _____	<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada
		<input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Mucha <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Nada

3) ¿De qué forma considera usted que los estudiantes desarrollan más rápido ese tipo de conocimiento?

Cuando manipulan material como cuerdas, lona, palillos, plastilina y cartón para armar figuras tridimensionales. También cuando construyen las figuras en el computador con el programa paint.

Figura 73. Página 2 del formato entrevista docente.

4) ¿Qué estrategia sigue para el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial en los estudiantes? Explique brevemente la manera en que adopta cada una de ellas.

a) Interpretación de figuras

Consiste en: Presentar a los estudiantes un tangram para que ellos identifiquen las figuras geométricas vistas y los coloreen. Luego deben crear un diseño parecido

b) Construcción de figuras bidimensionales y tridimensionales

Consiste en: Construir figuras con implementos como palillos, pitillos y plastilina de acuerdo a indicaciones dadas. Luego diligenciar un cuadro donde describen cada figura dada

c) Realizar movimientos en el plano cartesiano

Consiste en: Presentar un plano cartesiano en cartulina, luego los estudiantes realizan movimientos con figuras elaboradas en cartulina.

5) ¿Qué problemas considera que tienen los alumnos para aprender la temática, mediante las estrategias y materiales que usted usa?

Algunos no llevan los materiales necesarios para realizar los trabajos.

- Presentan dificultades para interpretar situaciones relacionadas con el pensamiento geométrico - espacial.

Figura 74. Página 3 del formato entrevista docente.

Conclusión

En general, de los de los datos recolectados mediante la entrevista se puede concluir que en el desarrollo de los temas pensamiento geométrico y espacial del citado colegio no se hace uso de ningún software educativo debido que el docente manifiesta no tener siquiera conocimiento de algún software educativo para el área de matemáticas o geometría.

La encuesta también permite confirmar a los libros como los materiales educativos de mayor uso por el docente, por delante de otros como carteleras o despliegues ilustrativos, y juegos que son usadas con menos frecuencia. Además de esto, el docente indica que los estudiantes tienen poco nivel de motivación por los libros, manifestando un mayor nivel de motivación en el resto de materiales ya mencionados.

En cuanto a las estrategias usadas por el docente para el desarrollo de los temas pensamiento geométrico y espacial, se manifiesta que son actividades con herramientas tales como palillos, plastilina, cartulina etc., presentándose inconvenientes debido a que algunos estudiantes no llevan los materiales necesarios para la actividad.

En términos generales es posible evidenciar que los temas son llevados a cabo de forma tradicional, y a pesar de que los métodos tradicionales se han implementado durante muchos años dando buenos resultados, en la actualidad se cuenta con gran cantidad de nuevas herramientas que ofrece la tecnología y que pueden dotar al salón de clase de mayores beneficios, entre estos beneficios la motivación entra a ser una de las más importantes y que se puede mejorar en los niños con la aplicación de una herramienta software que además utilice RA.

ANEXO I: RESULTADOS GRUPO DE DISCUSIÓN

Fue necesario realizar un estudio más a fondo con los estudiantes para poder contrastar inconstancias que se obtuvieron entre la encuesta aplicada a ellos y la entrevista al docente, donde el docente manifestó percibir poco nivel de interés de los estudiantes en los libros, y los estudiantes por su parte afirmaron lo contrario. Además se hizo necesario confirmar otro resultado de la encuesta a los estudiantes y que resulta poco común, que es el hecho de que la matemática sea la materia preferida del grupo (siendo elegida por el 40% de ellos) por delante de otras materias como informática y arte que fueron menos elegidas, lo cual indica que en general les gusta bastante las matemáticas a pesar de tratarse de niños.

El grupo de discusión fue realizado con el fin de conocer el nivel interés de los niños en los materiales educativos usados en las matemáticas, haciendo énfasis en los libros, así como su agrado e interés hacia las matemáticas.

La disposición de los participantes se realizó en un salón de clase en la institución educativa Cristóbal Colon, los participantes estuvieron sentados en las sillas de forma circular para facilitar la comunicación y visibilidad entre los participantes.

El grupo de discusión se dividió en dos sesiones, la sesión 1 se inició a las 3:00 pm y se finalizó a las 3:03 pm y la sesión 2 se inició a las 3:04 pm y se finalizó a las 3:09 pm.

