

APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA COMO ESTRATEGIA
PEDAGÓGICA PARA DESARROLLAR LA CAPACIDAD DE REPRESENTACIÓN E
INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DE FUERZAS EN PLANOS A PARTIR DE
ORGANIZADORES PREVIOS.

Pedro Pablo Centurión Garzón
Jhonatan Leonardo Pardo Martínez

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN ETIAE
BOGOTÁ D.C.

2017

APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA COMO ESTRATEGIA
PEDAGÓGICA PARA DESARROLLAR LA CAPACIDAD DE REPRESENTACIÓN E
INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DE FUERZAS EN PLANOS A PARTIR DE
ORGANIZADORES PREVIOS.

Pedro Pablo Centurión Garzón

Jhonatan Leonardo Pardo Martínez

Trabajo de Grado para optar por el título de Especialista en Tecnologías de la Información
Aplicadas a la Educación

Director

Víctor Julio Quintero Suárez

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN ETIAE
BOGOTÁ D.C.


2017

Derechos de autor

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”. (Artículo 42, parágrafo 2, del Acuerdo 031 del 4 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional).



Este trabajo de grado se encuentra bajo una Licencia Creative Commons de **Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**, por lo que puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Educadores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 4	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado de Especialización.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Aplicación móvil basada en realidad aumentada como estrategia pedagógica para desarrollar la capacidad de representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos a partir de organizadores previos.
Autor(es)	Centurión Garzón, Pedro Pablo; Pardo Martínez Jhonatan Leonardo
Director	Quintero Suárez, Víctor Julio
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 175p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá-Colombia.
Palabras Claves	REALIDAD AUMENTADA, APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, ORGANIZADOR PREVIO, DIAGRAMA DE FUERZAS EN PLANOS.

2. Descripción
<p>El presente trabajo tiene por objeto la incorporación de la Realidad Aumentada como estrategia pedagógica y tecnológica en el proceso educativo de la población estudiantil de una institución educativa en Bogotá, en la cual los estudiantes presentan dificultades con la representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos, temática trabajada en la asignatura de física. En éste, se encuentra especificado el proceso para determinar la incidencia de la aplicación móvil basada en realidad aumentada, a través de la aplicación de pruebas pre-test y pos-test a dos grupos de estudiantes del grado decimo, uno de ellos de control y el otro experimental. Para la incorporación del componente tecnológico planteó el uso de organizadores previos de tipo comparativo según elementos conceptuales del aprendizaje significativo. El análisis de resultados fue determinado haciendo uso de la prueba T student a través del cual se logró determinar el cumplimiento de la hipótesis planteada en el trabajo la cual estaba enfocada a obtener resultados positivos en términos de aprendizaje en el grupo experimental en contraste con el grupo de control.</p>

3. Fuentes

- Ahumada, P. (2001). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo*. Santiago de Chile: Ediciones Universitarias de Valparaiso.
- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Straton.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Ausubel-Novak-Hanesian. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Beer, F. P. (2007). *Mecánica vectorial para ingenieros*. Pensilvania: Mc Graw Hill.
- Bruner, J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Cabezas, S. (23 de Octubre de 2014). *Sergio García Cabezas: la Realidad Aumentada en educación*. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=LphCspxfrGI>
- Castells, M. (2001). *La Sociedad de la Información: La Sociedad Red*. España: Alianza.
- Cobo, E. (2008). Una propuesta para el aprendizaje significativo de los estudiantes de la escuela San José La Salle, de la ciudad de Guayaquil. *Maestria en gerencia educativa*. Universidad Andina Simón Bolívar .
- Cope, B. (2009). *Ubiquitous Learning. An Agenda for Educational Transformation*. Illinois: Digital media, University of Illinois.
- Diaz Barriga, f. &. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- Gómez, G. (2013). El aprendizaje significativo y el desarrollo de capacidades comunicativas de textos narrativos. *Maestro en educación con mención en gestión de la calidad, autoevaluación*. Lima.
- Hoyos, J. (2015). Diseño y aplicación de una propuesta didáctica para favorecer el aprendizaje significativo de las fracciones en los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa José Asunción Silva del municipio de Medellín. . *Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Javier Vargas, I. R. (2008). *Física mecánica: Coneptos básicos y problemas*. Medellín, Colombia: ITM.
- Moreira, M. (1993). *ORGANIZADORES PREVIOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. Obtenido de ORGANIZADORES PREVIOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y práctica*. Buenos Aires.
- Poveda, D. (2014). Activación de juicios de autorregulación de la memoria en un ambiente e-learning para la solución de problemas de plano geográfico y vectores. *Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación*. Bogotá.
- Pozo, J. I. (2009). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Raymond A. Serway, J. W. (2004). *Física I*. California: ITM.
- Samuel, G. P. (2004). *Supervisión Educativa*. Madrid: Sanz y Torres.
- Sardán, E. (2004). *El acompañamiento en Fe y Alegría*. Bogotá: Kimpres.
- Stanley, D. C. (2013). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. España: Amorrortu.
- Stephen Cawood, M. F. (2007). *Augmented Reality: A Practical Guide*. Raleigh, NY: Pragmatic Bookshelf.
- Tulving, E. (1972). *Organization of Memory*. Nueva York: Academic Press.
- Zea, C. (2012). La instauración histórica de la noción de vector como concepto matemático. *Maestría en educación*. Ciudad de Cali.

4. Contenidos

En el primer apartado se encuentra la introducción de lo que se realizó a lo largo del proyecto de grado. Posteriormente se encuentra el problema el cual incluye la pregunta problema y la descripción de las dificultades de los estudiantes del Colegio Antonio Nariño h.h. Corazonistas de la cual nace la pregunta. El tercer apartado presenta los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto.

En el apartado 3 y 4 se encuentran los antecedentes y marco teórico utilizados como referentes, en el apartado sexto se encuentra la metodología utilizada, posteriormente se encuentra la descripción del desarrollo tecnológico que se trabajó en los diferentes software además de una explicación de tallada de estos.

Por último se encuentran los apartados de análisis de resultados obtenidos, las conclusiones que se generaron en el desarrollo del proyecto en relación a los resultados obtenidos y la implementación de la aplicación, terminando con las referencias y anexos.

5. Metodología

El trabajo fue realizado siguiendo los lineamientos de una metodología cuasi experimental con modelo de grupo de control no equivalente, uno de los diseños experimentales más difundidos o empleados en la investigación educacional (Stanley, 2013). Este modelo comprende un grupo experimental y otro de control, los cuales reciben un Pre Test y un Post Test equivalentes, pero no poseen equivalencia pre experimental de muestreo ya que los grupos son formados de manera natural (no al azar), idénticos a como se encontraban previamente al inicio de la investigación o de las pruebas.

La aplicación móvil se realizó haciendo uso de software como Unity, Vuforia y Spss Analytics.

6. Conclusiones

Se afirma que la realidad aumentada como estrategia pedagógica si tiene una fuerte incidencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, debido a que les permite observar e interactuar con elementos conceptuales de una forma diferente y que es significativa para ellos. Ausubel plantea la necesidad de tener una buena disposición para poder generarse un aprendizaje significativo y la realidad aumentada despierta el interés y dicha disposición, al mostrarse primeramente como una estrategia didáctica a la cual no están acostumbrados y por otra parte, como un elemento tecnológico desconocido también para ellos, es decir, una forma de hacer buen uso de los SmartPhones de los cuales disponen.

Por otra parte, en cuanto al componente pedagógico se puede afirmar que el aprendizaje significativo es una herramienta bastante útil que hace del proceso de enseñanza – aprendizaje una experiencia diferente (para la institución en la cual se aplicó) en la cual dicho proceso de aprendizaje no tiende a ser impuesto por los lineamientos propios de la institución, es decir, en la cual los estudiante pueden observar la aprehensión del conocimiento como algo interesante para sus vidas y no como una obligación.

Elaborado por:	Centurión Garzón, Pedro Pablo; Pardo Martinez, Jhonatan Leonardo
Revisado por:	Víctor Julio Quintero Suárez

Fecha de elaboración del Resumen:	18	05	2017
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	8
LISTA DE TABLAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS	12
LISTA DE ANEXOS	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. PROBLEMA.....	19
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL:.....	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	24
4. ANTECEDENTES.....	25
5. MARCO TEÓRICO	34
5.1 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	34
5.1.1 Aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico.....	37
5.1.2 Tipos de aprendizaje significativo.....	39
5.1.3 Aprendizaje de representaciones.....	39
5.1.4 Aprendizaje de conceptos.....	39
5.1.5 Aprendizaje de proposiciones.....	40
5.1.6 Diferenciación progresiva y reconciliación integradora	43
5.1.7 Organizadores previos	43
5.2 REALIDAD AUMENTADA.....	45
5.2.1 Herramientas de desarrollo	47
5.2.2 Realidad Aumentada en la educación	50
5.3 DIAGRAMAS DE FUERZAS.....	51
5.3.1 Fuerzas	51
5.3.2 Magnitudes Físicas.....	53
5.3.3 Vectores	54
5.3.4 Diagramas	55

6.	METODOLOGÍA	57
6.1	Tipo de Investigación.....	57
6.2	Población	58
6.3	Diseño de la Investigación.....	59
6.4	Fases del experimento	63
6.5	Hipótesis.....	63
6.5.1	Hipótesis nula H0	63
6.6	Etapas de la investigación	64
6.7	Instrumentos de recolección de datos.....	69
7.	DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO	74
7.1	Diseño a partir del modelo pedagógico	75
7.2	Diseño técnico de la aplicación móvil	79
7.2.1	Story Board	79
7.2.2	Mapa de Navegación	80
7.2.3	Estructura de navegación	81
7.2.4	Descripción de los ítems de la aplicación	81
7.2.5	Wireframe	89
7.2.6	Fuente Y Tipografía	89
7.2.7	Iconos.....	91
7.2.8	Sonidos.....	91
7.2.9	Scripts.....	92
7.2.10	Herramientas	100
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	103
8.1	Prueba Pre Test.....	103
8.1.1	Pre Test – Asertividad (Mixta)	104
8.1.2	Pre Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Experimental)	105
8.1.3	Pre Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Control).....	106
8.1.4	Pre Test – Resultados Cuantitativos (Mixto)	108
8.2	Prueba Post Test.....	108
8.2.1	Post Test – T Student	112

9	CONCLUSIONES.....	116
10	RECOMENDACIONES.....	119
11	REFERENCIAS.....	120

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: ítems evaluados.....	60
Tabla 2: Metodología aplicada en la intervención.....	61
Tabla 3: Relación variables y metodología.....	62
Tabla 4: Etapas de la investigación.....	69
Tabla 5: Criterios de evaluación prueba Post Test.....	70
Tabla 6: Criterios de evaluación prueba Post Test.....	71
Tabla 7: Variables por pregunta en prueba Pre Test.....	72
Tabla 8: Variables por pregunta en prueba Post Test	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tipos de aprendizaje significativo según Ausubel	36
Gráfico 2: Patente Us # 3050870, Sensorama	47
Gráfico 3: Clases de Magnitudes Físicas	54
Gráfico 4: Izquierda: Diagrama de fuerzas, Derecha: Diagrama de cuerpo libre.....	56
Gráfico 5: Logo de la aplicación diseñada.....	74
Grafico 6: Organizador previo No 1	76
Gráfico 7: Organizador Previo No 2.....	78
Gráfico 8: Diagrama de clase empleando aplicación móvil	78
Gráfico 9: Activities Story Board Aplicación.....	79
Gráfico 10: Mapa de Navegación Aplicación.....	80
Gráfico 11: Imagen definición de vector en A.R. Physics.....	89
Grafico 12: Editor de componentes Unity 3D	90
Grafico 13: Icono A.R. Physics	91
Grafico 14: Menú principal A.R. Physics, icono sonido.	91
Grafico 15: Escenas de la aplicación en Unity 3D	93
Grafico 16:Script Botones C Sharp empleando en Aplicación.....	93
Grafico 17: Asignación Script a función botones en aplicación.....	94
Grafico 18: Script animaciones empleadas en aplicación.....	94
Grafico 19: Asignación Script a función movimiento en aplicación	95
Gráfico 20: Script fader cambio de escenas.....	95
Gráfico 21 : Asignación materiales fader empleado en aplicación.....	96
Gráfico 22: Script para cambios de imágenes, menú dropDownList en aplicación	97

Gráfico 23: Asignación imágenes para cambio	97
Gráfico 24: Script activación y desactivación sonidos empleados en aplicación.....	98
Gráfico 25: Asignación de sonidos en función sonido	99
Gráfico 26: Configuración variables de sonido	99
Gráfico 27: Asignación licencia vuforia en Unity	100
Gráfico 28: Asignación librerías Android y Java en Unity.....	101
Gráfico 29: Marcadores realizados para la aplicación	102
Gráfico 30: Modelos 3D diseñados para la aplicación	102

LISTA DE ANEXOS

12	ANEXOS	122
12.1	Anexo 1: Prueba Pre Test	122
12.2	Anexo 2: Prueba Post Test.....	131
12.3	Anexo 3: Resultados Pre Test	140
12.4	Anexo 4: Resultados Post Test.....	147
12.5	Anexo 5: Marcadores Ejemplos.....	151
12.6	Anexo 6: Guía Ejercicios usando Realidad Aumentada	152
12.7	Anexo 7: Wireframe	158
12.8	Anexo 8: Fotografías de estudiantes participantes de la investigación	174

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos en una sociedad de la información (Castells, 2001) en la cual tenemos al alcance elementos tecnológicos que nos permiten: de un lado, acceder a la información de manera prácticamente inmediata y de otro, servir como herramientas pedagógicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Los jóvenes, quienes también tienen acceso a diferentes dispositivos tecnológicos, se han convertido en grandes consumidores de este mercado tecnológico el cual observan como una herramienta de entretenimiento y comunicación, y no como una herramienta didáctica a través de la cual pueden beneficiarse en su proceso de aprendizaje.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC tienen un potencial reconocido para apoyar el proceso de aprendizaje, el conocimiento, el desarrollo de habilidades y de competencias, la capacidad de resolver problemas, el trabajo en grupo, el aprendizaje activo y autónomo, mejorando la autoestima y la motivación hacia lo que se aprende , razón por la cual se hace necesario incorporarlas en procesos educativos en los cuales no sea solamente una imposición teórica de conceptos sino que además se busque generar un aprendizaje ubicuo (Cope, 2009) , es decir, que pueda darse en cualquier contexto permitiendo que se generen conocimientos aplicables, útiles y en cierto modo perdurables. Claro ejemplo de lo anterior es la realidad aumentada (A.R.), una herramienta que hace uso de la tecnología para mostrar de manera diferente el mundo real logrando cautivar al estudiante para aprender de una forma distinta a la tradicional.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto la incorporación de la Realidad Aumentada como estrategia pedagógica y tecnológica en el proceso educativo de la población estudiantil de una institución educativa en Bogotá, en la cual los estudiantes presentan dificultades con la representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos, temática trabajada en la asignatura de física. Por supuesto, no basta con incorporar una herramienta que busque mejorar enfoques pedagógicos o didácticos en un ambiente de aprendizaje, sino que se hace necesario verificar, evidenciar, corroborar, determinar la incidencia de dicha herramienta en el ambiente en el cual se tiene pensado trabajar, es decir, se trata de probar nuevas estrategias pedagógicas dispuestas en escenarios TIC que potencian el proceso cognitivo de los estudiantes de manera didáctica.

Para lograr éste propósito se desarrolló e implementó una aplicación móvil basada en realidad aumentada, a través de la cual se trabajaron elementos disciplinares relacionados con diagramas de fuerzas en planos, en la asignatura de física. Este trabajo se realizó mediante la implementación de organizadores previos teniendo en cuenta el modelo del aprendizaje significativo propositivo subsumidor (subordinado) planteado por el teórico David P. Ausubel. Dicha implementación pretendía que el aprendizaje de los estudiantes, al hacer uso de una herramienta instaurada en un dispositivo tecnológico, fuese significativo para ellos, útil, aplicable y no de fácil olvido.

Para éste proceso de implementación se tuvo en cuenta una metodología cuasi experimental. Ésta metodología diseñada por Campbell y Stanley (2013) plantea el hecho de mantener grupos intactos en un experimento, es decir, que no se asignan al azar ni se

emparejan, sino que ya existían previos a la realización del experimento. Los diseños cuasi experimentales manejan varios modelos según el tipo de experimento a realizar; particularmente en el caso de ésta investigación se empleó el modelo de grupo de control no equivalente, en el cual uno o varios grupos son intervenidos con la variable a determinar por el investigador y uno o varios grupos no reciben dicha intervención. La intención de la metodología es determinar en términos cuantitativos, elementos de comparación entre los grupos que hicieron parte del experimento.

La implementación de la metodología anteriormente mencionada se realizó tomando dos cursos de décimo grado en una institución educativa, de los cuales uno se tomó como grupo de control y el otro como grupo experimental. El grupo experimental o de prueba, tuvo intervención con la implementación de la aplicación basada en realidad aumentada mientras que el grupo de control no. Así mismo, el grupo experimental fue intervenido haciendo uso de organizadores previos (planteados en el aprendizaje significativo por David P. Ausubel), en contraste con el grupo de control que se mantuvo con su enfoque educativo tradicional.

Los resultados recogidos en el experimento se analizaron empleando pruebas T las cuales son útiles para grupos paramétricamente similares. En el caso de la investigación planteada en el presente documento, es útil dada la conformación de los grupos de control y experimental, y la naturalidad de los mismos. Dichos resultados basados en una media variacional de medidas discretas (específicas enteras), permitió determinar con base en las pruebas realizadas, en cual grupo se obtuvo mejores resultados en términos del aprendizaje referente a la interpretación y representación de fuerzas en planos, y de esta manera determinar

la correspondiente incidencia de la realidad aumentada como estrategia pedagógica haciendo uso de organizadores previos.

Con la realización de la presente investigación se pretende haber generado un aporte educativo haciendo uso de las TIC y de los planteamientos pedagógicos del aprendizaje significativo, como elementos esenciales en el proceso de enseñanza – aprendizaje, al menos en la institución en la cual se realizó la intervención.

2. PROBLEMA

Los estudiantes del grado décimo del colegio Antonio Nariño H.H. Corazonistas presentan dificultades en la manera cómo se descomponen las fuerzas en un sistema físico, su representación gráfica y la razón por la cual se realiza éste proceso; ellos manifiestan no encontrar utilidad o alguna forma de relacionar esto con su entorno, razón por la cual no saben cómo se realiza dicha representación. Por lo anterior, se limitan a intentar resolver los problemas de manera mecánica (repetitiva) generando como consecuencia que el conocimiento de la física se torne complejo, difícil de interpretar, de contrastar con sistemas reales donde estos conceptos se presenten, específicamente en el tema de fuerzas en planos.

La física es una de las áreas más temidas por algunos estudiantes debido a que no encuentran sentido ni aplicabilidad inmediata de los conceptos propuestos en la asignatura, razón por la cual se desmotivan y se muestran poco dispuestos a aprenderla. La falta de sentido genera que el estudiante no ubique los nuevos conceptos en su entorno, no perciba cómo estos lo afectan y en consecuencia, se remite a reproducir mecánicamente procesos y conceptos teóricos.

El proceso de reproducir mecánicamente los contenidos ocasiona que el estudiante organice los conceptos de forma arbitraria y sin relación alguna con el contexto, es decir, no encuentra una relación entre lo que él ya conoce (conceptos previos) y los nuevos conceptos que se le presentan. En otros términos, su aprendizaje no es significativo (Ausubel, 2002) razón por la cual puedan tender a olvidarlos fácilmente.

El aprendizaje significativo no solo depende de una conexión entre los conceptos previos

y los nuevos conceptos, puesto que esto también lo hace el aprendizaje mecánico, sino que además debe ser significativo para el estudiante, es decir, que encuentre relación formal con los nuevos conocimientos relacionando los elementos de anclaje con los conceptos previos, y no de manera aleatoria y arbitraria en su estructura cognitiva. Ahora bien, cuando un estudiante se encuentra frente a problemas planteados en relación a fuerzas en planos, su proceso se vuelve repetitivo debido a que se basa en aplicación de las fórmulas que les han sido dadas para su solución, lo cual no está mal, pero no se logra que el estudiante se apropie del concepto ya que no compara ni refuerza eso que ya conoce con lo nuevo que está aprendiendo. La intención es que en la aparición de nuevos conceptos relacionados con fuerzas y que denoten un mayor nivel de dificultad, como la pertinente aplicación de las leyes de Newton, los estudiantes logren unir las temáticas ya vistas anteriormente con las nuevas, haciendo así, que los conceptos formen estructuras cognitivas sólidas con un conocimiento formal y bien estructurado.

Bruner, impulsor de la Psicología Cognitiva, plantea que el aprendiz realiza un proceso en el cual por medio de la experimentación y con base en sus necesidades, sus expectativas y sus valores, decodifica su entorno permitiendo que sea más fácil la interpretación de los datos externos. Este proceso se lleva a cabo en tres fases que permiten procesar la información.

En la primera “Eneactivo”, el aprendiz tiene una acción a la cual reacciona de forma inmediata; en la segunda, “Icono”, utiliza imágenes y esquemas espaciales para representar su entorno y, en la última fase, “Simbólica”, representa objetos, acontecimientos y conceptos de manera formal utilizando símbolos (Bruner, 1988).

En física cuando se trabaja con fuerzas, se parte de conceptos básicos que deben conocer los estudiantes tales como magnitudes, ángulos, dirección, vectores, álgebra, entre otros, sin embargo, cuando el estudiante adquiere estos conceptos por un aprendizaje mecánico o memorístico, presenta dificultad al relacionarlos con los nuevos conceptos de fuerza razón por la cual no pueden situarlos ni contrastarlos con aplicaciones reales en su entorno.

El interés de un estudiante es fundamental en su proceso de desarrollo tanto académico como en valores, lo cual se va viendo a medida que va creciendo. En este proceso de desarrollo los conceptos que más son usados son aquellos que son significativos para ellos; esto se da ya que en la medida que aprende nuevos conceptos y los asocia con los que ya conoce, no los reemplaza en su estructura cognitiva sino que los renueva y los fortalece, haciéndolos perdurables (Ausubel, 2002). En física se busca esta metodología, es decir, que el estudiante utilice lo que ya conoce y es claro para él, en la aprehensión de nuevos conceptos.

Por otra parte, los estudiantes han reaccionado positivamente a los avances tecnológicos que se van presentado, caso como el de los dispositivos tecnológicos (Smartphone, Tablet, Pc, etc...) los cuales les ofrecen un mundo de posibilidades al alcance de sus manos; sin embargo, la utilidad que les dan es mínima, dejando abierta la posibilidad de explotar la capacidad de estos elementos al máximo. En educación, el buen manejo y uso de la tecnología es uno de los objetivos a cumplir, por lo tanto y como lo propone Ausubel, para que un aprendizaje sea significativo, el aprendiz debe estar dispuesto a aprender, y la tecnología permite cautivar su aprendizaje a través de los elementos o herramientas con las cuales están más familiarizados y llaman su atención. Estos artefactos tecnológicos tienen diversidad de modos de uso,

aplicaciones y capacidades, proporcionando nuevas opciones de observar el mundo; un buen ejemplo de éstas es la R.A., Realidad Aumentada (A.R. Augmented Reality).

La Realidad Aumentada o A.R. es un entorno gráfico en el cual se mezclan elementos de la vida real con elementos virtuales. Los estudiantes o jóvenes de hoy están al tanto de ésta vanguardia tecnológica (en términos comerciales) lo cual podría ser una manera de captar el interés de ellos y por ende, lograr que su aprendizaje sea significativo y a su vez, contextualizado.

Ahora bien, si al estudiante que presenta dificultades en la interpretación de problemas relacionados con fuerzas en física se le presenta una herramienta con la cual puede observar gráficamente la intervención de las fuerzas en un cuerpo (ejercicio planteado), creará interés en el uso de una herramienta tecnológica que es de su agrado y de esta manera su inmersión en áreas del conocimiento de las cuales creía no había aplicabilidad podrá darse, haciendo de ésta manera que su aprendizaje sea significativo y, al observar gráficamente lo propuesto en cada ejercicio, logrará hacerlo también, situado.

Con base en todo lo anterior, el problema es que los estudiantes no pueden evidenciar los conceptos físicos: descomposición de fuerzas en planos, debido a que son conceptos de difícil comprensión ya que no son representables de manera concreta en su contexto real, si no que su representación deriva en modelos de pensamiento abstracto, esquemas simbólicos y gráficos; se suma a esta situación la carencia de recursos didácticos adecuados para esta enseñanza, si bien existen ambientes digitales tanto online como aplicativos que permiten generar dicha

descomposición de fuerzas y comportamientos de sistemas físicos, son de carácter bidimensional y su diferencia con el uso del tablero resulta no significativo. Dado el amplio uso de la realidad aumentada se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es la incidencia de la Realidad Aumentada como estrategia pedagógica para desarrollar la capacidad de representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos a partir de organizadores previos?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la incidencia de la Realidad Aumentada como estrategia pedagógica para desarrollar la capacidad de representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos a partir de organizadores previos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseñar una aplicación de Realidad Aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, enfocada a los conceptos físicos de fuerzas en planos.
- Comparar los resultados en términos de aprendizaje, entre dos grupos de estudiantes: uno que interactúa con Realidad Aumentada a partir de organizadores previos y a través de un aplicativo móvil, y otro que trabaja en un ambiente de aprendizaje tradicional.

4. ANTECEDENTES

En el campo educativo se han realizado diversas investigaciones en pro de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes utilizando variadas tecnologías con las cuales ellos sienten afinidad. Cada investigación fundamenta su arquetipo tecnológico con base en planteamientos pedagógicos que guían dicho proceso de aprendizaje en un área delimitada en el interés del investigador; ya sea desde un enfoque tecnológico, un enfoque pedagógico o un enfoque disciplinar, éstas investigaciones suscitan un punto de partida o guía para el desarrollo de cualquier investigación, razón por la cual, es de utilidad mencionar algunos de sus desarrollos.

4.1 Aprendizaje Significativo

Cobo, (2008) Realiza una investigación cuyo propósito es determinar la razón por la cual a los estudiantes de la escuela San José la Salle no logran hacer significativo su aprendizaje, razón por la cual se genera deserción escolar. Como solución se planteó trabajar la teoría de asimilación para generar conciencia en los docentes en torno a dicha problemática.

El investigador plantea en su trabajo la importancia de hacer significativo el aprendizaje de los estudiantes haciendo uso de la teoría de asimilación. Con éste planteamiento se buscaba que los docentes mejoraran sus estrategias de enseñanza – aprendizaje a través de espacios de capacitación y del seguimiento y control del proceso de enseñanza impartido por ellos. Dentro del desarrollo de la investigación se logró evidenciar que los docentes (en su gran mayoría) conocían la teoría pero al no haber un seguimiento interno desde la institución, no era aplicada en clase.

Como resultado se obtuvo que al inculcar en los docentes la necesidad de implementar la teoría de la asimilación para generar en los estudiantes un aprendizaje significativo, los índices de deserción estudiantil disminuyeron.

En el trabajo de (Hoyos, 2015) titulado: Diseño y aplicación de una propuesta didáctica para favorecer el aprendizaje significativo de las fracciones en los estudiantes del grado cuarto, se buscó generar un proyecto de aula que facilitara a los estudiantes el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con fracciones.

Los resultados obtenidos mostraron que el aprendizaje significativo como estrategia pedagógica mejora los resultados conceptuales de los estudiantes, permitiendo además una vinculación a los aspectos de su vida diaria e incluso en la solución de problemas relacionados fracciones.

En la investigación realizada por (Gómez, 2013) presentada a la Universidad de San Martín de Porres para optar por el título de maestro en educación con mención en gestión de la calidad, autoevaluación y acreditación, se presenta la relación existente entre el aprendizaje significativo y el desarrollo de capacidades comunicativas.

Este trabajo tiene como finalidad determinar la incidencia que tiene la aplicación del aprendizaje significativo en el mejoramiento de capacidades comunicativas como lo son: expresión comunicativa en textos, la comprensión de los mismos y por último el pensamiento

crítico. Para el desarrollo de esta investigación, el autor empleó una metodología de diseño no experimental en la cual realizó la medición de las variables que intervinieron en el aprendizaje significativo.

Para la toma de datos realizó una prueba pre-test y una pos-test por medio de la solución de cuestionarios en los cuales se midieron los conceptos previos del estudiante y los conceptos posteriores a la intervención. El resultado obtenido concluyó que el aprendizaje significativo tiene incidencia positiva en las habilidades comunicativas en los niños del tercer grado, mejorando específicamente elementos de expresión comunicativa, comprensión comunicativa y pensamiento crítico.

4.2 Realidad Aumentada

APA Shayegan Omidshafiei, et.al (2005) realizaron investigación en el Massachusetts Institute Of Technology (MIT) denominada MAR-CPS en la cual se buscaba desarrollar un sistema físico-virtual basado en realidad aumentada y sistemas de control para la inteligencia artificial de vehículos espaciales. El marco disciplinar de ésta investigación estaba enfocado a los conceptos de física vectorial, sistemas de control, realidad aumentada, sistemas de monitoreo y diseño de software empleados para el desarrollo de la misma. El trabajo permite recrear un ambiente interior para las pruebas y la depuración de los vehículos autónomos, llamada Realidad Aumentada de medición para la creación de prototipos físicos Cyber-Systems (MAR-CPS). (Shayegan, Agha-mohammadi, Chen, N. Kelman Ure, & How, (2005))

Este trabajo combina un sistema de captura de movimiento, proyectores de tierra,

plataformas de vehículos autónomos, y las comunicaciones de red para permitir a los investigadores obtener una comprensión de bajo nivel de la actuación de la percepción, la planificación, y algoritmos en tiempo real de aprendizaje. El trabajo amplía las capacidades previas de banco de pruebas CUERVO del MIT para permitir la visualización de la información, permitir la percepción de entornos simulados y servir como herramienta de enseñanza para los espectadores.

Varios experimentos se han realizado utilizando MAR-CPS, incluyendo manejo de incendios forestales, la planificación de los sistemas multi-agente a gran escala, planificación de movimientos en condiciones autónomas y la visualización de los enlaces de comunicación entre vehículos.

El planteamiento de enseñanza radica en permitir a personas externas al MIT conocer el desarrollo de sistemas de realidad aumentada “in situ”, es decir, una visualización en tiempo real de acontecimientos que pueden estar ocurriendo en cualquier lugar y la respectiva acción ante estos. El resultado de ésta investigación y de manera temporal, es exitoso. Se dice temporal ya que el MIT sigue desarrollando este proyecto a modo de actualización permanente.

Por otra parte, (Sánchez & Ramírez, 2014) presentaron la propuesta Realidad Aumentada: diseño e implementación de una herramienta de corte constructivista para el aprendizaje de conceptos de física, buscando optar por el título de Magister en matemática educativa y docencia. Este trabajo tenía por objeto, el diseño e implementación de una estrategia de enseñanza no tradicional que, pretendía inducir al estudiante a observar, analizar, opinar,

formular hipótesis, buscar soluciones y descubrir el conocimiento por sí mismo, es decir, basados en aprendizaje autónomo. En términos particulares, propiciar en los estudiantes el entendimiento de conceptos relacionados con proyectiles en dos dimensiones, para la materia de Física (Dinámica) impartida en la Universidad.

La implementación de la estrategia se llevó a cabo a través de dos herramientas didácticas fundamentales interrelacionadas: la herramienta tecnológica “realidad aumentada” (R.A.) y prácticas de laboratorio, donde la parte práctica hacía referencia a la creación de conceptos autónomos de aplicación de la realidad aumentada.

En esta investigación se implementó el modelo de desarrollo de software incremental e iterativo en el cual se encuentra la escalabilidad, facilidad de mantenimiento y reutilización; esto permite que la herramienta creada pueda ser modificada acorde a las necesidades de quien lo considere. En cuanto al análisis de resultados emplearon estadística básica (media, moda, mediana, desviación estándar) para comparar los resultados previos y posteriores a la implementación de la aplicación. Como la investigación tenía un enfoque pedagógico, los resultados obtenidos apuntaron a la necesidad de verificar en nivel de aprendizaje de conceptos físicos (lanzamiento de proyectiles en dos dimensiones), resultados positivos en general, ya que el grupo que trabajó con el software obtuvo mejores resultados en términos del aprendizaje de los conceptos planteado por los investigadores.

Buitrago, (2015) publicó su artículo científico con énfasis educativo titulado: Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas, en la

revista de la Universidad de la Sabana en Bogotá, Colombia. La publicación buscaba analizar el estilo cognitivo en la dimensión dependencia-independencia de campo; este consiste en hallar la diferenciación en una muestra poblacional, y como los miembros de esta se pueden ajustar a una dependencia o independencia a un estímulo específico, en este caso las matemáticas, usando como punto de partida las pruebas propuestas por Witkin y Asch, dentro de estas pruebas se destaca una en la cual se buscaba hallar el concepto de verticalidad que tenían los estudiantes de la muestra poblacional a través de la implementación de un AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje) basado en realidad aumentada.

Para su investigación, tomó el enfoque cuasi-experimental centrado en dos grupos de estudio, uno experimental y el otro de control con pre-test y pos-test no equiparables. Se utilizaron dos AVA, uno utilizando AR y la otra sin la utilización de esta, los cuales fueron implementados con 83 de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial pertenecientes a la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) de Bogotá.

Los resultados del proceso cognitivo del cálculo vectorial basado en realidad aumentada, fue significativo para el grupo experimental. Como resultado del análisis se implementaron ambientes virtuales y de tecnologías para contribuir a los procesos de enseñanza-aprendizaje en otros campos disciplinares.

4.3 Vectores y fuerzas

Barniol & Zabala, (2016) en su trabajo para el Instituto de Monterrey desarrollaron una serie de materiales de instrucción para el aprendizaje de producto punto vectorial (física), el cual

llamaron “Hoja de tutorial”; a través de éstos, buscaban facilitar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Inicialmente realizaron un análisis previo en el cual observaron que los estudiantes poseían dificultades para la comprensión de ésta temática particular. Se empleó una metodología Cuasi-experimental en la cual tomaron dos grupos de estudiantes, uno llamado de control y el otro de experimentación o experimental. El proceso que se llevó a cabo en la metodología varía en los textos utilizados por los estudiantes ya que a cada uno de los grupos les fueron asignados textos con variaciones en la metodología y temática. El primero conservo el texto original, con el cual se hicieron los estudios y se determinó el déficit de los estudiantes mientras que el otro texto contenía las modificaciones planteadas para la investigación incluyendo la opción de los tutoriales en física.

Para el análisis de los resultados, tomaron estudiantes al azar y realizaron pruebas cognitivas con base en los conceptos que buscaban fuesen comprendidos. Los autores, plantean una mejora significativa en el desarrollo de la investigación, la cual actualmente busca ser replicada en otras áreas disciplinares afines, ya que los resultados obtenidos fueron satisfactorios; los estudiantes del grupo experimental mejoraron con relación a los estudiantes del grupo de control.

En el trabajo de maestría realizado por (Poveda, 2014) realizado en la Universidad Pedagógica Nacional para optar el título de magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, se compara la eficiencia que tiene la implementación de ambientes E-learning en la solución de problemas de vectores y plano geográfico, haciendo uso de la activación de juicios

auto reguladores de la memoria. En el desarrollo de la investigación se crearon dos grupos: uno experimental y uno de control.

Se planteó como objetivo determinar la diferencia en términos de aprendizaje entre los estudiantes que fueron intervenidos a través de la activación de juicios de autorregulación y los que no fueron intervenidos. Posterior a ello se observó la incidencia generada por dicha activación en los resultados cuantitativos de aprendizaje relacionados con conceptos vectoriales haciendo uso de ambientes E-learning para la solución de problemas propuestos en el área de física y su aplicación a un plano gráfico.

También se planteó la dificultad que tienen los estudiantes que cursan el grado octavo en torno a los conceptos relacionados con problemas de planos geográficos y vectores teniendo en cuenta la motivación generada al enfrentarse a este tipo de problemas. Los estudiantes mostraron un bajo desempeño académico que se refleja en los resultados de las pruebas que les fueron aplicadas, lo cual denota la falta de habilidades para interpretar por si solos la aplicación de la temática mencionada.

En cuanto a sus resultados se muestra una respuesta positiva evidenciada en los resultados medibles, interpretación e implementación de las temáticas propuestas a mejorar. Los resultados mostraron que los estudiantes del grupo experimental lograron mejorar en sus estrategias de auto aprendizaje, conocimiento de sí mismo y el manejo de las emociones, en comparación con los estudiantes pertenecientes al grupo de control.

En el trabajo de (Zea, 2012) se presenta por medio de una investigación los aspectos más importantes de los vectores. Su trabajo se centra en tres componentes fundamentales magnitud, número y dirección. Se desarrolla el proceso histórico que ha tenido el uso de los vectores en las diferentes disciplinas y como ha sido su implementación y asociación entre estas. Se inició planteando el análisis vectorial desde sus componentes epistemológicos de la noción, seguido del proceso de representación y de las teorías. Después se mostró la relación con las diferentes magnitudes vectoriales como la fuerza y velocidad, entre otras.

Este trabajo tenía por objeto realizar una investigación detallada del proceso de construcción del concepto de vector, mostrando ejemplos, explicaciones y los representantes más importantes que contribuyeron en la elaboración del concepto. El investigador trabajó con los teniendo en cuenta la representación gráfica del mismo. Llevado de la mano de la vinculación a diferentes fenómenos de la vida cotidiana, se muestra como el concepto fácilmente puede ser enlazado a la construcción de conceptos como por ejemplo la velocidad. Como resultado se obtiene una investigación que clarifica lo más trascendental, en la interpretación de situaciones de la vida cotidiana por medio de un gráfico, un proceso complejo o una demostración.

5. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se muestran los diferentes elementos teóricos que se consideran necesarios en el desarrollo de la investigación. Cabe resaltar que no hace referencia únicamente a lineamientos relacionados con los contenidos disciplinares, sino a las categorías conceptuales que hacen parte de la pregunta de investigación y que se relacionan con lo pedagógico, lo técnico y lo disciplinar.

5.1 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

El aprendizaje significativo “*es el producto significativo de un proceso psicológico cognitivo que supone la interacción de unas ideas lógicamente significativas, unas ideas de fondo pertinentes en la estructura cognitiva de la persona concreta que aprende y la actitud mental de esta persona en relación con el aprendizaje significativo o la adquisición y la retención de conocimientos.*” (Ausubel, 2002, p.9) es decir, un proceso de aprendizaje activo, integrador e interactivo entre las ideas previas que posee una persona y la relación cognitiva de éstas con nuevas ideas.

El aprendizaje significativo supone la adquisición de nuevos significados a partir del material presentado, entendiéndose *significado* como un conocimiento bien estructurado en la mente de quien aprende o conoce. Ahora bien, para que la adquisición de nueva información con base en dicho material sea significativo, se hace necesario tener en cuenta los conceptos previos que posee el estudiante o *ideas de anclaje*. Estas ideas refieren a la información que ya posee el estudiante y que es parte de su marco conceptual y cognitivo.

Para que las ideas de anclaje funcionen como anclaje, se hace necesario que dicho conocimiento sea significativo para el estudiante, es decir, que sea útil y de interés para que logren relacionarse con la nueva información que se desea o se pretende adquirir, y a su vez, pertinentes con el material que es presentado para realizar dicha relación. Con base en lo anterior, para que exista o logre generarse un aprendizaje que sea significativo, se hace necesario que el estudiante presente buena disposición hacia la información que hará parte de su aprendizaje ya que de no ser así, no habrá pertinencia entre los conceptos nuevos y los previos y de esa manera no generar una relación entre dichos conceptos, aunque de generarse, no sería significativa.

Pozo, (2009) considera la teoría del aprendizaje significativo como una teoría cognitiva de reestructuración; para él, se trata de una teoría constructivista, ya que es el propio individuo quien genera y construye su aprendizaje. (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983) por su parte, plantean este proceso de reestructuración como una asimilación en la cual una nueva información o concepto son integrados en una estructura cognitiva más general, de modo que hay una continuidad entre ellas y la una sirve como expansión de la otra, es decir, con base en lo que ya se posee se construye lo nuevo, pero sin olvidar lo viejo, por el contrario, fortaleciéndolo con lo nuevo para formar un concepto sólido y estructurado como elemento formal de éste proceso cognitivo.

Cabe resaltar que el aprendizaje es ubicuo (Cope, 2009), es decir, puede generarse en cualquier situación sin importar el espacio – tiempo en el cual se encuentre. (Ausubel,

1963) también plantea lo mismo, y es que el aprendizaje se puede generar a través de un televisor, en un periódico o solamente a través de los sentidos en circunstancias particulares, es decir, no es necesario estar en un aula de clase y depender de clases magistrales para aprender. En este orden de ideas se tiene en cuenta que Ausubel plantea un conocimiento formal haciendo uso de la memoria semántica del estudiante (Tulving, 1972), en otros términos, el almacenamiento del significado de la información sin tener en cuenta a modo global su procedencia. Se hace necesario que el aprendizaje se genere en un ambiente dado para este fin, un ambiente donde la información que se desea transmitir a modo de generar conocimiento sea organizada y estructurada, como en una escuela, universidad o cualquier institución cuya finalidad sea en pro de la educación y por supuesto, una absoluta disposición del estudiante a acceder y aprender sobre dicha información.