Conclusión

Mediante la sesión 1 del grupo de discusión realizado, se pudo concluir que los estudiantes de quinto de la institución educativa Cristóbal Colon si tienen interés por las matemáticas, (con lo cual se pudo confirmar los resultados de la pregunta

Nº4 de la encuesta donde el 40% de los estudiantes eligieron como materia preferida a las matemáticas) debido a que de la pregunta “¿A quiénes les gustan las matemáticas, y a quienes no? ¿Por qué?” todos los niños coincidieron en que esta materia si les gusta y no mostraron ningún tipo de duda a hora de responder, ni tampoco mostraron expresiones de desagrado al escuchar la pregunta. En general los estudiantes se justificaron en que las matemáticas les permiten aprender muchas cosas, resolver problemas como multiplicar y dividir, les ayuda a pensar y que les puede servir para su futuro. Por otro lado el grupo de discusión también permitió determinar que los niños no les parece aburrida esta materia, ya que a la pregunta “¿Les parecen aburridas las matemáticas? Ninguno afirmo sentirse aburrido con ella, y tampoco demostraron dudas para responder.

De la sesión 2 del grupo de discusión fue posible concluir que a los niños si les gustan los libros como materiales educativos para su proceso de enseñanza en las matemáticas (lo que permite confirmar los resultados de la pregunta N° 8 de la encuesta donde el 70% de los niños afirmaron sentirse muy interesados con los libros), ya que a la pregunta “¿A quiénes les gustan los libros cómo materiales educativos en las clases de matemáticas, y a quienes no? ¿Por qué?” todos los niños manifestaron que si les gustan sin reflejar dudas, justificando entre algunas de sus respuestas que los libros les permiten aprender más, les ayudan a resolver las operaciones, que si no saben algo, en los libros lo pueden consultar, y les ofrece una respuesta mejor a la de sus propios conceptos. Por otro lado si bien los niños indicaron gusto por materiales educativos como libros, también lo hicieron por otros materiales. A la pregunta “¿Quienes prefieren otros materiales cómo juegos, piezas geométricas, cartelas y despliegues ilustrativos? ¿Quiénes no? ¿Por qué?” todos estuvieron de acuerdo en que estos materiales les gustan, justificándose entre algunas respuestas que “mediante juegos pueden aprender más rico”, y que “con piezas geométricas pueden construir figuras para saber sus vértices, aristas, cuantos lados tiene, sus ángulos, y aprender más sobres estos”.

En general el grupo de discusión permitió resolver las inconsistencias entre la encuesta a los estudiantes con respecto la entrevista al docente, concluyéndose que a los estudiantes si les gustan libros tal como lo manifestaron en la encuesta fue aplicada inicialmente a ellos. Por otro lado también se pudo confirmar que a estos niños también les gustan bastante las matemáticas que fue algo que género mucha sorpresa en los datos arrojados por la encuesta.

ANEXO J: RESULTADO PRUEBA DE USABILIDAD MATHROOM APP DOCENTE



Figura 75. Escala de usabilidad MathRoom App Docente

Se evaluaron algunos aspectos de la aplicación con el fin de medir el esfuerzo requerido para el manejo de ésta, y junto con otras características, como el diseño, navegabilidad, etc. Lograr verificar si la experiencia de usuario introducida en los desarrollo de la aplicación satisface las expectativas del docente.

Se utilizó una escala de Likert:

1. Muy fácil
2. Fácil
3. Regular
4. Difícil
5. Muy difícil

Se puede concluir evidentemente desde los resultados, una solvencia y facilidad en el manejo de la interfaz, dado que todas las respuestas se igualan a 1.

Fue interesante, además conocer la opinión del docente con respecto al reporte de calificaciones de la aplicación, en donde se contempla un registro completo de calificaciones con todos los estudiantes.

El aporte del docente en este caso es una evidencia a la utilidad que tiene poder ver un registro de notas o calificaciones de sus estudiantes. Esto complementa el hecho de que en usabilidad se debe le debe brindar al usuario la información que necesita.

En la siguiente figura se muestra la opinión del cliente

13. ¿En qué le ayuda a usted ver el reporte completo de calificaciones?

Se puede apoyar para tomar decisiones sobre el curso, de los estudiantes como sus conceptos geométricos, reconocimiento de figuras.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Figura 76. Respuesta a Pregunta N° 13 de prueba de usabilidad MathRoom App Docente

De la descripción anterior, el docente infiere a partir de los resultados una toma de decisiones en el curso, basada en los objetivos de aprendizaje que rodeaba la aplicación MathRoom App Estudiante (Ver Objetivos de aprendizaje de los escenarios en la página 54).

ANEXO K: RESULTADO PRUEBA DE USABILIDAD MATHROOM APP ESTUDIANTE

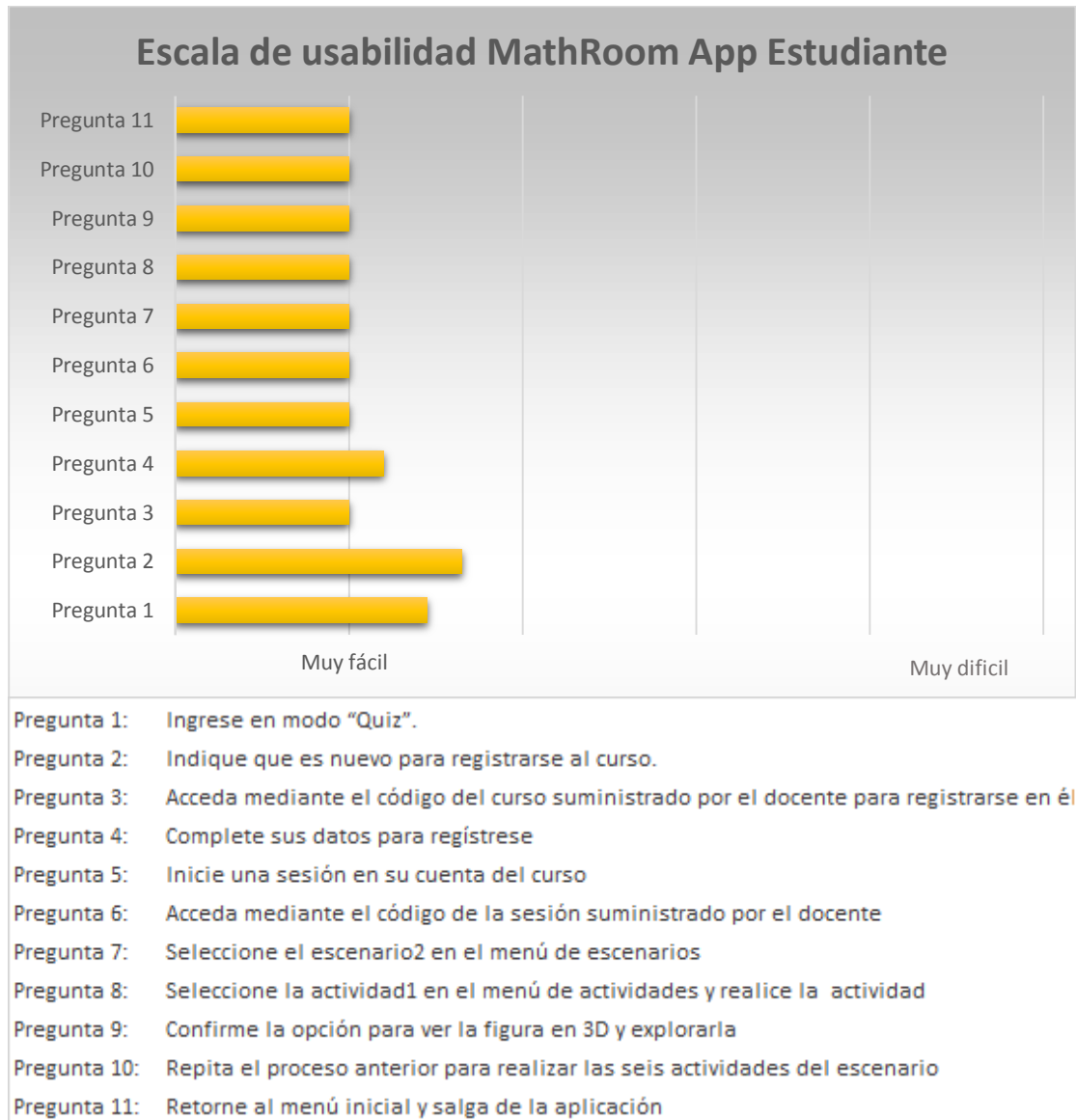


Figura 77. Resultado prueba de usabilidad MathRoom App Estudiante

Se utilizó la misma escala mencionada en el análisis anterior. Los resultados totales responden a las facilidades que presenta la aplicación MathRoom App Estudiante al ser usadas. Todas las variables fueron muy bien evaluadas obteniendo un puntaje de 1 para la mayoría de los casos, es decir, no se presentaron obstáculos en el uso de la aplicación por parte de los estudiantes. Hubo una variación en los puntajes 1.45, 1.65 y 1.2 los cuales no se alejan mucho de los valores esperados en la encuesta.