A continuación se muestra un mapa mental en la cual se observan los diferentes tipos de aprendizaje planteados por Ausubel:

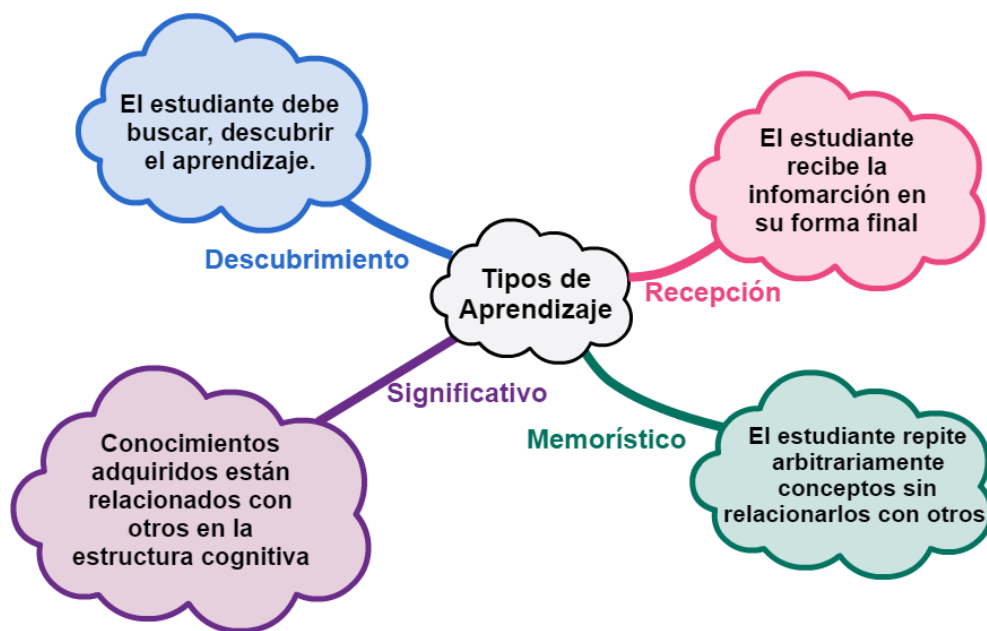


Gráfico 1: Tipos de aprendizaje significativo según Ausubel

Con base al grafico anterior se puede plantear que en la educación se pueden presentar diferentes estrategias de enseñanza – aprendizaje, como cuando la intención del docente es dar todo el material al estudiante en su forma final, es decir, ya como elemento definitivo o como verdad absoluta en la cual la parte lógica a emplear es mínima (Recepción); es discutible la pertinencia de permitir que el estudiante descubra todo el conocimiento por su cuenta, es decir, que el solo sea el ente activo de su aprendizaje ya que de una u otra manera el rol docente debe estar presente. Ahora bien, que el estudiante repita indefinidamente una serie de elementos conceptuales hasta recordarlos casi que al instante en su memoria, es una opción en el sistema educativo actual no está bien visto pero aun así en ocasiones se emplea. Con base a lo anterior, el aprendizaje significativo es una buena opción que puede reunir a las demás ya que el docente da herramientas (no definitivas) las cuales el estudiante se apropia haciéndolas significativas para el mismo. Cabe aclarar y resaltar que lo mencionado anteriormente no es una crítica ni una diferenciación selectiva de los tipos de aprendizaje buscando la mejor opción ya que no la hay. Simplemente es la muestra de posibles tipos de aprendizaje a emplear en el aula de clase, todos igualmente válidos y útiles según la estrategia de enseñanza – aprendizaje que se emplee, la población y los lineamientos que haya que seguir.

5.1.1 Aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico

Ausubel, (2002) plantea que un aprendizaje es significativo cuando los contenidos o la información nueva son relacionados de manera no arbitraria (no memorista ni al pie de la letra o textual) con lo que el estudiante ya sabe, es decir, con los conceptos previos que ya posee. Una

relación no arbitraria hace referencia a la relación entre dichas ideas previas específicamente relevantes o importantes de la estructura cognitiva del estudiante ya significativos, es decir, formalmente estructurados y las nuevas. En la educación actual, se hace necesario tener en cuenta lo que el estudiante conoce, no netamente teórico o memorístico, sino como conceptos estructurados y con base en éstos, generar las estrategias pertinentes para fortalecer dicho conocimiento a través de nuevos conceptos, generando una conexión relevante entre conceptos. Dichos conceptos previos que son relevantes son denominados por Ausubel elementos subsunsores y permiten también generar una diferenciación lógica y clara entre los elementos de anclaje con la información nueva.

Por otra parte, el aprendizaje mecánico, contrariamente al aprendizaje significativo, se produce cuando no existen subsunsores adecuados, es decir, la nueva información se almacena de manera aleatoria o arbitraria en la mente del estudiante, sin generar interacción alguna con los conceptos previos, como por ejemplo y para el caso específico de la presente investigación, la memorización de fórmulas de fuerza sin generar relación alguna con conceptos de fuerzas y su aplicación en un contexto real. Cabe resaltar que esto no quiere decir que la información adquirida y retenida no haga parte de la estructura cognitiva del estudiante, por el contrario, esa información se asocia mas no se relaciona con la información que ya posee.

Se reitera que debe haber disposición del estudiante para que aprenda significativamente, pero también que el material empleado por el docente que busca generar éste aprendizaje, sea también potencialmente significativo, es decir, que permita la relación lógica entre los subsunsores y las ideas nuevas; dicho material además, debe permitir el anclaje entre ambos. Con

esto subyace el hecho que un material no es potencialmente significativo para una población general de estudiantes debido a las diferentes condiciones individuales que posee, pero si puede ser significativo si su diseño en modo general permite la relación planteada anteriormente.

5.1.2 Tipos de aprendizaje significativo

Antes de mencionar los tipos de aprendizaje significativo es bueno aclarar que el aprendizaje significativo no es solamente la conexión entre ideas previas con nuevas; esto también hace parte del aprendizaje mecánico. Para que el aprendizaje sea significativo debe tener elementos lógicos, de cuestionamiento, de duda, de curiosidad, para que dicha relación sea significativa, es decir, necesita enteramente de la capacidad cognitiva del estudiante, capacidad que puede ser empleada si el estudiante posee una disposición adecuada. (Ausubel, 2002).

5.1.3 Aprendizaje de representaciones

Es el tipo de aprendizaje en el cual se atribuyen significados de símbolos (palabras) en relación a sus referentes objetos, eventos o situaciones particulares. Este aprendizaje no es una asociación arbitraria ya que el estudiante debe realizar una relación no arbitraria entre la palabra y el símbolo y un equivalente representacional con los elementos cognitivos de los cuales dispone. Por otra parte, es el más elemental de los aprendizajes significativos ya que de éste se derivan los demás.

5.1.4 Aprendizaje de conceptos

Los conceptos son objetos, situaciones o eventos particulares que se pueden designar mediante símbolos o signos específicos, es decir, se hace necesario un aprendizaje

representacional previo para que se genere un aprendizaje de conceptos. Para dicha adquisición se hace necesaria una formación de dichos conceptos la cual se da a través de la experiencia directa y, por otra parte, una asimilación de los mismos en la medida que se amplía el vocabulario o la estructura cognitiva en la cual se analizan y se comprenden las diferentes características de cada concepto, pudiendo así diferenciarlo de otros conceptos o generando similitudes entre estos. (Ausubel, 2002).

El aprendizaje de conceptos plantea aprender los atributos de categorización de cada uno para poder distinguirlo e identificarlo. Es significativo en la medida que se hace necesario poseer la representación mental de dicho concepto en la estructura cognitiva para de esta manera poder relacionarlo.

5.1.5 Aprendizaje de proposiciones

En este aprendizaje se prevé que ya se posee elementos representacionales y conceptuales formales en su estructura cognitiva, ya que no implica simplemente la representación de palabras o símbolos, sino el significado de las ideas expresadas en proposiciones, en la conjunta o combinación de diferentes conceptos. Esta combinación debe poseer la relación de varias palabras o conceptos donde cada una tiene un significado propio, pero no se observa cada una por separado sino cada una como parte de un todo en la cual el sentido lógico lo da ese todo. El resultado será un nuevo conocimiento o concepto que suma los significados de cada concepto individual, una proposición (idea) potencialmente significativa con significado denotativo (las características propias de cada concepto, su significado) y un significado connotativo

(sentimientos, actitudes al referirse a dicho concepto) que, al interactuar con ideas relevantes ya establecidas, permite el surgir de nuevas proposiciones o significados. (Ausubel, 2002).

El aprendizaje de proposiciones también tiene unos tipos de aprendizaje descritos según la manera de interacción entre los conceptos previos y los nuevos, de la siguiente manera:

a. Aprendizaje Subordinado (Subsumidor)

Este aprendizaje se presenta cuando la nueva información es vinculada con los conocimientos previos del alumno. Ausubel afirma que la estructura cognitiva tiende a una organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad y pertinencia de las ideas en la cual dicha organización mental se genera con base en la importancia o inclusividad de esas ideas.

El aprendizaje subordinado puede a su vez ser de dos tipos: Derivativo y Correlativo. El primero ocurre cuando el material es aprendido y entendido como un ejemplo específico de un concepto ya existente, confirma una proposición ya aprendida. Este aprendizaje no requiere mucho esfuerzo ya que es derivable (se entiende) directamente de un concepto o proposición más inclusiva en la estructura cognitiva. Por otra parte es correlativo, si es una extensión o modificación de dichas proposiciones previas que se tienen. A diferencia del anterior el cual tiende a confirmar lo que se sabe, este puede tender a cambiarlo pero de esta manera, generar un nuevo concepto de lo aprendido. (Ausubel, 2002).

b. Aprendizaje Supra ordenado (De orden superior)

Este aprendizaje se presenta cuando una nueva proposición se relaciona con ideas subordinadas específicas ya establecidas o ideas generales pertinentes al nuevo concepto. Plantea que el concepto nuevo tendrá un mayor jerárquico en la estructura cognitiva del estudiante que los que ya posee, aunque pueda aprender de manera subordinada y relacionar el concepto de manera supra ordenada.

c. Aprendizaje Combinatorio (Por combinación)

Este tipo de aprendizaje se caracteriza por que la nueva información no se relaciona de manera subordinada, ni supra ordenada con la estructura cognitiva previa, sino se relaciona de manera general con aspectos relevantes de esta estructura de tal manera que el nuevo aprendizaje fuese potencialmente significativo con toda la estructura cognitiva en general y no de manera específica con conceptos delimitados, es decir, no se relaciona jerárquicamente con ningún concepto previo, sino que al ser derivada de otro concepto, esta al mismo nivel pero en otra rama como elemento extra que puede enlazarse además en cualquier parte de dichas estructura donde la información sea relevante.

Lo anteriormente expuesto hace parte de algo que Ausubel, (2002) llama *El Principio de asimilación*, el cual se refiere a la interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognitiva existente origina una reorganización (reacomodación) de los nuevos y antiguos significados (ideas) para formar una estructura cognitiva diferenciada, lo cual se trató al

inicio del presente capítulo. Básicamente es el proceso en el cual se modifica la información nueva con la pre existente generando un nuevo significado compuesto.

5.1.6 Diferenciación progresiva y reconciliación integradora

Como se ha mencionado hasta el momento la asimilación hace referencia a la mezcla entre ideas previas y nuevas de manera lógica y significativa en el cual se generan nuevos significados. En este proceso interviene lo que Ausubel llama *diferenciación progresiva* debido a que cada concepto nuevo al ser reelaborado o modificado y al adquirir nuevos significados es diferenciado jerárquicamente en la estructura cognitiva del estudiante (más notoriamente en el aprendizaje subordinado – correlativo). Por otra parte, si durante éste proceso de asimilación las nuevas ideas son relacionadas exitosamente con las previas, se genera un proceso de organización y atribución de nuevos significados, es decir, no ordenando jerárquicamente como en el caso anterior sino redefiniendo los significados (ampliándolos o reduciéndolos), entonces se hace referencia a una *reconciliación integradora* pues demandan de una recombinação de los elementos existentes en la estructura cognitiva. (Moreira M. , 1993).

Con base en lo anterior se puede decir que “Es más fácil para los seres humanos captar aspectos diferenciados de un todo inclusivo previamente aprendido, que llegar al todo a partir de sus componentes diferenciados ya que la organización de los contenidos de una cierta disciplina en la mente de un individuo es una estructura jerárquica” (Ahumada, 2001, p.18).

5.1.7 Organizadores previos

Dentro del aprendizaje significativo se encuentran diferentes estrategias, herramientas y

métodos para lograr en los estudiantes una adquisición de conocimientos más duradera dentro de las cuales se puede encontrar los organizadores previos, materiales introductorios que hacen parte de este. Este tipo de material se basa en un conjunto de preposiciones y conceptos buscando un mayor grado de generalidad e inclusión en los conocimientos que debe adquirir el estudiante, convirtiéndose en un elemento que comunica los conocimientos previos con los nuevos que se desea que aprenda. (Diaz Barriga, 1999).

Los organizadores previos como material de ayuda en el aprendizaje significativo hacen parte de la introducción al tema, es decir el trabajo con estas deben ser antes de la presentación de los nuevos conceptos, siendo este un apoyo en el refuerzo de los conocimientos previos y el fortalecimiento en la adquisición permanente de los nuevos conceptos. Es por lo anterior que estos son considerados como una estrategia pre instruccional, es decir, uno de los primeros pasos a seguir en el cumplimiento del aprendizaje significativo. (Diaz Barriga, 1999).

Por su parte, Ausubel los propone como un material introductorio con un nivel mucho más elevado de abstracción, generalidad e inclusividad (pertinencia jerárquica) que lo que se desea aprender en sí, es decir, que el nuevo concepto o idea. La función del organizador es proporcionar anclaje entre para la incorporación detallada y diferenciada de dichos conceptos, buscando que los nuevos conceptos sean perdurables. Aunque el autor plantea claramente que los organizadores previos deben ser muy específicos para cada estudiante dado las condiciones particulares de cada uno, un organizador previo bien elaborado y en una población no muy diferenciada, si pueden ser útiles siempre y cuando el material de aprendizaje sea significativo.

Los organizadores previos pueden dividirse en expositivos y comparativos: los primeros se utilizan cuando las temáticas a tratar son totalmente nuevas y no se poseen conocimientos que aporten a la construcción del concepto; los segundos se utilizan cuando se conoce que los receptores de la nueva información poseen conocimientos relacionados con la nueva temática, es decir, si poseen ideas subsumidoras con las cuales puedan generarse un anclaje haciendo uso de éstos organizadores haciendo de ésta manera una diferenciación progresiva entre dichos conceptos.

Dentro de las funciones de los organizadores previos se encuentra la creación de conexiones de la información que ya conoce con la que se quiere que el adquiera, además de ello ayuda a que pueda organizar la información de acuerdo a sus niveles de generalidad y especificidad. Es importante que los organizadores previos al ser presentados sea señalada la importancia que tienen y los aspectos relevantes de este, destacar las relaciones más importantes partiendo del puente que se puede crear entre los conceptos y proveer a los aprendices un contexto en el cual identifiquen más fácilmente la relación apropien la información y la hagan significativa.
(Moreira M. , 1993)

5.2 REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada o AR por sus siglas en inglés Augmented Reality, se caracteriza precisamente por alterar las percepciones de la realidad, enriqueciéndolas y aumentando las posibilidades de interactuar con el entorno, se busca también potenciar todos los sentidos del ser humano como lo son el tacto, olfato, la vista, el oído y el gusto; la intención es complementar estos sentidos con las posibilidades que me ofrece el mundo digital. Con la AR se mezclan los elementos de la vida real superponiendo elementos virtuales que permiten un complemento de

estas dos en tiempo real ofreciendo al usuario la ilusión de que estos elementos hacen parte de su vida cotidiana, y los puede apropiar como parte de su diario vivir.

Todos los sistemas de realidad aumentada trabajan principalmente el siguiente orden secuencial:

- a.** Captura del escenario.
- b.** Identificación de la escena.
- c.** Mezclado de la realidad más aumento de información.
- d.** Visualización de escena aumentada.

La primera parte de la secuencia consiste en identificar cual es el marcador (target) para ser visualizado o captado a través de la cámara de un computador, Tablet o un teléfono móvil. En el siguiente paso de la secuencia se necesita un elemento para proyectar las imágenes obtenidas durante la interacción, normalmente la pantalla de los dispositivos anteriormente mencionados. Siguiendo el orden, se debe tener un elemento que procese la información. Su trabajo consiste en tomar los datos de la vida real y sobreponer los datos virtuales. Finalmente, la realidad aumentada en interacción real con el usuario, sin embargo por la complejidad de realizar la realidad aumentada con elementos tan reales se utiliza los GPS, permitiendo una ubicación del usuario en un espacio determinado, y es allí donde la información se proyecta por medio del artefacto tecnológico que esté utilizando.

Aunque actualmente está tomando auge y aprecio desde el lanzamiento del juego *Pokemon*

Go desarrollado por la empresa Niantic en 2016, la realidad aumentada nace hacia la década de los cincuenta (50) como una idea futurista y aparentemente imposible de realizar que después de años de estudios e investigación toma forma en el año 1962 por Morton Heigg quien crea una máquina capaz de permitir una inmersión multisensorial denominada *Sensorama*.

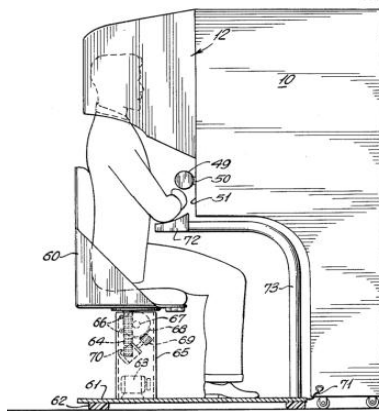


Gráfico 2: Patente Us # 3050870, Sensorama

Desde ese entonces empieza el desarrollo e investigación con objetivo militar el cual buscaba generar visualización real de los posibles elementos blancos de ataque en guerra. Con el paso del tiempo y tras la miniaturización de componentes electrónicos y costos, llegó a como la conocemos hoy en día, incluso con su homóloga la realidad virtual.

Actualmente más allá del uso comercial (entretenimiento) se emplea en educación como una opción didáctica diferente a observar lo que se aprende y a su vez ver aplicabilidad directa.

5.2.1 Herramientas de desarrollo

Para la realización de aplicaciones o elementos basados en realidad aumentada se hace necesario (además del hardware) unos elementos de software particulares que logren agregar esos elementos virtuales a la percepción en tiempo real que se tiene del mundo. Algunos de ellos

son los siguientes:

a. ARToolKit

Es una biblioteca GNU (de libre acceso y modificación) que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada. Su principal característica es la capacidad de seguimiento de vídeo, es decir, determinar la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos (empleando el giroscopio del dispositivo), colocando de ésta manera los elementos 3D sobre la pantalla.

Esta biblioteca fue desarrollada por el japonés Hirokazu Kato en 1999 en un trabajo de investigación para el HIT Lab de la Universidad de Washington.

b. Layar

Layar es una plataforma web para la creación de realidad aumentada de manera interactiva y fácil, simplemente arrastrando elementos digitales multimediales (videos, imágenes, audio, texto), de comunicación como redes sociales o páginas web completas. Se hace necesario para su implementación crear lo que se desea vía online en la página oficial, descargar el aplicativo de la Play Store o App Store y escanear los marcadores referenciados online. Como defecto la limitante gratuita ya que la versatilidad es aplicable con cuentas Premium (pagas).

c. Zooburst

Permite crear libros 3D de forma sencilla y dinámica. Difiere de las demás herramientas en el hecho que el enfoque de ésta es la creación de libros digitales, es decir, no es posible realizar aplicativos diferentes. El sitio web dispone de una base de datos de más de 10.000 imágenes de libre uso, y también pueden utilizarse imágenes propias que en conjunto conforman el libro. Posee como limitante la cantidad de libros a realizar y el contenido de “hojas” digitales

que tendrá, al igual que animaciones e interacción con botones los cuales se encuentran dispuestos en las versiones Pro (Pagas).

d. Unity 3D

Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies el cual permite la implementación multiplataforma. Es un Software que maneja al igual que las anteriores herramientas, opciones libres y pagas, aunque la versión libre es muy versátil permitiendo realizar casi cualquier cosa (La versión paga limita códigos y da más realismo). Fue creado en 2004 por David Helgason, Nicholas Francis, y Joachim Ante en Copenhague, Dinamarca después de realizar un juego que no tuvo éxito. Aun así, rescataron el hecho de la “calidad” del motor y siguieron su desarrollo hasta tener hoy en día una de las mejores herramientas para el diseño de videojuegos en el mercado.

A diferencia de las demás herramientas que tienen a ser sencillas, Unity es bastante robusta dado su especialidad al trabajo con elementos 2D y 3D, implementación de otras herramientas como Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks, Flash, CardBoard (Virtual Reality) y Vuforia con el cual en el caso específico de interés, se desarrolla la Realidad Aumentada.

Vuforia es un SDK (Kit de Desarrollo de Software) enfocado a la realización de realidad aumentada. Su conectividad con Unity se da a través de marcadores en los cuales vuforia genera un código (licencia – gratuita) para emplear. La ventaja de emplear Unity y Vuforia es que la limitante para el desarrollo de videojuegos, aplicaciones móviles o aplicaciones web la coloca el usuario, ya que en ocasiones y según lo que se desee realizar se hace necesario emplear scripts de programación basados en C y en JavaScript.

Cabe resaltar que al ser multiplataforma es posible crear aplicaciones basados en realidad aumentada para Windows, Mac Os X, Ubuntu, Android, Samsung y Smart TV, incluso teniendo en su página web oficial, assets (componentes) gratuitos desarrollados por otros usuarios.

5.2.2 Realidad Aumentada en la educación

Actualmente con el fácil acceso a dispositivos de desarrollo (Pc y Móviles), el campo educativo busca estar a la vanguardia de innovación didáctica en pro del proceso enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, generando espacios y herramientas con las cuales dicho proceso se dé de manera más natural y agradable para estudiantes y docentes. La realidad aumentada se ha convertido en una herramienta de fácil acceso y buenos resultados en dichos términos educativos.

Un ejemplo de esto es lo que plantea Sergio Cabezas, Ph.D en tecnología educativa y desarrollador en la Universidad Autónoma de Madrid: *“una de las ventajas que la realidad aumentada le está entregando a la educación, es la oportunidad de que los estudiantes se involucren más en sus asuntos educativos. Pues la oportunidad de ver de una manera diferente los contenidos, aumenta la motivación de ellos a continuar con sus estudios”* (Cabezas,2014, la Realidad Aumentada en educación,de www.youtube.com)

Con base en lo anterior se recalca el hecho que el estudiante debe tener buena disposición para aprender y esa disposición puede generarse de manera didáctica con base en las herramientas que se empleen en clase y la muestra de utilidad que se le muestre. La realidad

aumentada no es un asunto netamente de marketing, ahora es una posibilidad para ingresar a un mundo sin posibilidades donde las metas las coloca cada quien como desee y las prioridades, siempre girarán en torno al usuario hacia quien desee vayan dirigidas dichas metas, como por ejemplo, la educación en su proceso de enseñanza – aprendizaje.

5.3 DIAGRAMAS DE FUERZAS

Para hablar de diagramas de fuerzas se hace necesario tener en cuenta varios elementos previos. Inicialmente considerar que un diagrama de fuerzas es un gráfico (representación 2D o 3D) que muestra todas las fuerzas que interactúan en un sistema físico. Al hacer referencia a “físico” se hace necesario también determinar de modo general a modo específico hasta llegar a lo relacionado con diagramas de fuerzas.

5.3.1 Fuerzas

En física (ciencia que estudia las propiedades de la materia, la energía y los fenómenos naturales) dentro del estudio de la dinámica o mecánica clásica (temática relacionada a movimientos y cuerpos macroscópicos) se hace necesario comprender los cambios que experimentan los cuerpos en sus estados de reposo o movimiento y el trabajo empleado en realizarse esos cambios. La capacidad de realizar éstos cambios es lo que se conoce como fuerza. (Serway, 2004).

Las fuerzas tienen las características que no son visibles (lo que producen sí) en el mundo real aunque se entiende que están ahí presentes y son las responsables de diferentes cambios

que si son perceptibles. Esto comienza a plantearse en 1700 con Isaac Newton, quien plantea una serie de leyes que demuestran o describen matemáticamente la interacción del mundo real entre sí. Las leyes de Newton (conocidas como principios de la dinámica) se describen de la siguiente manera:

- a. Primer principio de la dinámica:** Conocido también como *ley de inercia*, plantea que todo cuerpo permanecerá en reposo o con velocidad constante, a menos que sobre este actúen fuerzas externas que lo hagan cambiar de estado. En realidad, es imposible encontrar un sistema de referencia inercial, puesto que siempre hay algún tipo de fuerzas actuando sobre los cuerpos, pero siempre es posible encontrar un sistema de referencia en el que el problema que estemos estudiando se pueda tratar como si estuviésemos en un sistema inercial, aunque si es viable encontrar casos en los cuales hayan cuerpos cuya velocidad sea constante, es decir, no acelerada.

Con base en lo anterior se determina que las fuerzas en un cuerpo son nulas, es decir, valen cero (0). Matemáticamente se expresa como:

$$F = 0$$

- b. Segundo principio de la dinámica:** Conocido también como *principio fundamental de la dinámica*, plantea que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo e inversamente proporcional a su masa.

$$F = m a$$

Donde la unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el Newton y se representa por Nw. Un Newton es la fuerza que hay que ejercer sobre un cuerpo de un kilogramo de masa para que adquiriera una aceleración de 1 m/s^2 , es decir:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

- c. Tercer principio de la dinámica:** Conocido también como *principio de acción – reacción* plantea que si un cuerpo A ejerce una acción sobre otro cuerpo B, éste tendrá una reacción sobre A, de igual magnitud pero en sentido contrario. Matemáticamente se puede expresar como:

$$F_a = -F_b$$

Con base en los principios anteriormente expuestos, se pueden emplear y utilizar los conceptos de fuerzas.

5.3.2 Magnitudes Físicas

Ahora bien, para poder hablar de fuerzas se hace necesario tener en cuenta las magnitudes físicas. Las magnitudes físicas son cualidades o propiedades medibles en los cuerpos. Como no todos los eventos naturales se describen de la misma manera, se genera la necesidad de especificar dos clases de magnitudes físicas: las escalares y las vectoriales. Las magnitudes físicas escalares son aquellas que quedan explicadas o que se pueden determinar especificando únicamente el módulo (tamaño) y las unidades de medida; cabe recordar que al ser elementos de una medición, dicha medición deberá tener una unidad de medida, es decir, un patrón con el cual comparar los datos que se obtienen. Por otra parte se tienen las magnitudes vectoriales las cuales para determinarse o explicarse debe especificarse el módulo, la unidad de medida, dirección y

sentido. La dirección hace referencia al ángulo de inclinación que se hace necesario en dicha medición y el sentido en relación a los ejes cardinales. (Serway, 2004).

Por otra parte, también existen unas magnitudes que hacen referencia a su origen: magnitudes fundamentales y derivadas. Las primeras son aquellas que se consideran “principales” por convención y las cuales no dependen de otras. Las segundas, son aquellas que se “derivan” o nacen de las fundamentales.

A continuación un diagrama sobre las clases de magnitudes físicas:

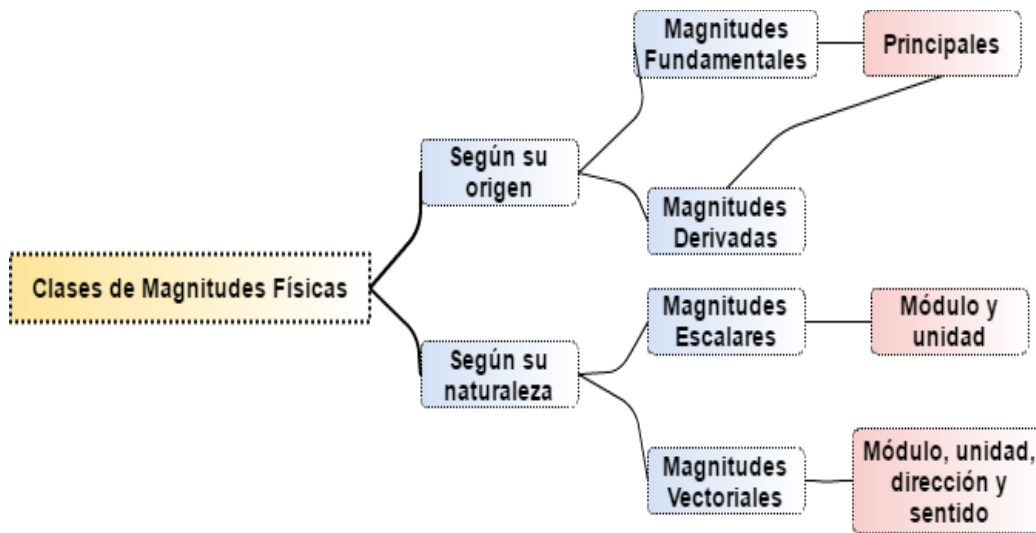


Gráfico 3: Clases de Magnitudes Físicas

5.3.3 Vectores

Los vectores son parte fundamental para el análisis de fuerzas, de por sí, no sería posible sin estos. Los vectores son la representación gráfica de una magnitud vectorial (aquellas que

poseen módulo, unidad, dirección y sentido). Se grafican en un plano 2D o 3D según el sistema físico que se esté analizando. Hace referencia a un segmento dirigido (una flecha) con una medida que apunta a una dirección cardinal determinada y con un ángulo de inclinación específico. (Beer, 2007).

5.3.4 Diagramas

Como se mencionó anteriormente, la física busca explicar los diferentes fenómenos naturales con los cuales tenemos relación en nuestro universo, y para esto, se hace necesario la implementación gráfica (representación) de dichos eventos, tanto matemáticamente (simbólicamente) como ilustrativamente (gráficos).

Las fuerzas, al ser magnitudes vectoriales se representan gráficamente empleando vectores que al formar sistemas se hace necesario expresar en un tipo específico de gráfico. Los más empleados son: gráfico, diagrama de fuerzas y diagrama de cuerpo libre.

El gráfico es simplemente la representación gráfica de lo que se expresa en una situación particular. Hace referencia al dibujo de lo que se desea trabajar. Por otra parte, el diagrama de fuerzas hace referencia al gráfico y además a las fuerzas que intervienen en el sistema. Por decirlo de otra manera, al dibujo y las líneas (vectores) que representan las fuerzas que interactúan en dicho sistema. Los diagramas de cuerpo libre hacen referencia a la representación netamente vectorial del sistema, es decir, únicamente las fuerzas que interactúan en el sistema. Los diagramas de cuerpo libre pueden ser a su vez generales cuando en un mismo diagrama se plantean ambos ejes cardinales y sobre éste las fuerzas

totales que actúan en el sistema o, diferenciados en los cuales cada eje de coordenadas es separado y analizado de manera independiente. Este último tiende a usarse cuando el sistema es muy complejo y se hace necesario analizar gran cantidad de fuerzas, de no ser así, se emplea la primera opción.

A continuación se muestra una imagen en la cual se diferencian los diagramas empleados en la representación gráfica de ejercicios propuestos para fuerzas en planos:

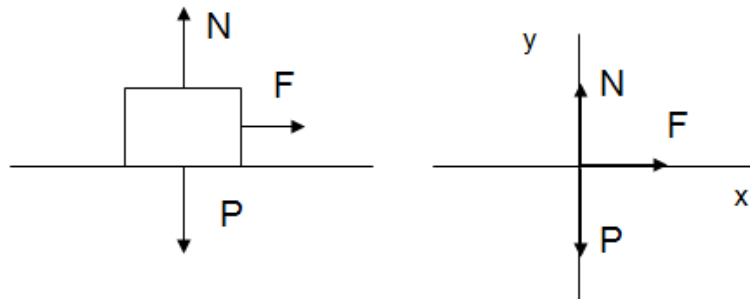


Gráfico 4: Izquierda: Diagrama de fuerzas, Derecha: Diagrama de cuerpo libre

6. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se expone el diseño metodológico empleado para la realización de la investigación el cual se compone de tipo de investigación, población tenida en cuenta en la investigación, diseño de la investigación, fases del experimento e instrumentos.

6.1 Tipo de Investigación

El trabajo fue realizado siguiendo los lineamientos de una metodología cuasi experimental con modelo de grupo de control no equivalente, uno de los diseños experimentales más difundidos o empleados en la investigación educacional (Stanley, 2013). Este modelo comprende un grupo experimental y otro de control, los cuales reciben un Pre Test y un Post Test equivalentes, pero no poseen equivalencia pre experimental de muestreo ya que los grupos son formados de manera natural (no al azar), idénticos a como se encontraban previamente al inicio de la investigación o de las pruebas.

La simbología empleada para éste tipo de modelo se muestra a continuación:

$$\frac{O}{O} - \frac{X}{.} - \frac{O}{O}$$

Gráfico 5: Simbología modelo de grupo de control no equivalente según Campbell y Stanley

Donde la X representa la exposición del grupo a una variable o acontecimiento experimental, cuyos efectos se han de medir; O hará referencia a algún proceso particular de observación o medición; las X y las O en una misma fila se aplican a los mismos grupos específicos. La representación de izquierda a derecha representa el orden temporal en el cual se

realiza la investigación, en tanto que las X y las O dispuestas en forma vertical indican simultaneidad, es decir, acontecimientos que suceden en ambos grupos al mismo tiempo o instante. Por otra parte, cabe resaltar que este modelo es diferente al modelo Pre Test – Post Test, en el cual los sujetos experimentales se toman de una población común y se asignan de manera aleatoria (al azar) al grupo experimental y de control.

Éste tipo de modelo plantea también la necesidad de determinar la covarianza entre los grupos que harán parte de la investigación (Johnson y Jackson, 1959, p. 424-44), con el fin de determinar el grado de variación conjunta variables aleatorias respecto a sus medias, es decir, determinar que tanto varían los grupos teniendo en cuenta unas variables específicas pero comunes a los dos y de esta manera compensar la posible falta de equivalencia de los grupos debido a factores no tenidos en cuenta en la investigación (variables extrañas).

6.2 Población

La población que hizo parte de ésta investigación consta de 74 estudiantes de grado décimo del Colegio Antonio Nariño h.h. Corazonistas de Bogotá, sede Chapinero. Esta población se distribuye en 27 mujeres y 47 hombres, con edades entre los 15 y los 17 años, de estrato socio económico 3 y 4, todos con posibilidad de acceso a internet en casa y con dispositivos móviles (SmartPhones y Tablets) propios, además un 85.29% vive con ambos padres y el 14.71 % restante vive con alguno de los dos. La información anteriormente dada corresponde a la estadística sacada por el departamento de psicología de la institución a principio del año escolar.

De la población mencionada anteriormente, cabe resaltar además que de los 74 estudiantes que cursan grado décimo, 8 son repitentes y se encuentran distribuidos uniformemente en los grupos del grado.

La población antes mencionada se encuentra distribuida en dos grupos:

- a. Décimo A (10A):** Cuenta con una cantidad de 37 estudiantes de los cuales 13 son mujeres y 24 son hombres, 4 de los estudiantes son repitentes. Por otra parte es bueno resaltar que aunque todos disponen de celular SmartPhone, 34 de ellos tienen sistema operativo Android y los otros 3 sistemas operativos Ios.
- b. Décimo B (10B):** Cuenta con una cantidad de 37 estudiantes de los cuales 14 son mujeres y 23 son hombres, 4 de los estudiantes son repitentes. Por otra parte es bueno resaltar que aunque todos disponen de celular SmartPhone, 34 de ellos tienen sistema operativo Android y los otros 3 sistemas operativos Ios.

La descripción de los sistemas operativos y la razón en mención se explicará más adelante.

6.3 Diseño de la Investigación

Como punto inicial se elige como grupo de control el grado Décimo B y como grupo experimental el grado Décimo A, es decir, el cual será intervenido con la aplicación basada en realidad aumentada; ésta elección se hace arbitrariamente por parte de los investigadores.

Una vez seleccionados los grupos se realizó una prueba Pre Test que constaba de 25 preguntas en las cuales se evaluaron 3 ítems: teoría, diagramación de fuerzas y de cuerpo libre, y desarrollo matemático - procedimental de problemas, todos relacionados con fuerzas en planos en la asignatura de física; cabe mencionar que aunque el objetivo de la presente investigación es lo relacionado a diagramación, se hace necesario la comprensión teórica y de resolución de problemas. Por otra parte, la prueba fue realizada simultáneamente a ambos grupos sin que

tuvieran conocimiento alguno de la realización de la misma.

A continuación se muestra una tabla donde se relacionan los elementos tenidos en cuenta en la prueba:

Variable		Estado
Conocimiento Teórico		Estas variables se evalúan tanto en Pre Test como en Post Test.
Diagramas	Gráfico	
	Diagrama de cuerpo libre	
	Diagrama de fuerzas	
Solución de problemas		

Tabla 1: ítems evaluados

Posterior a la realización del Pre Test se realiza la intervención por un periodo de 10 días en los cuales 2 clases fueron de 1 hora y 45 minutos y las demás de 45 minutos, para un total de 8,25 horas por grupo (incluyendo la realización del Post Test dentro de este espacio de tiempo), teniendo al menos una sesión diaria con cada uno de éstos.

La intervención consta de explicación por parte del docente de la temática relacionada con fuerzas en planos, trabajándose los ítems relacionados en la tabla anterior. Para la

intervención se tienen en cuenta los grupos delimitados por los investigadores; el grado Décimo A se intervino empleando la realidad aumentada como estrategia pedagógica haciendo uso de organizadores previos según aprendizaje significativo, siendo así el grupo experimental. Por otra parte, el grado Décimo B se intervino de manera tradicional, es decir, empleando el modelo pedagógico corazonista (planteado por la institución) únicamente. Se garantiza certeza que el grupo de control en ningún momento tuvo conocimiento de la estrategia que se estaba desarrollando en el otro grupo en la explicación de los temas.

A continuación se muestra la tabla que relaciona la metodología empleada en la investigación según el modelo cuasi experimental:

	Décimo A	Décimo B
	Realidad Aumentada y organizadores previos	Estrategia tradicional
Pre Test	O ₁	O ₂
Implementación aplicación móvil	X	-
Post Test	O ₃	O ₄

Tabla 2: Metodología aplicada en la intervención

Con base en lo anterior se tiene:

Grupo experimental (Décimo A): O₁, hace referencia al Pre Test.

X, hace referencia a la intervención mediante la aplicación basada en realidad aumentada y los organizadores previos.

O₂, hace referencia al Post Test.

Grupo control (Décimo B): O₃, hace referencia al Pre Test.

O₄, hace referencia al Post Test.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo anterior y delimitando los ítems a trabajar se hace necesario determinar las variables que harán parte de la investigación y las cuales definen el curso de la misma, en términos de la metodología empleada.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Estrategia	Representación e Interpretación de diagramas de fuerzas en planos
Realidad aumentada haciendo uso de organizadores previos	O ₁ X O ₃
Aprendizaje Tradicional	O ₂ - O ₄

Tabla 3: Relación variables y metodología

6.4 Fases del experimento

Las fases empleadas para la realización del presente experimento teniendo en cuenta los lineamientos de la metodología cuasi experimental con modelo de control no equivalente son los siguientes:

- a. Prueba Pre Test: Realizada a ambos grupos de manera simultánea
- b. Ejecución – Intervención: Explicación y trabajo sobre fuerzas en planos en la asignatura de física.
- c. Prueba Post Test: Realizada a ambos grupos de manera simultánea.

6.5 Hipótesis

Los estudiantes que trabajaron con realidad aumentada haciendo uso de organizadores previos, obtienen mejores resultados en términos de aprendizaje en relación a la representación e interpretación de diagramas de fuerzas, en comparación con los estudiantes que trabajaron con la estrategia tradicional.

6.5.1 Hipótesis nula H0

Los estudiantes que trabajaron con realidad aumentada haciendo uso de organizadores previos, no obtuvieron mejores resultados en términos de aprendizaje en relación a la representación e interpretación de diagramas de fuerzas, en comparación con los estudiantes que trabajaron con la estrategia tradicional.

6.6 Etapas de la investigación

A continuación se muestran las diferentes etapas llevadas a cabo en el desarrollo de la investigación con su correspondiente propósito u objetivo y la actividad o actividades desarrolladas en cada etapa:

ETAPA	PROPÓSITO	ACTIVIDAD
1 Conceptualización y Diseño de la investigación	Conceptualizar las variables del problema de investigación, establecer referentes teóricos y empíricos en relación a los componentes disciplinar, pedagógico y tecnológico que se emplearán en la investigación.	Recolectar antecedentes en diferentes fuentes de información (bibliotecas, repositorios universitarios online, publicaciones académicas) relacionadas con aprendizaje significativo, metodología cuasi experimental, realidad aumentada, planteamiento de problemas físicos relacionados con fuerzas en planos, diagramación de fuerzas en planos. Así mismo, realizar una revisión de aplicaciones (Stand Alone, online, web 2.0) que apoyen los referentes tratados en la presente investigación.

<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">Conceptualización y Diseño de la aplicación móvil</p>	<p>Conceptualizar los elementos teóricos y prácticos del diseño de la aplicación móvil.</p> <p>Realizar una aplicación móvil basada en realidad aumentada como estrategia pedagógica para la comprensión, interpretación y realización de diagramas de fuerzas en planos.</p>	<p>Recolectar antecedentes en diferentes fuentes de información (bibliotecas, repositorios universitarios online, publicaciones académicas) relacionadas con aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada.</p> <p>Diseñar y elaborar la aplicación móvil teniendo en cuenta un lenguaje de programación adecuado y la organización del material multimedial que será presentado en ésta.</p>
<p style="text-align: center;">3</p>	<p>Conceptualizar los elementos necesarios en la realización de instrumentos de</p>	<p>Determinar elementos, componentes teóricos y prácticos que serán empleados en el instrumento de</p>

<p>Conceptualización y Diseño de instrumentos</p>	<p>recolección de información</p> <p>Realizar un instrumento de recolección de información (Pre Test y Post Test).</p>	<p>recolección de información.</p> <p>Diseñar y elaborar un instrumento de recolección de información en el cual se evidencie referentes conceptuales teóricos, de solución de problemas y de diagramación, todos relacionados con fuerzas en planos.</p>
<p>4</p> <p>Pre Test</p>	<p>Recolectar la información necesaria y pertinente para establecer el estado inicial de cada uno de los grupos.</p>	<p>Los grupos de control y experimental se encuentran organizados de manera natural (desde el inicio y sin intervención externa de los investigadores). Aplicar de manera escrita el Pre Test (Anexo 1).</p>
		<p>En el grupo de control se realizarán clases de manera cotidiana y</p>

<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">Intervención</p>	<p>Aplicación de la estrategia de organizadores previos, con el apoyo de la aplicación móvil basada en realidad aumentada</p>	<p>tradicional, realizando explicación sobre fuerzas en planos, solución y diagramación de ejercicios problemas.</p> <p>En el grupo experimental se realizarán clases haciendo uso inicialmente de organizadores previos y posteriormente implementando la aplicación basada en realidad aumentada como herramienta tecnológica de apoyo.</p> <p>Las temáticas son las mismas para ambos grupos y se manejan de manera simultánea en los dos.</p>
<p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">Post Test</p>	<p>Recolectar la información necesaria y pertinente para establecer el estado final de cada uno de los grupos.</p>	<p>Aplicar de manera escrita el Post Test (Anexo 2), el cual será el mismo para ambos grupos y aplicado de manera simultánea en estos.</p>

<p style="text-align: center;">7</p> <p>Análisis de la información</p>	<p>Comparar los resultados obtenidos en el Pre Test y el Post Test, en términos de aprendizaje y siguiendo los lineamientos de los objetivos planteados para la presente investigación.</p> <p>Evaluar las hipótesis planteadas para la presente investigación.</p>	<p>Realización comparativa de los resultados obtenidos en ambas pruebas, empleando metodologías estadísticas (Test T, covarianzas, medias).</p> <p>Análisis de resultados para determinar cumplimiento o no de la hipótesis planteada. Se espera que el grupo experimental tenga mejores resultados en términos de aprendizaje relacionado con diagramación de fuerzas en planos.</p>
<p style="text-align: center;">8</p> <p>Elaboración del Informe</p>	<p>Elaborar un informe el cual contendrá toda la información relacionada con la</p>	<p>Recolección de toda la información referente a la investigación realizada, para organizarla y de ser necesario,</p>

	investigación, de manera organizada.	realizar diagramación (tablas, gráficos) explicativos. Concluir con base en los resultados obtenidos.
--	--------------------------------------	---

Tabla 4: Etapas de la investigación

6.7 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos son aquellas herramientas empleadas por los investigadores con la finalidad de recoger datos para posteriormente analizarlos y con base en éste análisis obtener los resultados para verificar las hipótesis planteadas y así mismo, verificar cumplimiento de los objetivos planteados.