Se puede concluir a partir de los resultados obtenidos, que el usuario (estudiante) supo dónde dirigirse para hacer sus operaciones, se sentía ubicado y su recorrido en el interior de la aplicación era lógico y ordenado para él.

Este análisis arroja datos esperados dado que si se miran los resultados de la primera encuesta aplicada, se puede observar un gran acercamiento a la tecnología por parte de estos estudiantes. Ver Anexo G: Resultado Encuesta en la página 162.

ANEXO L: RESULTADOS CUESTIONARIO DE MOTIVACIÓN INTRÍNSECA

1. ¿Cuántos años tienes?

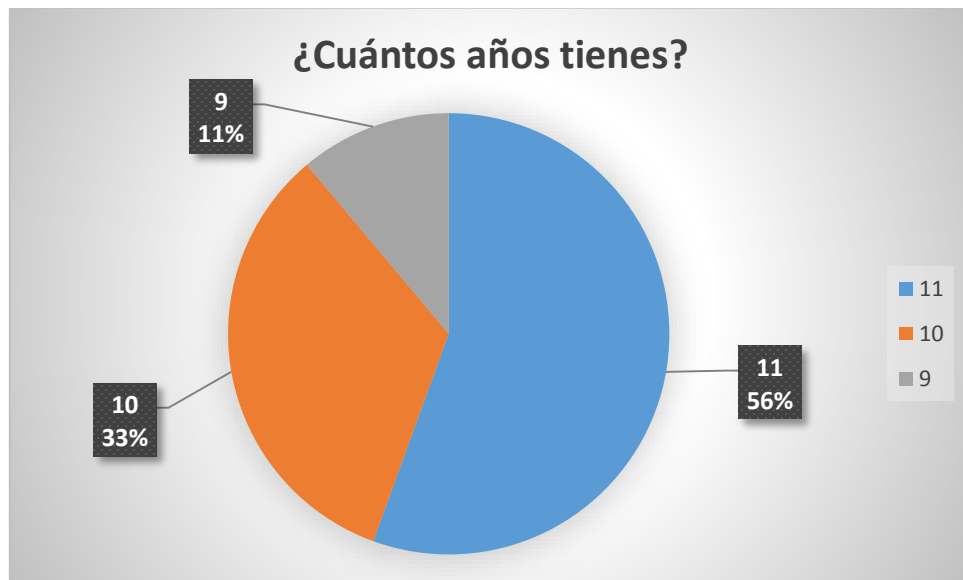


Figura 78. Estadística de edad en los 9 estudiantes encuestados

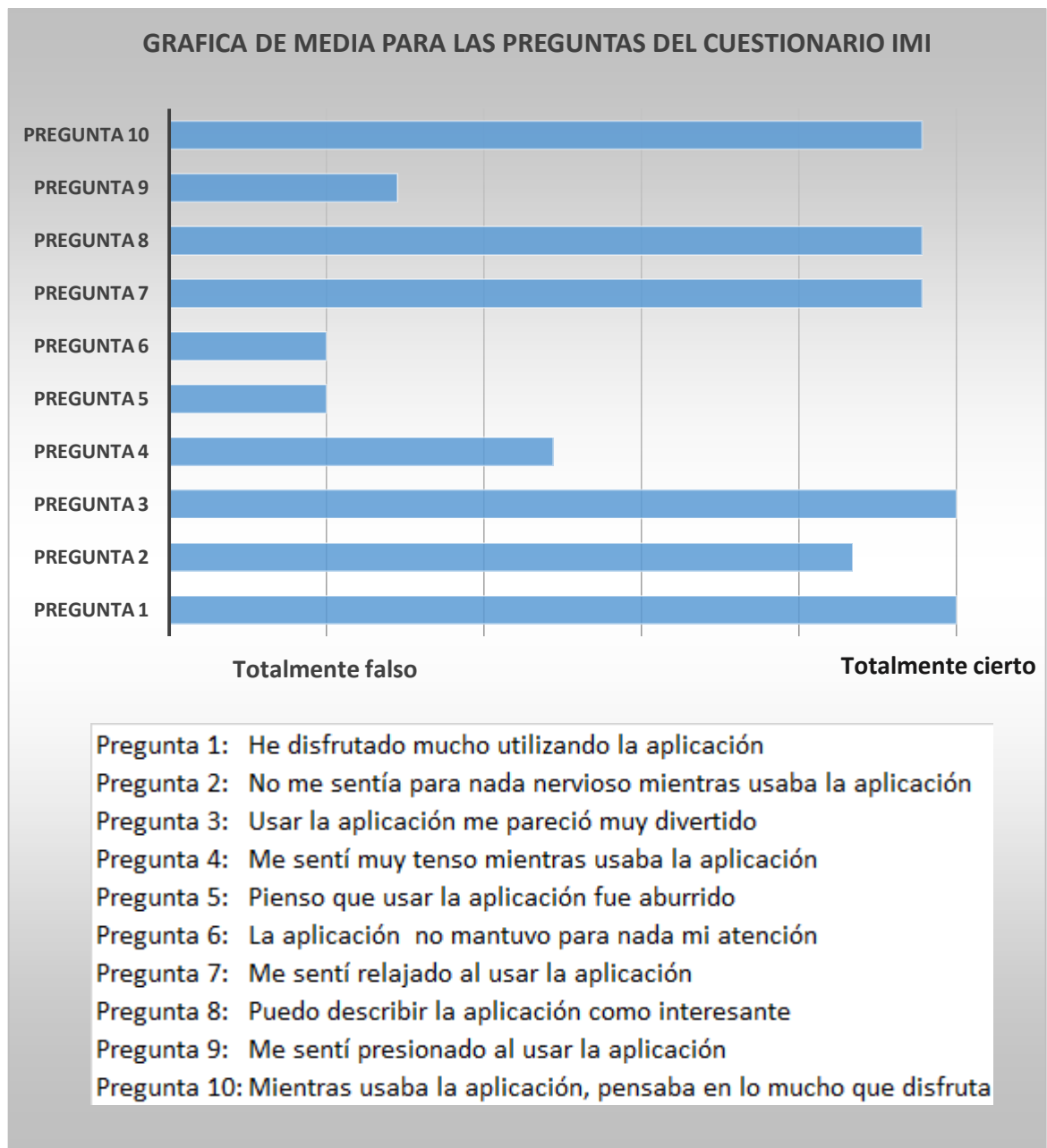


Figura 79. Grafica de media para las preguntas del cuestionario IMI

Se utilizó el Inventario de Motivación Intrínseca (IMI) que es un dispositivo de medición multidimensional que evalúa la experiencia subjetiva de los usuarios en relación con una actividad, este instrumento permite evaluar Interés/Disfrute, la competencia percibida, el esfuerzo, Valor/Utilidad, Presión/Tensión y elección percibida mientras se realiza una actividad (self-determination theory, n.d.).