Los instrumentos para la presente investigación son dos exámenes compuestos por 25 preguntas cada uno, uno referente al Pre Test (Anexo 1) y otro referente al Post Test (Anexo 2), cada uno con preguntas diferentes, pero de la misma temática relacionada con fuerzas en planos.

Para la realización de los instrumentos se crearon criterios de evaluación con base en las variables evaluadas. A continuación, se muestran dichas variables y el criterio de análisis tenido en cuenta para cada una de estas:

Para la prueba Pre Test:

Variable	Criterio de análisis	Ítem	Total preguntas
Conocimiento Teórico	El estudiante conoce las definiciones teóricas de los conceptos relacionados con fuerzas en planos.	1, 2, 3,4, 5, 6,7, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 16, 17, 24	17
Diagramación	El estudiante es capaz de realizar gráficos, diagramas de fuerzas y diagramas de cuerpo con base en el ejercicio – problema planteado.	6, 8, 10,17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	12
Solución de ejercicios - problemas	El estudiante da solución (exacta) matemática al ejercicio – problema planteado.	19, 20, 21, 24	4

Tabla 5: Criterios de evaluación prueba Post Test

Para la prueba Post Test:

Variable	Criterio de análisis	Ítem	Total preguntas
Conocimiento Teórico	El estudiante conoce las definiciones teóricas de los conceptos relacionados con fuerzas en planos.	1,2,3,5,6,7,8, 9, 11, 12, 13, 10, 20,21,22, 23, 24, 25	18
Diagramación	El estudiante es capaz de realizar gráficos, diagramas de fuerzas y diagramas de cuerpo con base en el ejercicio – problema planteado.	4,7,13,14,15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	11
Solución de ejercicios - problemas	El estudiante da solución (exacta) matemática al ejercicio – problema planteado.	15,16,17,20,	4

Tabla 6: Criterios de evaluación prueba Post Test

Cabe resaltar que algunas de las preguntas estaban dispuestas con múltiples variables. A continuación se especifica las variables a evaluar en cada una de las preguntas:

Para la prueba Pre Test:

Número Pregunta	Variables	Número Pregunta	Variables
1	Teórica	2	Teórica
3	Teórica	4	Teórica
5	Teórica	6	Teórica - Gráfica
7	Teórica	8	Gráfica
9	Teórica	10	Teórica - Gráfica
11	Teórica	12	Teórica
13	Teórica	14	Teórica
15	Teórica	16	Teórica
17	Teórica - Gráfica	18	Gráfica
19	Gráfica - Solución	20	Gráfica - Solución
21	Gráfica - Solución	22	Gráfica
23	Gráfica	24	Teórica – Gráfica - Solución
25	Gráfica		

Tabla 7: Variables por pregunta en prueba Pre Test

Para la prueba Post Test:

Número Pregunta	Variabales	Número Pregunta	Variabales
1	Teórica	2	Teórica
3	Teórica	4	Gráfica
5	Teórica	6	Teórica
7	Teórica - Gráfica	8	Teórica
9	Teórica	10	Teórica
11	Teórica	12	Teórica
13	Teórica - Gráfica	14	Gráfica
15	Gráfica - Solución	16	Gráfica - Solución
17	Gráfica - Solución	18	Gráfica
19	Gráfica	20	Teórica – Gráfica - Solución
21	Teórica - Gráfica	22	Teórica
23	Teórica	24	Teórica
25	Teórica		

Tabla 8: Variables por pregunta en prueba Post Test

Cabe resaltar que la gráfica hace referencia a los puntos que contienen gráfico, diagrama o ambos. Para éstas tablas se muestran como si fuesen solo uno, pero en los resultados se separan con el fin de observar cual tipo de diagrama obtuvo algún cambio.

7. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

El presente capítulo presenta la descripción y los elementos que intervinieron en el diseño de la aplicación, entre los cuales se encuentran la intencionalidad pedagógica y los elementos técnicos de la aplicación.

La aplicación está diseñada sin tener en cuenta los resultados del Pre Test y del Post Test los cuales se realizaron de manera escrita. Cabe resaltar que la aplicación fue implementada en el grupo experimental únicamente con absoluto desconocimiento por parte del grupo de control. Para la descripción del desarrollo de ésta, se comienza con los elementos técnicos, seguidos de la intencionalidad pedagógica.

La aplicación tiene por nombre “A.R. Physics” haciendo referencia a la Realidad Aumentada (Augmented Reality por sus siglas en inglés) y a la física como elemento conceptual disciplinar.

A continuación se muestra el logo de la aplicación:

The logo consists of the text "A. R. Physics" rendered in a bold, three-dimensional, metallic font. The letters are dark grey with a lighter, brushed metal texture on the top surfaces, giving them a 3D appearance. The "A" and "R" are separated by a period, and "Physics" is written in a slightly more cursive style than the "A. R.". The entire logo is centered on the page.

Gráfico 5: Logo de la aplicación diseñada

Como se describió en la parte inicial del presente documento, la intención de la aplicación es mejorar el aprendizaje referente a la representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos, haciendo uso de la realidad aumentada.

Los ítems o elementos que contendrá la aplicación se describen de la siguiente manera:

- a. Conceptos (Vectores, Fuerzas, Ejemplos, Simulador y Fórmulas)
- b. Realidad Aumentada (Ejemplos y ejercicios)
- c. Acerca de (Metadatos)

Más adelante se describirá cada ítem por separado.

7.1 Diseño a partir del modelo pedagógico

Para el diseño de la aplicación móvil a partir del modelo pedagógico se tuvo en cuenta el organizador previo presentado a los estudiantes del grupo experimental.

El organizador previo es un material introductorio cuya función es proporcionar un andamiaje entre los conceptos previos que posee el estudiante y los conceptos que serán introducidos. Un organizador debe mostrar información abstracta y generalizada, no específica (Ausubel, 2002), y que permita al estudiante organizar cognitivamente los contenidos temáticos

que serán aprendidos. El organizador previo empleado con el grupo experimental muestra de manera organizada las temáticas necesarias para lograr el aprendizaje de la interpretación y representación de diagramas de fuerzas en planos, de la misma manera en que está organizada la información contenida en la aplicación móvil.

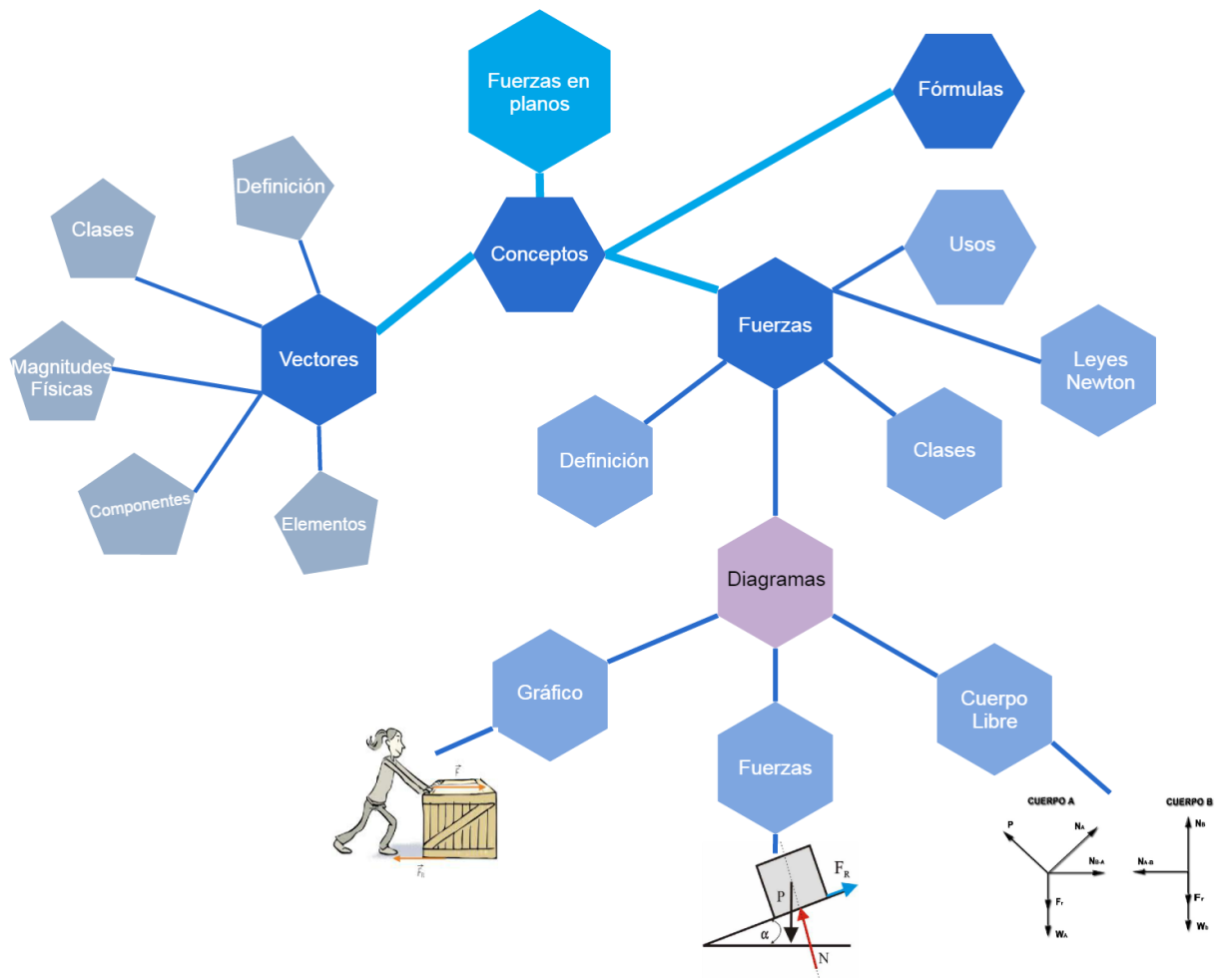


Gráfico 6: Organizador previo No 1

La función específica del organizador es forjar en los estudiantes elementos de anclaje a

través de los cuales relacione las temáticas impartidas en clase y los que se encuentran en la aplicación, mostrando que es una formación conjunta de ambos elementos.

Por otra parte, Ausubel plantea inicialmente la disposición positiva de los estudiantes para que se logre aprendizaje significativo. El uso de una aplicación móvil, dada la tradicionalidad académica a la cual están acostumbrados, puede ser un elemento motivante que genere en los estudiantes dicha disposición a aprender, por esta razón, los colores empleados, botonería y diseño gráfico está enfocado a llamar dicha atención.

Cabe resaltar que la estrategia pedagógica hace referencia a un aprendizaje significativo de proposiciones subsumidor y esta estrategia se llevará a cabo a través de la retroalimentación constante por parte del docente el cual clase a clase empleará la aplicación móvil como herramienta didáctica para el aprendizaje de los componentes teóricos especificados anteriormente.

Se dispuso también de un segundo organizador el cual a diferencia del anterior contenía leve información relacionada específicamente con los diagramas de fuerzas en planos. Este organizador se presenta en segunda instancia como complemento al anterior. La intención es que los estudiantes relacionen los dos organizadores, generen una conexión entre éstos y a su vez con los conceptos que serán trabajados. A continuación se muestra el segundo organizador:

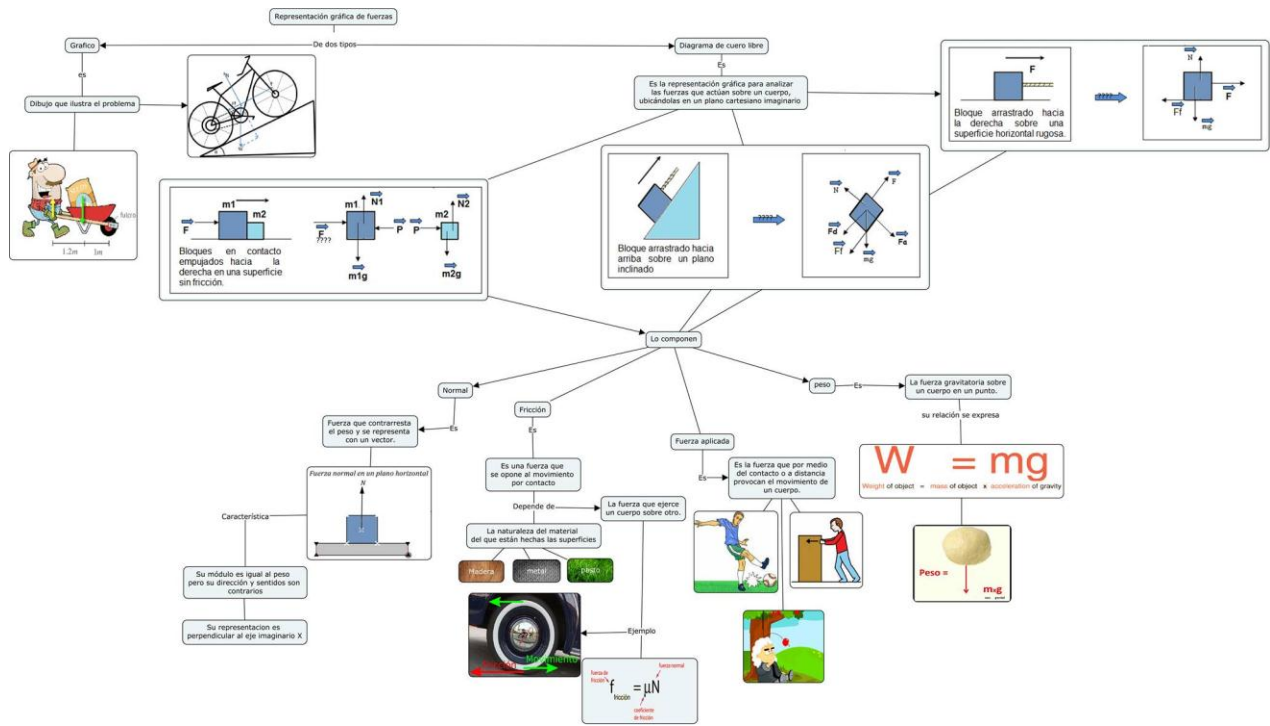


Gráfico 7: Organizador Previo No 2

Se espera que la aplicación tenga la incidencia deseada teniendo en cuenta la retroalimentación del docente al momento de usarla. El modelo de clase planteado está descrito como:

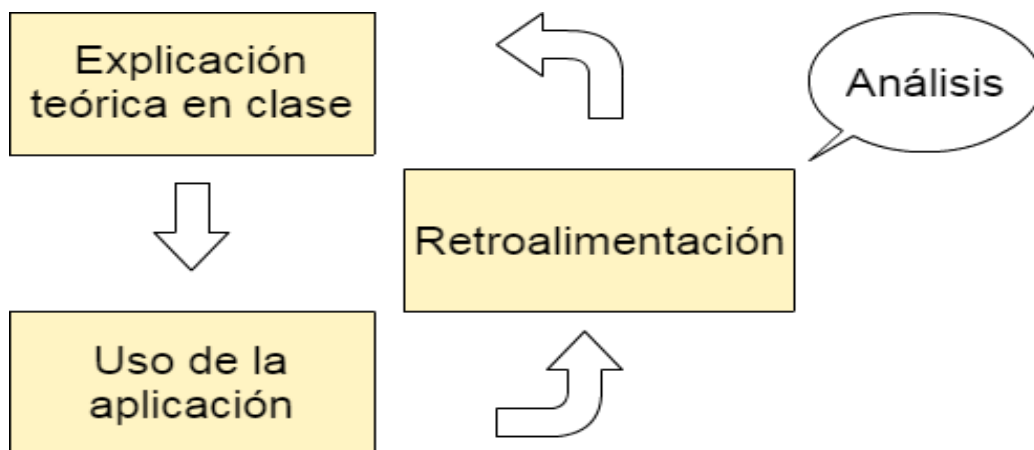


Gráfico 8: Diagrama de clase empleando aplicación móvil

7.2 Diseño técnico de la aplicación móvil

7.2.1 Story Board

Hace referencia al guión gráfico que describe en forma de historia secuencial, la interfaz gráfica y los diferentes actividades de ésta.



Gráfico 9: Activities Story Board Aplicación

7.2.2 Mapa de Navegación

En el siguiente diagrama podemos observar el direccionamiento en las diferentes rutas de uso de la aplicación. Inicialmente en el activity principal, se encuentran tres botones los cuales guían a *Conceptos*, *Realidad Aumentada* y *Acerca De*, los cuales serán los elementos principales que abordará la aplicación.

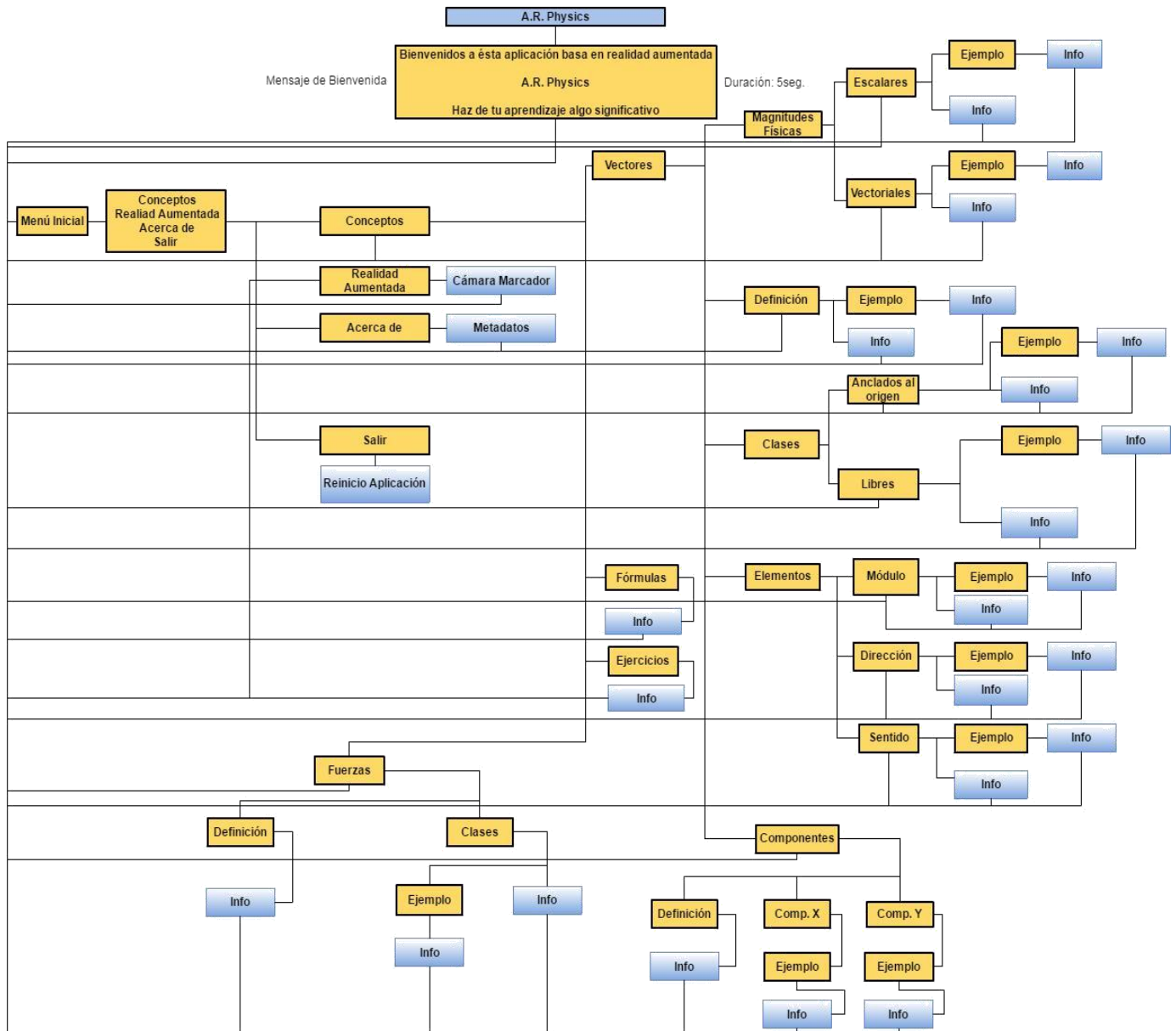


Gráfico 10: Mapa de Navegación Aplicación

El diagrama de navegación general de toda la aplicación está descrito a continuación:

En el anterior diagrama se muestra la ruta mediante la cual el usuario puede moverse a través de la aplicación.