Del Inventario de Motivación Intrínseca se utilizó la Subescala Interés/Disfrute con el fin de medir el nivel de motivación intrínseca de los estudiantes al hacer uso de la aplicación “MathRoom App estudiante”.

Además también se incluyeron preguntas de la Subescala Presión/Tensión para medir la tensión y presión de los estudiantes mientras usaban la aplicación. Ésta es una Subescala adicional que se correlaciona negativamente con la motivación intrínseca y debido a que el objetivo principal del cuestionario es conocer la motivación intrínseca en los niños, no se incluyeron todas las preguntas de esta Subescala. Específicamente una pregunta no se utilizó en el cuestionario, la cual fue: “Yo estaba ansioso mientras realizaba esta tarea”, y fue eliminada de forma aleatoria para hacer más corto el número de preguntas de esta Subescala la cual en este caso es menos relevante.

Se usó una versión corta del IMI adaptándola a las necesidades de las pruebas, que eran medir la motivación intrínseca en los estudiantes al usar la aplicación.

El cuestionario fue aplicado a una muestra de 9 estudiantes de grado Quinto de la Institución Educativa Cristóbal Colon de Montería, de estos estudiantes 5 (el 56%) tenían 11 años, 3 (el 33%) tenían 10 años y el restante (11%) tenía 9 años.