7.2.3 Estructura de navegación

Debido a la cantidad de elementos de los cuales dispone la aplicación, la estructura de navegación está determinada por una *estructura de árbol* dada la lógica natural del contenido, es decir, la manera como se encuentra organizado cada activity permite que el usuario navegue de manera simple en una estructura en la cual puede seguir adelante, devolverse y de requerirse, volver al menú o activity principal.

7.2.4 Descripción de los ítems de la aplicación

- a. **Inicio:** El inicio de la aplicación cuenta con un logo de Unity con fondo negro. Éste logo está predeterminado por el software ya que es versión gratuita.

- b. **Mensaje de bienvenida:** Automáticamente al dejar de estar el logo de Unity, carga la segunda activity la cual es el siguiente mensaje de bienvenida: *Bienvenidos a ésta aplicación basada en realidad aumentada (Logo de la aplicación: A.R. Physics) haz de tu aprendizaje algo significativo*). En éste mensaje se hace alusión a la realidad aumentada como enfoque principal de la aplicación y al aprendizaje significativo, el

modelo pedagógico implementado para la aplicación como herramienta de apoyo en clase.

- c. Menú Principal:** El menú principal cuenta con los botones *Conceptos*, *Realidad Aumentada*, *Acerca De* y *Salir*. Éste menú es el activity principal que lleva al usuario a los elementos principales de los cuales está compuesta.

- d. Conceptos:** Es la primera opción del menú principal. Al ingresar en esta opción la aplicación lleva al usuario a un menú desplegable (conceptos) donde encontrará los botones *Vectores*, *Fuerzas*, *Ejemplos*, *Fórmulas*.

- e. Realidad Aumentada:** Es la segunda opción del menú principal. Al ingresar en esta opción la aplicación inicia automáticamente la cámara del dispositivo para detectar los marcadores empleados para la realidad aumentada, es decir los marcadores que al ser enfocados mostrarán una imagen renderizada en 360⁰.

- f. Acerca De:** Es la tercera opción del menú principal. Al ingresar en esta opción la aplicación carga automáticamente el activity en el cual se encuentran los metadatos relacionados a la aplicación. Estos metadatos hacen referencia a elementos técnicos de desarrollo, derechos de autor, descripción de software y hardware de la aplicación.

- g. Salir:** Es la cuarta opción del menú principal. Al ser elegida, la aplicación se cierra (queda en segundo plano).

- h. **Vectores:** Es la primera opción del activity *Conceptos*. Al ingresar en éste ítem, la aplicación guía al usuario a un menú de botones donde se encuentran las opciones *Definición, Magnitudes Físicas, Elementos, Clases y Componentes*. Estos elementos hacen referencia específicamente a lo conceptual de la aplicación, las temáticas a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al menú *Conceptos*.
- i. **Definición:** Es el primer ítem de la opción *Vectores*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar la definición de vector (texto), una animación vectorial y una imagen sobre la definición de vector. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de vectores.
- j. **Magnitudes físicas:** Es el segundo ítem de la opción *Vectores*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar una definición de magnitudes físicas (texto) y dos botones con los cuales pueden acceder a las clases de magnitudes físicas: *Magnitudes Escalares* y *Magnitudes Vectoriales*. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de vectores.
- k. **Magnitudes Escalares:** Es el primer ítem de la opción *Magnitudes Físicas*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar una definición de magnitudes escalares (texto), dos imágenes sobre estas magnitudes. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de magnitudes físicas.

- l. Magnitudes Vectoriales:** Es el segundo ítem de la opción *Magnitudes Físicas*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar una definición de magnitudes vectoriales (texto), una animación vectorial y dos imágenes sobre estas magnitudes. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de magnitudes físicas.
- m. Elementos:** Es el tercer ítem de la opción *Vectores*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar una definición de los elementos de un vector (texto) y una imagen sobre dichos elementos, la cual, al clickear sobre una opción puede acceder a los ítems: *Módulo, Dirección y Sentido*. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de vectores.
- n. Módulo, Dirección y Sentido:** Estos son los ítems de la opción *Elementos*. Al ingresar en cualquiera de estas opciones (3), el usuario observará una definición (texto), y dos imágenes, una de ejemplo sobre el concepto y otra con la fórmula matemática para determinarlos. El usuario puede regresar al menú principal o al activity Elementos.
- o. Clases:** Es el cuarto ítem de la opción *Vectores*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar diez (10) botones los cuales los guiarán a los ítems *Fijos, Libres, Deslizantes, Paralelos, Coplanares, Concurrentes, Unitarios, Equivalentes, Opuestos y Ejemplos*. Estas opciones hacen referencia a las clases de vectores a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de vectores.

- p. Opciones clases:** Cada opción de clases dispondrá de una definición (texto), una imagen de ejemplo y dos botones uno de ellos que lleva al usuario al activity Ejemplos. El usuario puede regresar al menú principal o al activity clases de vectores.
- q. Ejemplos de vectores:** En éste ítem el usuario observará una descripción de ejemplos reales o aplicados, en un texto deslizable y unas imágenes que cambian automáticamente, relacionadas con el contenido del texto. El usuario puede regresar al activity Clases de Vectores.
- r. Componentes:** Es el quinto ítem de la opción *Vectores*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar una definición de magnitudes físicas (texto), una imagen de ejemplo y dos botones con los cuales pueden acceder a las clases de componentes vectoriales: *En X* y *En Y*. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de vectores.
- s. Componente en X y Componente en Y:** Son los ítems de la activity *Componentes*. Imagen en relación a éste tema. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de Componentes.
- t. Fuerzas:** Es la segunda opción del activity *Conceptos*. Al ingresar en éste ítem, la aplicación guía al usuario a un menú de botones donde se encuentran las opciones *Definición*, *Clases*, *Uso* y *Leyes de Newton*. Estos elementos hacen referencia

- específicamente a lo conceptual de la aplicación, las temáticas a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Conceptos.
- u. Definición (fuerzas):** Es el primer ítem de la opción *Fuerzas*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar la definición de fuerza (texto), una animación vectorial y una imagen sobre la definición de Fuerza. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de Fuerzas.

 - v. Clases (Fuerzas):** Es el segundo ítem de la opción *Fuerzas*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar dos (2) botones los cuales los guiarán a los ítems *De Contacto* y *A Distanciaos*. Estas opciones hacen referencia a las clases de fuerzas a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al menú de fuerzas.

 - w. Fuerzas de Contacto:** Es el primer ítem de la opción *De Contacto*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar siete (7) botones los cuales lo guiarán a los ítems *Tensión, Elástica, Normal, Rozamiento, Circular, Empuje y Ejemplos*. Estas opciones hacen referencia a las clases de fuerzas a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al activity Clases de Fuerzas.

 - x. Opciones Fuerzas de Contacto:** En todas estas opciones el usuario puede observar una definición de cada clase (texto) y una imagen en relación a éste. También encontrará un botón el cual lo guiará al activity Ejemplos (Fuerzas).El usuario puede regresar al menú principal o al activity Fuerzas de Contacto.

y. Fuerzas a distancia: Es el segundo ítem de la opción *A distancia*. Al ingresar en éste ítem el usuario puede observar cinco (5) botones los cuales lo guiarán a los ítems *Gravitacional, Electromagnética, Nuclear Débil, Peso y Ejemplos*. Estas opciones hacen referencia a las clases de fuerzas a trabajar en clase. El usuario puede regresar al menú principal o al activity Clases de Fuerzas.

z. Opciones Fuerzas a Distancia: En todas estas opciones el usuario puede observar una definición de cada clase (texto) y una imagen en relación a éste. También encontrará un botón el cual lo guiará al activity Ejemplos (Fuerzas). El usuario puede regresar al menú principal o al activity Fuerzas a Distancia.

aa. Ejemplos de fuerzas: En éste ítem el usuario observará una descripción de ejemplos reales o aplicados, en un texto deslizable y unas imágenes que cambian automáticamente, relacionadas con el contenido del texto. El usuario puede regresar al activity Clases de Fuerzas.

bb. Usos: Es la tercera opción del activity *Fuerzas*. Al ingresar en éste ítem, el usuario encontrará información (texto) sobre posibles usos de dichos conceptos. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Fuerzas.

Leyes de Newton: Es la cuarta opción del activity *Fuerzas*. Al ingresar en éste ítem, el usuario encontrará tres (3) botones que lo guiarán a los ítems *Primera Ley*,

Segunda Ley y Tercera Ley. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Fuerzas.

dd. Opciones Leyes: En todas estas opciones el usuario puede observar una definición de cada ley (texto) y dos imágenes, una en la cual se observa la fórmula matemática que describe la ley, y otra en la cual se observa un *meme* en relación. El usuario puede regresar al menú principal o al activity Fuerzas.

ee. Ejemplos (Conceptos): Es la tercera opción del activity *Conceptos*. Al ingresar en éste ítem, la aplicación inicia automáticamente la cámara del dispositivo para detectar marcadores y emplear realidad aumentada. En éste activity se muestran ejemplos de problemas relacionados con fuerzas en planos, resueltos. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Conceptos.

ff. Fórmulas: Es la cuarta opción del activity *Conceptos*. Al ingresar en éste ítem, la aplicación muestra al usuario un menú desplegable donde se encuentran los ítems *Vectores y Fuerzas*. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Conceptos.

gg. Fórmulas Vectores: Es la primera opción del activity *Fórmulas*. Al ingresar en éste ítem, el usuario encontrará un menú desplegable en el cual se hallan 25 elementos. Al lado derecho encontrará una imagen la cual mostrará la fórmula matemática según el elemento elegido en el menú desplegable. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Fórmulas.

hh. Fórmulas Fuerzas: Es la segunda opción del activity *Fórmulas*. Al ingresar en éste ítem, el usuario encontrará un menú desplegable en el cual se hallan 25 elementos. Al lado derecho encontrará una imagen la cual mostrará la fórmula matemática según el elemento elegido en el menú desplegable. El usuario puede regresar al menú principal o al menú Fórmulas.

7.2.5 Wireframe

Hace referencia a la guía visual que representa el esqueleto o estructura visual de la aplicación en cada una de sus pantallas denominadas activities, es decir, cada una de las actividades en las cuales el usuario puede interactuar con el contenido mostrado en la pantalla del dispositivo móvil. El wireframe de la aplicación descrita en éste proyecto se encuentra en el Anexo 5.

7.2.6 Fuente Y Tipografía

En general la aplicación cuenta con una descripción de letra, dadas las características de Unity3D, es decir, propia del Software. No se insertaron diferentes fuentes a modo de facilitar el funcionamiento (recursos de máquina) del computador en el cual se estaba desarrollando.

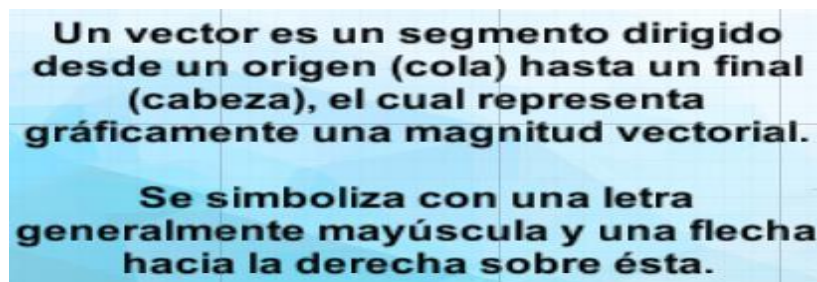


Gráfico 11: Imagen definición de vector en A.R. Physics

La letra cuenta con las siguientes características:

Font	Arial
Font Style	Bold
Font Size	Entre 30-45 según Activity
Line Spacing	1
Rich Text	No
Alignment	Centre
Align By Geometry	No
Horizontal Overflow	Wrap
Vertical Overflow	Truncate
Best Fit	No
Material	None
Raycast Target	Yes

Gráfico 12: Características tipografía en A.R. Physics

En Unity, el cuadro de edición de componentes:

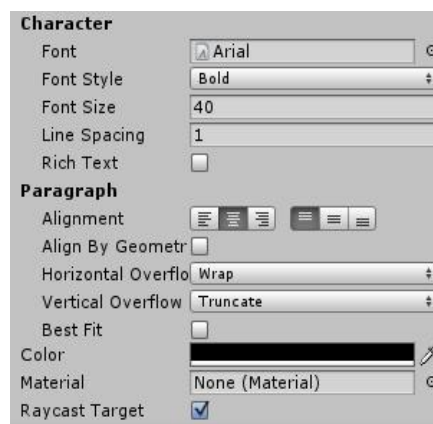


Gráfico 12: Editor de componentes Unity 3D

7.2.7 Iconos

El ícono de la aplicación está descrito por el escudo del colegio, ya que es el lugar de aplicación y para que los estudiantes. El ícono es el siguiente:



Grafico 13: Icono A.R. Physics

7.2.8 Sonidos

La aplicación cuenta con dos sonidos, uno para el cambio de pantallas y otro activo únicamente en la pantalla principal.

En la pantalla principal se tiene en la parte superior una imagen de sonido. Al clickear sobre ésta, el sonido automáticamente se detiene y la imagen cambia para activar de nuevo el sonido.



Grafico 14: Menú principal A.R. Physics, icono sonido.



El sonido de la aplicación está dado por la canción del juego de Play Station *Crash Bandicoot* (Todos los derechos reservados Sony Corporation). Se eligió ésta canción dado que tiende a ser “divertida”, entonces de ésta manera, se puede lograr que los estudiantes sientan interés por el uso de la aplicación. No se mantiene la canción en toda la aplicación ya que la aplicación está pensada como apoyo en clase razón por la cual, todos los dispositivos móviles con el mismo tema sonando al mismo tiempo puede ser incómodo.

Por otra parte, en la aplicación al momento de cambiar de escenas o activities (las principales únicamente), se escucha un sonido acorde al Fading de éstas. El sonido es un efecto realizado en Audacity empleando presets de ambiente.

7.2.9 Scripts

En ésta parte se trata lo relacionado con la programación (lenguaje de máquina) empleada en la aplicación. Inicialmente cabe resaltar que UNITY3D tiene un lenguaje basado en Java y en C, por ende los Scripts o fragmentos de código están escritos en JavaScript o Csharp Script.

Con éstos códigos que realizó la parte operacional o funcional de la aplicación. Lo relacionado con botonería, menús, faders, movimientos, cambios de sprites y timers.

a. Escenas

Las escenas en Unity3D son cada una de las pantallas que contendrá la aplicación.

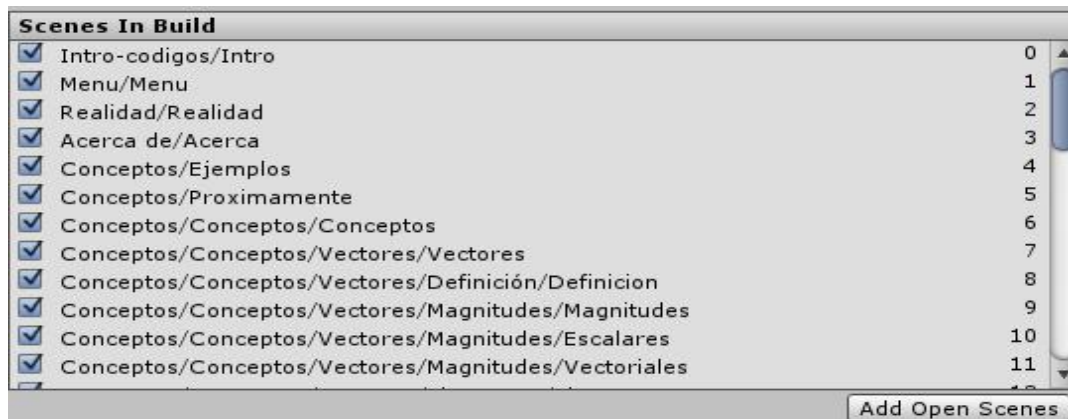


Grafico 15: Escenas de la aplicación en Unity 3D

Se suele nombrar con letras y números. La aplicación cuenta con 66 escenas.

b. Botones

Los botones están programados en JavaScript. Unity3D asigna un script a los objetos botones. La descripción del código es la siguiente:

```

10
11     public function BotonConceptos ()
12
13     {
14         Application.LoadLevel ("Conceptos");
15     }
16
17     public function BotonRealidad ()
18
19     {
20         Application.LoadLevel ("Realidad");
21     }
22
23     public function BotonAcerca ()
24
25     {
26         Application.LoadLevel ("Acerca");
27     }

```

Grafico 16:Script Botones C Sharp empleando en Aplicación

Todos los botones de la aplicación funcionan de la misma manera. Se crea una función pública con el nombre relacionado a lo que desee hacer o al nombre del botón. Se le da la orden a

la aplicación de cargar o abrir la escena con el nombre “nombre”.

La carga de las escenas se realiza asignando un Script a los objetos botones y seleccionando la opción “OnClick”, es decir, que al presionar el botón, realice el Script o código insertado.

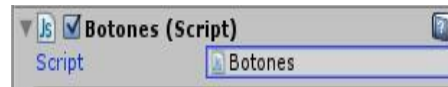


Grafico 17: Asignación Script a función botones en aplicación

c. Animación Imágenes

Las animaciones están programados en JavaScript. Unity3D asigna un script a los objetos o imágenes en los cuales se realizará la animación. En nuestro caso, hace referencia a las flechas vectoriales encontradas en las Activities *Definición Vectores* y *Definición Fuerzas*. La descripción del código es la siguiente:

```
function Start () {  
}  
function Update () {  
transform.Rotate(0,1,2,3);  
}
```

Grafico 18: Script animaciones empleadas en aplicación

En el código no se pide nada de arranque o inicio en la función Start. Sin embargo en la función Update o actualizar se solicita transformar el objeto imagen, realizando una rotación con las coordenadas (z,y,x,velocidad) y asignando una velocidad determinada. Como canvas solo maneja elementos 2, la rotación no se realiza en Z.

La carga de las escenas se realiza asignando un Script a los objetos imágenes.



Gráfico 19: Asignación Script a función movimiento en aplicación

d. Fading

El fading es la animación de inicio que tiene un Activity. En Unity3D, los faders están descritos por materiales, es decir, elementos gráficos predefinidos por el programa. El código esta realizado en C, debido a la biblioteca que trae por defecto Unity y facilita el uso. La descripción del código es la siguiente:

```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class Fading : MonoBehaviour {
5
6     public Texture2D fadeOutTexture;
7     public float fadeSpeed = 0.8f;
8     private int drawDepth = -1000;
9     private float alpha = 1.0f;
10    private int fadeDir = -1;
11
12    void OnGUI () {
13
14        alpha += fadeDir * fadeSpeed * Time.deltaTime;
15        alpha = Mathf.Clamp01(alpha);
16
17        GUI.color = new Color (GUI.color.r, GUI.color.g, GUI.color.b, alpha);
18        GUI.depth = drawDepth;
19        GUI.DrawTexture (new Rect (0, 0, Screen.width, Screen.height), fadeOutTexture);
20    }
21 }
```

Gráfico 20: Script fader cambio de escenas

Básicamente lo que se hace es cambiar textura del GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) asignando un valor de tiempo (durabilidad). El Script lo que hace es modificar la escena por un tiempo determinado, introduciendo el material descrito.

El script se carga a la cámara o cualquier objeto de la escena.



Gráfico 22: Asignación velocidad fader, script

Los materiales descritos para el fading son los siguientes:

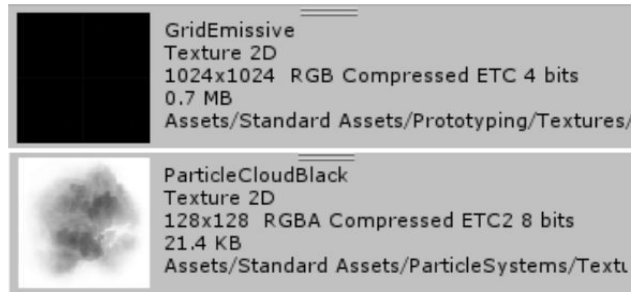


Gráfico 21 : Asignación materiales fader empleado en aplicación

El material GridEmissive está descrito para todos los activities de la aplicación a excepción del Menú principal y los activities correspondientes directamente a éste. El material ParticleCloudBlack se encuentra como fader en el resto de activities que componen la aplicación.

e. Cambio de Imagen con Botón

Este Script está diseñado para el cambio de Sprites (Imágenes) en los botones que se encuentran en los menús DropDown List de la aplicación. El código está realizado en C y se describe de la siguiente manera:


```

1  using UnityEngine;
2  using System.Collections;
3  using UnityEngine.UI;
4
5  public class CambioImagen : MonoBehaviour
6  {
7
8      public Image UIImagen;
9
10
11     public void Seno()
12     {
13         UIImagen.sprite=Resources.Load<Sprite>("Sprites/Imagen1");
14     }
15
16     public void Coseno()
17     {
18         UIImagen.sprite=Resources.Load<Sprite>("Sprites/Imagen2");
19     }
20

```

Gráfico 22: Script para cambios de imágenes, menú dropDownList en aplicación

Principalmente se emplean las bibliotecas *UnityEngine* que es con la cual Unity entiende el lenguaje C; la biblioteca *System.Collections* con la cual se entiende en el lenguaje C lo referente a objetos y herramientas directas de Unity; la biblioteca *UnityEngine.UI* la cual hace uso de la interfaz gráfica de Unity.

En el código básicamente se crea una variable pública denominada *UIImagen*. La *UIImagen* hace referencia a una imagen de interfaz de usuario en la cual se mostrará lo deseado. Posteriormente se crea una variable *Void* para la función, indicando que esa variable no devolverá o entregará ningún valor, es decir, nula. Posterior a esto se pide ir a la carpeta *Resources* predefinida por Unity, y cargar o cambiar el Sprite en la carpeta *Sprites/”nombre de imagen”*.

El script se carga a un objeto que referencia directamente la imagen:

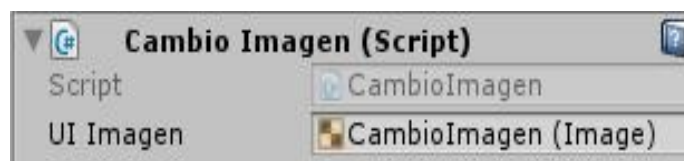


Gráfico 23: Asignación imágenes para cambio

f. Sonidos

El código realizado para la carga de sonidos se realizó en C y está descrito de la siguiente manera:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using UnityEngine.UI;

public class Sonido : MonoBehaviour {

    public AudioSource fuente;
    public AudioClip clip;
    public Image UIImagen;

    // Use this for initialization
    void Start () {

        fuente.clip=clip;
        fuente.Play();

        ...