Cabe mencionar, que el IMI estándar utiliza un total de siete opciones (estados) que son aplicados en una escala de Likert donde 1 significa que el encuestado cree que la afirmación presentada no es nada cierta y 7 que es totalmente cierta. Sin embargo para este caso con el fin de hacer la encuesta más adecuada para los niños, se ha simplificado la escala considerando sólo cinco estados, donde el 1 significa que es totalmente falso y el 5 totalmente cierto.

A continuación se muestran los resultados y el respectivo análisis de los datos obtenidos mediante el cuestionario de motivación intrínseca usado. Estos resultados serán presentados de acuerdo a las preguntas utilizadas en cada Subescala.

Subescala Interés/Disfrute

La tabla muestra los resultados estadísticos de cada estudiante para cada ítem obtenidos mediante el instrumento de medición. Para determinar la puntuación media de la Subescala Interés/Disfrute, se invirtió el resultado de los ítems 3 y 4 al calcular la media debido a que estas preguntas se relacionan negativamente con las variables de medición de la Subescala, es decir el interés y disfrute.

Pregunta	Estudiante									Media (\bar{x})	Puntuación media en Subescala	Desviación estándar (s)	Error estándar SE (\bar{x})
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1. He disfrutado mucho utilizando la aplicación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0
2. Usar la aplicación me pareció muy divertido	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0
3. Pienso que usar la aplicación fue aburrido	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0
4. La aplicación no mantuvo para nada mi atención	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0	0

5. Puedo describir la aplicación como interesante	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4.777	4.777	0.666	0.222
6. Mientras usaba la aplicación, pensaba en lo mucho que disfrutaba	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4.777	4.777	0.666	0.222

Tabla 29. Estadísticas de preguntas Subescala Interés/Disfrute

Considerando que la puntuación total de la Subescala Interés/Disfrute es el promedio de todas las puntuaciones, 4.925 en este caso, es posible deducir que el grado de motivación intrínseca de los niños al usar la aplicación fue muy alto y por ende se sintieron altamente motivados, pareciéndoles muy divertida e interesante la aplicación y habiéndola disfrutado mucho.

Subescala Tensión/Presión

La tabla muestra los resultados estadísticos de cada estudiante para cada ítem obtenidos mediante el instrumento de medición. Para determinar la puntuación media de la Subescala Tensión/Presión, se invirtió el resultado de los ítems 1 y 3 al calcular la media debido a que estas preguntas se relacionan negativamente con las variables de medición de la Subescala, es decir la tensión y presión.

Pregunta	Estudiante									Media (\bar{x})	Puntuación media en Subescala	Desviación estándar (s)	Error estándar ES(\bar{x})
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1. No me sentía para nada nervioso mientras usaba la aplicación	5	5	5	5	5	3	3	3	5	4.333	1.667	1	0.333
2. Me sentí muy tenso mientras usaba la aplicación	3	3	3	1	1	2	3	5	1	2.444	2.444	1.333	0.444
3. Me sentí relajado al usar la aplicación	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4.777	1.223	0.666	0.222
4. Me sentí presionado al usar la aplicación	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1.444	1.444	1.333	0.444

Tabla 30. Estadísticas de preguntas Subescala Tensión/Presión

Considerando que la puntuación total de la Subescala Tensión/Presión es el promedio de todas las puntuaciones, 1.694 en este caso, es posible deducir que los niños se sintieron muy poco presionados y tensos. Teniendo en cuenta que la Subescala Presión/Tensión se correlaciona negativamente (se usa como predictor negativo) a la motivación intrínseca, el análisis de este resultado soporta aún más la afirmación de que los estudiantes tuvieron un alto grado de motivación intrínseca al utilizar la aplicación.

Conclusión

Mediante el cuestionario realizado se pudo determinar que los niños tuvieron un alto nivel de motivación intrínseca al usar la aplicación MathRoom App estudiante, lo cual se sustentó en el hecho de que en la Subescala Interés/Disfrute que mide motivación intrínseca se obtuvo una puntuación total alta de 4.925 (considerando el rango posible de 1 a 5). Por otro lado la Subescala Tensión/Presión que mide presión y tensión tuvo una puntuación total baja de 1.694 y debido a que esta se correlaciona negativamente con la motivación intrínseca, esto permitió reforzar aún más el hecho de que los niños si presentaron un alto nivel de motivación intrínseca con la aplicación.