    }

    public void Reproducir()
    {
        if (fuente.isPlaying) {
            fuente.Stop();
            UIImagen.sprite=Resources.Load<Sprite>("Sprites/sonido");
        }
        else
        {
            fuente.Play();
            UIImagen.sprite=Resources.Load<Sprite>("Sprites/sinsonido");
        }
    }
}
```

Gráfico 24: Script activación y desactivación sonidos empleados en aplicación

Inicialmente se cargan las librerías de Unity necesarias para que funcione el audio, los elementos gráficos y en general los elementos de comunicación de bajo nivel entre Unity y C Sharp.

Posteriormente se crean elementos públicos, es decir, visibles y con los cuales se puede interactuar. Estos elementos hacen referencia a un UI Image, es decir una imagen empleada en el Canvas, un clip de Audio, que en nuestro caso será el tema de *Crash Bandicoot* y el efecto creado. La carga se muestra a continuación:

Inicialmente la muestra de las variables públicas insertadas en un GameObject u objeto de Unity. En nuestro caso, la cámara.

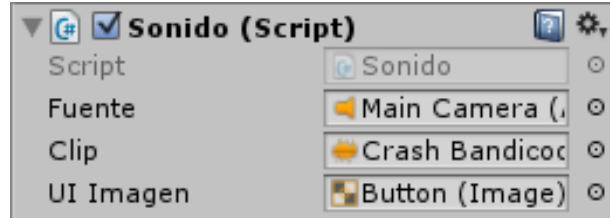


Gráfico 25: Asignación de sonidos en función sonido

La fuente será la cámara, es decir la que lleva el clip de audio; el clip será el mencionado anteriormente y la UI Imagen, será la imagen que cambiará al momento de presionar el ícono de audio.

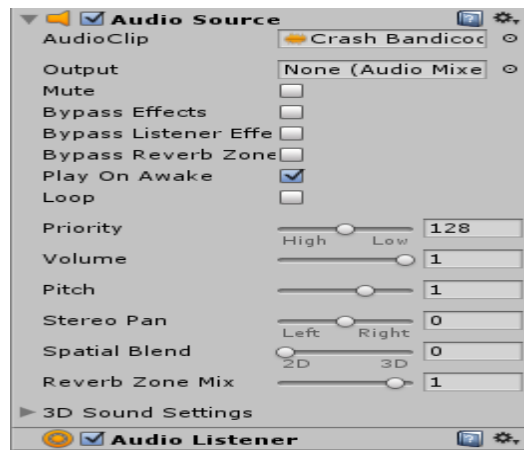


Gráfico 26: Configuración variables de sonido

El AudioSource es la fuente, la cámara la cual lleva los parámetros para la reproducción del sonido. Por otra parte, el Audio Listener que permite que Unity muestre esos sonidos, es decir, que se puedan escuchar.

En el resto del código básicamente se aplica que si la fuente está activa, es decir, sonando, mantenga el ícono inicial, de lo contrario, detenga la fuente de audio y cambie el ícono.

Como en el código se especifica que al iniciar o cargar la escena se reproduzca el sonido,

se emplea el mismo código para los cambios de escena, pero cambiando la fuente de audio.

Cabe resaltar que la duración del sonido de la pantalla del menú principal es de 1:30 min y que del cambio de escena es de 2 seg.

7.2.10 Herramientas

- a. **Vuforia:** Vuforia es un SDK (Kit de Desarrollo de Software) enfocado a la realización de realidad aumentada. Su conectividad con Unity se da a través de marcadores en los cuales vuforia genera un código.

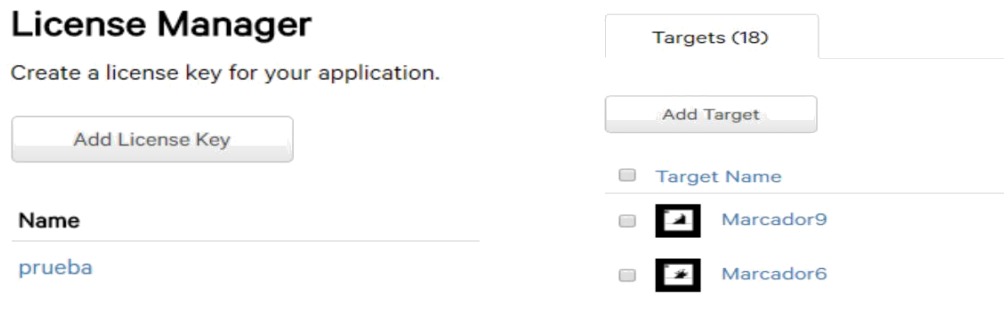


Gráfico 29: Licence Manager Marcadores Vuforia

Vuforia genera un código de activación para su lectura con Unity.

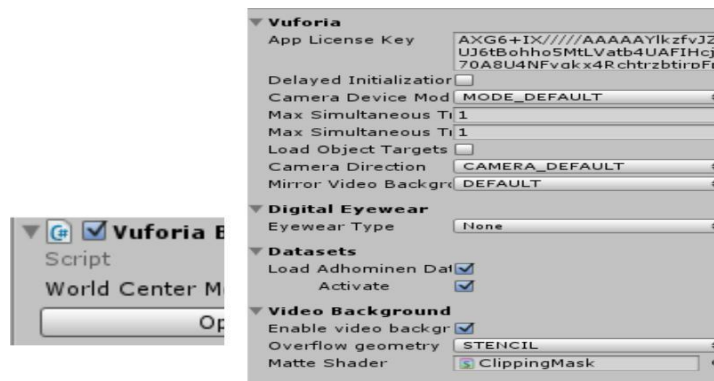


Gráfico 27: Asignación licencia vuforia en Unity

b. Android Studio: Android Studio es un software de desarrollo de aplicaciones basadas en el sistema operativo Android. Como tal no se usó el programa en términos de desarrollo, pero si se empleó el SDK Android para lograr que Unity exportará la aplicación como .apk y funcionará para dispositivos Android. Sin éste SDK no es posible que Unity comprenda la lógica de funcionamiento de un dispositivo Android.

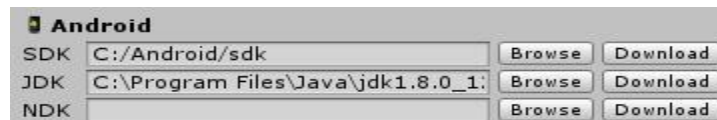


Gráfico 28: Asignación librerías Android y Java en Unity

c. Java Development Kit

Como se explicó anteriormente el lenguaje de Unity está basado en Java razón por la cual se hace necesario disponer del SDK de Java. Ahora bien, el SDK permite la comunicación entre la aplicación con el desarrollo Java de los dispositivos móviles. En la imagen anterior se muestra la manera como se adiciona dicho SDK.

d. Marcadores y modelado

Los marcadores (Objetos sobre los cuales la cámara de realidad aumentada proyectará los objetos tridimensionales dispuestos para la funcionalidad de la aplicación), se realizaron en Adobe Photoshop CS6 versión Portable. Se eligió éste software en su periodo de prueba (15 días) dada la facilidad de edición de imagen.

Los marcadores se encuentran en alta definición 1280x720, con un peso inferior a 2mb (esto teniendo en cuenta las especificaciones de vuforia para la aumentabilidad de éstas) formato JPG y en escala de grises.

A continuación alguna marcadora que serán empleados para la realidad aumentada:

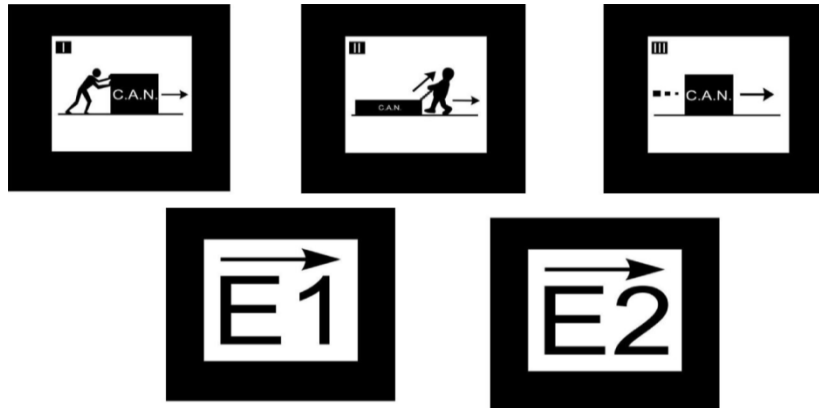


Gráfico 29: Marcadores realizados para la aplicación

Para el modelado se empleó el Software Blender dada su especificidad para el tema. Blender genera objetos que son importados por Unity. A continuación se muestran dos de los objetos modelados y renderizados que serán mostrados a través de realidad aumentada según los marcadores descritos anteriormente:

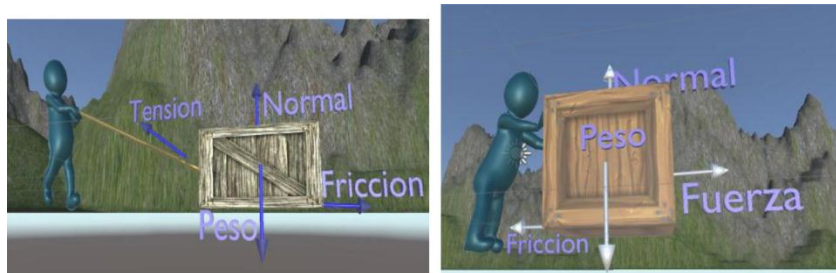


Gráfico 30: Modelos 3D diseñados para la aplicación

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos empleando los instrumentos en la “Metodología” del presente documento. Se comienza con los resultados obtenidos en la el Pre Test y su correspondiente análisis, seguido de los resultados y análisis correspondiente al Post Test.

8.1 Prueba Pre Test

La prueba Pre Test (Anexo 1) se realizó simultáneamente a los dos grupos (control y experimental) con una disposición de 1 hora y 30 minutos para ambos. Fue realizada en cada salón sin previo aviso, es decir, sin que los estudiantes tuviesen conocimiento de que iban a ser evaluados. Ésta prueba consta de 25 preguntas generalizadas dentro de las cuales se evaluaron 3 ítems: Teoría, diagramación y solución de problemas de manera matemática. Por otra parte, cabe resaltar que algunas de las preguntas contenían más de un ítem, por ejemplo, algunas tenían componente teórico y de diagramación en una sola; con base en lo anterior, de manera específica se tienen en cuenta 40 preguntas cuya distribución se encuentra explicada en el apartado “Instrumentos” del capítulo “Metodología”.

En el Anexo 3 se encuentran las tablas de acierto y desacierto de preguntas con su correspondiente porcentaje de asertividad tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Pre Test, se determina la media aritmética (referente al porcentaje de asertividad de las preguntas, no a los resultados cuantitativos) del grupo experimental:

	Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución
Media	41,2975779	21,5	0	43,75

Tabla 10: Media Aritmética porcentaje de asertividad curso 10 - A

Teniendo en cuenta los resultados se observa que ningún componente alcanza al menos el 60% de asertividad. Los componentes más preocupantes (dado su bajo resultado) hace referencia a la representación de diagramas y a la solución de los ejercicios – problemas. De esto se puede decir que los estudiantes tienen conceptos previos relacionados con teoría, graficación y solución, caso contrario a diagramación con el cual no poseen conceptos previos y en el cual manifiestan verbalmente que nunca habían escuchado el término “diagrama de cuerpo libre” haciéndolo referencia a “caída libre” en cuerpos, elementos totalmente diferentes.

Con base en los resultados obtenidos en el Pre Test, se determina la media aritmética (referente al porcentaje de asertividad de las preguntas, no a los resultados cuantitativos) del grupo control:

	Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución
Media	33,8235294	13,2387955	0,71428571	15,3125

Tabla 11: Media Aritmética porcentaje de asertividad curso 10 – B

8.1.1 Pre Test – Asertividad (Mixta)

Teniendo en cuenta los resultados mostrados anteriormente en las tablas, se puede realizar un cuadro comparativo entre las medias aritméticas referentes al porcentaje de asertividad de los dos grupos de la siguiente manera:

		Experimental 10 - A	Control 10 - B
% Media	Teoría	41,29757785	34,83564014
	Gráfico	21,5	13,23879552
	Diagrama	0	0,714285714
	Solución	43,75	15,3125

Tabla 12: Media Aritmética porcentaje de asertividad ambos grupos

Verificando los datos de la tabla anterior se observa que el porcentaje de asertividad es mayor en todos los componentes en el grupo experimental 10 – A en relación al grupo de control 10 – B. Cabe resaltar que los resultados mostrados hacen referencia exclusivamente a la asertividad, es decir, porcentaje de respuestas correctas, mas no a una valoración de aprendizaje cuantitativa. Para esta valoración se hace necesario tener en cuenta medidas de tendencia central las cuales serán mostradas más adelante.

8.1.2 Pre Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Experimental)

En el Anexo 3, se observa la valoración cuantitativa de cada estudiante en cada componente del Pre Test. Para facilitar el análisis se hace necesario emplear medidas de tendencia central. A continuación se muestra una tabla que las relaciona:

	10 A - Grupo Experimental					
	Teoría	Diagramación		Solución	Total	
		Gráfico	Diagrama			
Media:	4,55017301	4,41176471	0	1,764705882	3,32352941	
Desviación Estándar	1,385488041	2,06990559	0	2,058823529	1,08554915	
Varianza	1,919577112	4,28450914	0	4,238754325	1,17841696	
Moda	4,705882353	4,54545455	0	0	2,5	
Mediana	4,705882353	4,54545455	0	0	3,25	

Tabla 13: Medidas de tendencia central grupo 10 – A

La tabla anterior ratifica el porcentaje de asertividad mostrado anteriormente. Como se observa, la media en el componente de teoría (conceptos vectores y fuerzas) es de 4,5 de un valor máximo de 10. Esto indica que los estudiantes tienen conceptos relacionados con vectores y fuerzas, pero son muy ambiguos, es decir, no muy bien apropiados en su estructura cognitiva. Éstos resultados son similares en el ítem “gráfico” del componente “diagramación”. Por otra parte, en el ítem “diagrama” se observa en todas las medidas un 0. Esto indica que los estudiantes en su totalidad no saben lo que es un diagrama de cuerpo libre, lo cual fue manifestado por ellos al momento de terminar la prueba. Analizando la varianza y la desviación estándar, se observa que en general el grupo no es muy disperso, es decir, no hay mayor variabilidad en los resultados individuales, sino que por el contrario, todos tienden a un resultado común.

Respecto a la columna “total” se observa que la media general en todos los componentes, es decir, lo referente al conocimiento general en torno a todos los componentes como un bloque conjunto, es muy bajo, con una desviación estándar no muy alta. El grupo es homogéneo. Más adelante se contrastarán éstos resultados con los del Post Test, con el fin de determinar conclusiones con base en la implementación de la aplicación, no sin antes recordar que éste es el grupo experimental y que la elección respecto al otro grupo, fue arbitraria.

8.1.3 Pre Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Control)

En el Anexo 3, se observa la valoración cuantitativa de cada estudiante en cada componente del Pre Test. Para facilitar el análisis se hace necesario emplear medidas de tendencia central. A continuación se muestra una tabla que las relaciona:

		10 B - Grupo Control					
		Teoría	Diagramación		Solución	Total	
			Gráfico	Diagrama			
Media:		3,979238754	1,89839572		0,07352941	0,735294118	2,30147059
Desviación Estándar		1,50349903	1,11051121		0,29411765	1,425788193	0,95828318
Varianza		2,260509333	1,23323515		4,23875433	2,032871972	0,91830666
Moda		2,941176471	1,81818182		0,29411765	0	1,25
Mediana		3,823529412	1,81818182		0	0	2,25

Tabla 14: Medidas de tendencia central grupo 10 – B

La tabla anterior ratifica el porcentaje de asertividad mostrado anteriormente. Como se observa, la media en el componente de teoría (conceptos vectores y fuerzas) es de 3,9 de un valor máximo de 10. Esto indica que los estudiantes al igual que en el grupo anterior tienen conceptos relacionados con vectores y fuerzas, pero son muy ambiguos, es decir, no muy bien apropiados en su estructura cognitiva. Diferente al grupo anterior, los resultados en el ítem “gráfico” del componente “diagramación”, son mucho menores con una valoración de 1,89 de 10, lo cual supone que no tienen claridad sobre lo que es un gráfico relacionado con fuerzas en planos y los realizados en la prueba fueron un acercamiento muy lejano del real. Por otra parte, en el ítem “diagrama” se observa en las medidas un 0,07, existiendo una variante en comparación al otro grupo, pero una variable poco significativa. Esto indica al igual que en el grupo anterior que los estudiantes en su totalidad no saben lo que es un diagrama de cuerpo libre, lo cual también fue manifestado por ellos al momento de terminar la prueba. Analizando la varianza y la desviación estándar, se observa que en general el grupo no es muy disperso, es decir, no hay mayor variabilidad en los resultados individuales, sino que por el contrario, todos tienden a un resultado común y en contraste con el grupo anterior, tiende a ser más homogéneo.

8.1.4 Pre Test – Resultados Cuantitativos (Mixto)

Para observar mejor la relación de resultados en ambos grupos se aplica la medida “covarianza” a través de la cual se puede determinar el grado de variación entre ambos grupos, es decir, verificar conjuntamente los resultados de los dos grupos.

	10 A -10B					
	Teoría		Graficos		Solucion	Total
		Grafico		Diagrama		
Covarianza	0,253229727	0,64271212		0	0,17301038	0,20577422

Tabla 15: Covarianza grupos 10 – A y 10 – B

En la tabla anterior se observa una covarianza de gran diferencia en lo referente a los gráficos lo cual indica que hay más variabilidad estadística en cuanto a los resultados obtenidos por los dos grupos. Observando la covarianza total teniendo en cuenta todos los componentes de la prueba, se puede determinar que no hay una variabilidad muy grande entre ambos grupos; teniendo en cuenta lo anterior es posible asegurar que tiende a haber homogeneidad en la población en la cual se realiza el estudio, por supuesto no son grupos absolutamente iguales y es de entenderse debido a las diferentes posibles condiciones que pueden afectar cada uno como cuestiones sociales.

8.2 Prueba Post Test

La prueba Post Test (Anexo 2) se realizó simultáneamente a los dos grupos (control y experimental) con una disposición de 1 hora y 30 minutos para ambos. Fue realizada en cada salón sin previo aviso, es decir, sin que los estudiantes tuviesen conocimiento de que iban a ser evaluados. Ésta prueba consta al igual que el Pre Test, de 25 preguntas generalizadas dentro de

las cuales se evaluaron 3 ítems: Teoría, diagramación y solución de problemas de manera matemática. Por otra parte, cabe resaltar que algunas de las preguntas contenían más de un ítem, por ejemplo, algunas tenían componente teórico y de diagramación en una sola; con base en lo anterior, de manera específica se tienen en cuenta 41 preguntas cuya distribución se encuentra explicada en el apartado “Instrumentos” del capítulo “Metodología”.

Para los resultados del Post Test es bueno recalcar el hecho que el grupo experimental 10 – A fue aquel cuya intervención fue dada con la aplicación de realidad aumentada haciendo uso de organizadores previos, mientras que el grupo de control se mantuvo con el método de aprendizaje tradicional, es decir, pedagogía de acompañamiento con un enfoque conductista.

En el Anexo 4 se encuentran las tablas de acierto y desacierto de preguntas con su correspondiente porcentaje de asertividad tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Post Test, se determina la media aritmética (referente al porcentaje de asertividad de las preguntas, no a los resultados cuantitativos) del grupo experimental:

	Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución	Total
Media	8,36601307	7,9144385	7,720588235	7,20588235	7,80664598

Tabla 16: Media aritmética Post Test, Grupo Experimental 10 - A

En la tabla anterior se observa una asertividad general de cada componente. En teoría una media de asertividad del 83,66% lo cual indica que en general, los estudiantes respondieron correctamente las preguntas referentes al componente teórico. En cuanto a los componentes gráficos y de solución de problema se encuentran cerca al 80% de asertividad

(79% , 77% y 72% aprox.) reforzando lo dicho anteriormente en cuanto al componente teórico.

Para facilitar el análisis se hace necesario emplear medidas de tendencia estadísticas.

A continuación se muestra una tabla que las relaciona:

10 A - Grupo Experimental						
	Diagramación			Solución	Total	
	Teoría	Gráfico	Diagrama			
Mediana	8,33333333	8,18181818	7,5	7,5	7,72253788	
Media	8,36601307	7,9144385	7,72058824	7,205882353	7,80664598	
Varianza	0,70971149	1,07835771	1,5597148	2,562388592	0,37158242	
Desviación	0,82996242	1,02305489	1,23038239	1,57703019	0,60054436	
Moda	7,77777778	8,18181818	8,75	7,5	6,88762626	
Coefficiente Correlación	0,09920645	0,12926437	0,15936381	0,218853169	0,07692732	

Tabla 17: Medidas Tendencia Central Post Test, Grupo Experimental 10 - A

En la tabla anterior corroborando el porcentaje de asertividad, se observan las medidas de tendencia central estadísticas con las cuales se realiza el correspondiente análisis cuantitativo de los resultados. Inicialmente se observa en la media aritmética que el componente teórico es de 8,3 de un máximo de 10. Los demás componentes se encuentran entre 7,2 y 7,9 también con un máximo de 10. Con base en lo anterior, se puede determinar que los estudiantes tienen buen dominio de los elementos teóricos y a su vez, su correspondiente aplicación en lo referente a diagramación y solución de ejercicios – problemas planteados en la asignatura.

Por otra parte, se observa una varianza general de 0,3 con una desviación estándar de 0,6 lo cual indica que los resultados no son tan variables, sino que por el contrario, tienden a ser centrales.

En el Anexo 4 se encuentran las tablas de acierto y desacierto de preguntas con su correspondiente porcentaje de asertividad tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Post Test, se determina la media aritmética (referente al porcentaje de asertividad de las preguntas, no a los resultados cuantitativos) del grupo control:

	Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución	Total
Media	5,01633987	5,93582888	5,69852941	5,88235294	5,48066217

Tabla 18: Media aritmética Post Test, Grupo Control 10 - B

En la tabla anterior se observa una asertividad general de cada componente. En teoría una media de asertividad del 50,16% lo cual indica que en general, los estudiantes respondieron la mitad de las preguntas correctamente. En cuanto a los componentes gráficos y de solución de problema se encuentran cerca al 60% de asertividad (59%, 56% y 58% aprox.) reforzando lo dicho anteriormente en cuanto al componente teórico.

Para facilitar el análisis se hace necesario emplear medidas de tendencia central. A continuación se muestra una tabla que las relaciona:

10 B - Grupo Control					
	Diagramación			Solución	Total
	Teoría	Gráfico	Diagrama		
Mediana	5	6,36363636	5,625	5	5,24404167
Media	5,01633987	5,93582888	5,69852941	5,88235294	5,48066217
Varianza	2,10410202	2,96695688	5,79461898	2,606951872	0,797649
Desviación	1,42906146	1,69696595	2,37153727	1,590684386	0,87987996
Moda	5	7,27272727	8,75	5	6,341625
Coefficiente Correlación	0,28488131	0,28588526	0,41616654	0,270416346	0,16054264

Tabla 19: Medidas Tendencia Central Post Test, Grupo Control 10 - B

En la tabla anterior corroborando el porcentaje de asertividad, se observan las medidas de tendencia central estadísticas con las cuales se realiza el correspondiente análisis cuantitativo de los resultados. Inicialmente se observa en la media aritmética que el componente teórico es de 5 de un máximo de 10. Los demás componentes se encuentran entre 5 y 6 también con un máximo de 10. Con base en lo anterior, se puede determinar que los estudiantes tienen un dominio mínimo de los conceptos teóricos y por ende de su respectiva aplicación en diagramas o en la solución de ejercicios – problemas. En cuanto a variabilidad, se observa en la varianza y en la desviación estándar general, valores bajos, lo cual indica que los resultados del grupo tienden a ser homogéneos, es decir, la generalidad de estos resultados no están muy alejados en relación a los resultados puntuales de cada estudiante.

8.2.1 Post Test – T Student

A continuación se observan los resultados del Post Test según análisis del software “IBM SPSS Analytics” a través del cual se realizan análisis de tipo estadístico:

Estadísticas de grupo					
Curso al que pertenece		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Preguntas teóricas	DecimoA	34	8,3660	,84244	,14448
	DecimoB	34	5,0163	1,45055	,24877
Representación grafica	DecimoA	34	7,9144	1,03844	,17809
	DecimoB	34	5,9358	1,72249	,29540
Representación de diagramas	DecimoA	34	7,7206	1,24889	,21418
	DecimoB	34	5,6985	2,40720	,41283
Preguntas que involucran procesos	DecimoA	34	7,2059	1,60075	,27453
	DecimoB	34	5,8824	1,61461	,27690
TOTAL	DecimoA	34	7,8066	,60958	,10454
	DecimoB	34	5,4807	,89311	,15317

Tabla 20: Estadística grupal

En la tabla anterior se puede observar la media aritmética de los resultados obtenidos por cada grupo. Estos indican que es la media es mayor en el grupo experimental en comparación con la media del grupo de control, el cual está por debajo cerca de dos unidades.

Por otra parte, se tienen los resultados de muestras independientes en la cual se analiza la significancia de las pruebas en torno al aprendizaje evidenciado en ellas y su correspondiente relación con las hipótesis planteadas para el proyecto, según prueba de Levene. A continuación la tabla que referencia dichos resultados:

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Preguntas teóricas	Se asumen varianzas iguales	3,315	,073	11,644	66	,000	3,34967	,28768
	No se asumen varianzas iguales			11,644	52,988	,000	3,34967	,28768
Representación grafica	Se asumen varianzas iguales	10,582	,002	5,736	66	,000	1,97861	,34493
	No se asumen varianzas iguales			5,736	54,189	,000	1,97861	,34493
Representación de diagramas	Se asumen varianzas iguales	22,964	,000	4,348	66	,000	2,02206	,46508
	No se asumen varianzas iguales			4,348	49,565	,000	2,02206	,46508
Preguntas que involucran procesos	Se asumen varianzas iguales	1,375	,245	3,394	66	,001	1,32353	,38992
	No se asumen varianzas iguales			3,394	65,995	,001	1,32353	,38992
TOTAL	Se asumen varianzas iguales	5,927	,018	12,543	66	,000	2,32598	,18544
	No se asumen varianzas iguales			12,543	58,263	,000	2,32598	,18544

Tabla 21: Muestras independientes – Prueba Levene

En la tabla anterior se puede observar que hay igualdad de varianzas ya que el valor obtenido es mayor al 0,05; este valor hace referencia al grado de libertad el cual está estipulado con un 95%. Teniendo en cuenta éste valor cuyo rango se encuentra entre 49.565 y 66 se puede determinar que el grado de significancia se encuentra en el rango de 0,00 y 0,01 por medio del cual se descarta la hipótesis nula H_0 y concluyendo así que hay una diferencia significativa entre los dos grupos.

Hipótesis nula

H_0 : Los estudiantes que trabajaron con realidad aumentada haciendo uso de organizadores previos, no obtuvieron mejores resultados en términos de aprendizaje en relación a la representación e interpretación de diagramas de fuerzas, en comparación con los estudiantes que trabajaron con la estrategia tradicional.

Por otra parte se tienen los resultados referentes al intervalo de confianza presentado en las pruebas. A continuación se muestra dichos resultados:

		prueba t para la igualdad de medias	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		Inferior	Superior
Preguntas teóricas	Se asumen varianzas iguales	2,77530	3,92404
	No se asumen varianzas iguales	2,77266	3,92669
Representación grafica	Se asumen varianzas iguales	1,28993	2,66729
	No se asumen varianzas iguales	1,28711	2,67011
Representación de diagramas	Se asumen varianzas iguales	1,09349	2,95063
	No se asumen varianzas iguales	1,08771	2,95641
Preguntas que involucran procesos	Se asumen varianzas iguales	,54502	2,10203
	No se asumen varianzas iguales	,54502	2,10204

TOTAL	Se asumen varianzas iguales	1,95573	2,69623
	No se asumen varianzas iguales	1,95481	2,69715

Tabla 22: prueba T intervalo de confianza

Con base en lo anterior se tiene un 95% de intervalo de confianza en la diferencia. Esto quiere decir que si existe diferencia notable en los resultados de los grupos mostrando mejoría en el grupo experimental.

9 CONCLUSIONES

La realidad aumentada basada en organizadores previos como estrategia pedagógica, logró que los estudiantes mejoraran considerablemente la representación e interpretación de diagramas de fuerzas en planos, tal como se observa en los resultados obtenidos por el grupo experimental en la prueba Post Test, a diferencia de los resultados obtenidos por el grupo control el cual no tuvo interacción alguna ni con la aplicación basada en realidad aumentada, ni con los organizadores previos. Ahora bien, es bueno resaltar el hecho que no solamente mejoraron lo referente a diagramación de fuerzas, sino también en los referentes conceptuales teóricos y de solución de ejercicios – problemas relacionados con la misma temática. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que los organizadores previos sirvieron de andamiaje entre los conceptos previos que tenían los estudiantes y los nuevos que se pretendía que aprendieran, razón por la cual se puede afirmar que hubo aprendizaje significativo. (Ausubel, 2002).

En cuanto al componente técnico se puede afirmar que la realidad aumentada como estrategia pedagógica si tiene una fuerte incidencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, debido a que les permite observar e interactuar con elementos conceptuales de una forma diferente y que es significativa para ellos. Ausubel plantea la necesidad de tener una buena disposición para poder generarse un aprendizaje significativo y la realidad aumentada despierta el interés y dicha disposición, al mostrarse primeramente como una estrategia didáctica a la cual no están acostumbrados y por otra parte, como un elemento tecnológico desconocido también para ellos, es decir, una forma de hacer buen uso de los SmartPhones de los cuales disponen.

Por otra parte, en cuanto al componente pedagógico se puede afirmar que el aprendizaje significativo es una herramienta bastante útil que hace del proceso de enseñanza – aprendizaje una experiencia diferente (para la institución en la cual se aplicó) en la cual dicho proceso de aprendizaje no tiende a ser impuesto por los lineamientos propios de la institución, es decir, en la cual los estudiante pueden observar la aprehensión del conocimiento como algo interesante para sus vidas y no como una obligación.

Haciendo referencia a la metodología es claro que al no ser totalmente experimental pueden intervenir en ella diferentes variables externas (extrañas) de las cuales los investigadores tienden a no percatarse y las cuales pueden alterar los resultados obtenidos. En cuanto a la presente investigación se puede afirmar que procuro evitarse en gran medida cualquier posible variable que alterara los resultados, con la finalidad que dichos resultados fuesen exclusivamente referentes a la intervención diseñada por los investigadores. Una de las variables que más puede afectar los resultados de la investigación hace referencia al aprendizaje activo y autónomo por parte de los estudiantes. Sucede que al despertar en ellos buena disposición para el aprendizaje (disposición generada por la aplicación móvil) en una materia cuyo componente didáctico es mínimo, se puede presentar que en casa y de manera autónoma tiendan a estudiar más ya sea sobre la realidad aumentada o sobre el componente disciplinar. De esto ser así, los resultados estarían mostrando en parte, resultados de ese estudio auto didacta que pudieron realizar de manera individual y por su propia cuenta. Cabe resaltar entonces que la intervención realizada por los investigadores estuvo desde un principio dispuesta solamente para trabajo en clase en ambos grupos, dando indicaciones de nulidad de trabajo en casa, incluyendo en esto tareas y exámenes; con lo anterior se respalda que los resultados fueron específicamente obtenidos por la

estrategia planteada en el presente trabajo.

Ahora bien, si se observa la estrategia normalmente llevada a cabo en la institución, se observa que también hay mejoría en el grupo control pero no en la misma proporción que el grupo experimental. Esto sugiere que para el grupo de control, se necesita más tiempo de trabajo con los estudiantes para que logren generar dichos procesos de abstracción necesarios para la comprensión de los componentes conceptuales tenidos en cuenta en el presente trabajo. Según lo anterior, se puede observar otra ventaja en torno a la realidad aumentada y a la estrategia pedagógica empleada en el grupo experimental y es que los procesos cognitivos de los estudiantes se formalizan en menor tiempo en comparación con el grupo de control. Esto permitiría poder profundizar más en torno a dichos componentes conceptuales y de ésta manera permitir en los estudiantes un conocimiento muchísimo más estructurado.

Esta investigación corrobora la necesidad de implementar las TIC como herramientas didácticas en pro del aprendizaje de los estudiantes. “A.R. Physics” es una herramienta no solo para emplearse en la asignatura de física sino que puede expandirse a las demás áreas generando así una transversalidad en la cual los estudiantes logren observar que el conocimiento no es temporal o por una nota en el examen de una asignatura específica, sino algo útil que puede ser empleado en su diario vivir.

10 RECOMENDACIONES

En la institución en la cual se desarrolló el estudio se emplea una rutina de estudios diferente al enfoque y la estrategia pedagógica planteada por ésta investigación, razón por la cual los estudiantes se muestran por un lado dispuestos a metodologías de clases diferentes a la cual están acostumbrados, pero por otro, la necesidad de estar bajo una instrucción directa.

La intención de la aplicación basada en realidad aumentada es servir de apoyo al libro texto del colegio el cual es de diseño propio de la institución (ninguna editorial específica). Para esto se recomienda inicialmente trabajar más en clase el aprendizaje significativo con los estudiantes de modo que se apropien de la metodología de trabajo. Por otra parte, expandir el referente teórico de la aplicación a otras temáticas que se trabajan en el curso e incluso en grado once, implementando marcadores en el libro guía.

En relación técnica a la aplicación, se hace necesario desarrollarla para dispositivos IOS, de tal manera que la inclusividad de la misma sea máxima, incorporando a toda la población estudiantil de esos grados.

11 REFERENCIAS

- Ahumada, P. (2001). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo*. Santiago de Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Straton.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Ausubel-Novak-Hanesian. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Beer, F. P. (2007). *Mecánica vectorial para ingenieros*. Pensilvania: Mc Graw Hill.
- Bruner, J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Cabezas, S. (23 de Octubre de 2014). *Sergio García Cabezas: la Realidad Aumentada en educación*. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=LphCspxfGI>
- Castells, M. (2001). *La Sociedad de la Información: La Sociedad Red*. España: Alianza.
- Cobo, E. (2008). Una propuesta para el aprendizaje significativo de los estudiantes de la escuela San José La Salle, de la ciudad de Guayaquil. *Maestría en gerencia educativa*. Universidad Andina Simón Bolívar .
- Cope, B. (2009). *Ubiquitous Learning. An Agenda for Educational Transformation*. Illinois: Digital media, University of Illinois.
- Díaz Barriga, f. &. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- Gómez, G. (2013). El aprendizaje significativo y el desarrollo de capacidades comunicativas de textos narrativos. *Maestro en educación con mención en gestión de la calidad, autoevaluación*. Lima.
- Hoyos, J. (2015). Diseño y aplicación de una propuesta didáctica para favorecer el aprendizaje significativo de las fracciones en los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa José Asunción Silva del municipio de Medellín. . *Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Javier Vargas, I. R. (2008). *Física mecánica: Coneptos básicos y problemas*. Medellín, Colombia: ITM.
- Moreira, M. (1993). *ORGANIZADORES PREVIOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. Obtenido de ORGANIZADORES PREVIOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y práctica*. Buenos Aires.
- Poveda, D. (2014). Activación de juicios de autorregulación de la memoria en un ambiente e-learning para la solución de problemas de plano geográfico y vectores. *Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación*. Bogotá.
- Pozo, J. I. (2009). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Raymond A. Serway, J. W. (2004). *Física I*. California: ITM.
- Samuel, G. P. (2004). *Supervisión Educativa*. Madrid: Sanz y Torres.
- Sardán, E. (2004). *El acompañamiento en Fe y Alegría*. Bogotá: Kimpres.
- Stanley, D. C. (2013). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. España: Amorrortu.
- Stephen Cawood, M. F. (2007). *Augmented Reality: A Practical Guide*. Raleigh, NY: Pragmatic Bookshelf.
- Tulving, E. (1972). *Organization of Memory*. Nueva York: Academic Press.
- Zea, C. (2012). La instauración histórica de la noción de vector como concepto matemático. *Maestría en educación*. Ciudad de Cali.

12 ANEXOS

12.1 Anexo 1: Prueba Pre Test

Pre Test Curso 10 __ Nombre: ____

1. ¿Qué clase de magnitud física queda completamente determinada especificando únicamente su módulo y su unidad de medida?

2. ¿Qué fórmula matemática se hace necesaria para determinar el módulo de un vector?

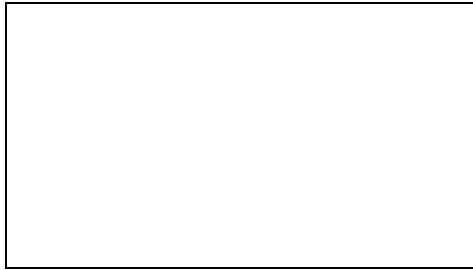
3. Según lo visto en clase, ¿En qué se emplea la siguiente fórmula matemática?

$$\therefore \mathbf{Tan}^{-1}\left(\frac{x}{y}\right)$$

4. El resultado de la suma de tres vectores es igual a cero (0). ¿Qué indicaría esto si se empleara el método gráfico del polígono para realizar dicha suma?

5. ¿Bajo qué condiciones el módulo de un vector puede ser negativo?

6. Defina y grafique dos vectores opuestos.

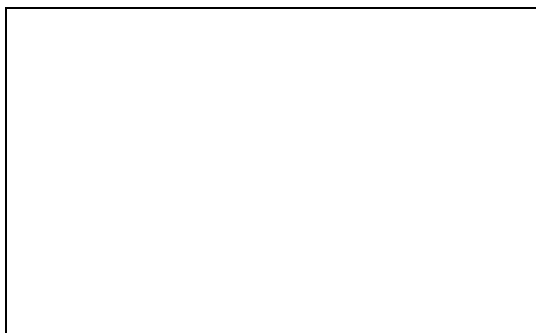


Espacio para gráfico

7. ¿A qué hace referencia la ortogonalidad de vectores?

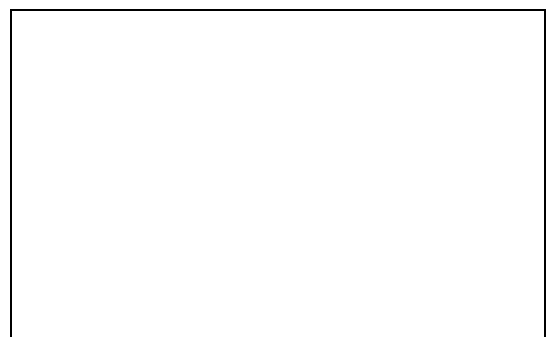
8. Graficar dos vectores ortonormales especificando el valor de sus componentes, su módulo y la dirección de cada vector.

Espacio para gráfico



9. Las fuerzas físicas se clasifican en dos grandes grupos, diga cuáles son:

10. Enuncia la tercera ley de Newton y exprésela en un gráfico



Espacio para gráfico

11. ¿Qué relación hay entre el peso y la fuerza normal en un cuerpo, en un plano horizontal?

12. Marque con una X la opción que considere correcta: En un plano inclinado

- a) A mayor ángulo de inclinación mayor fuerza de fricción
- b) A mayor ángulo de inclinación menor fuerza de fricción.
- c) La fricción no depende de dicho ángulo.

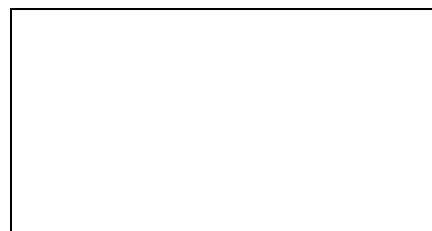
13. ¿En qué condiciones se hace necesario tener en cuenta componentes para las fuerzas?

14. De no existir la fuerza fricción, ¿Qué pasaría con un cuerpo que se está moviendo?

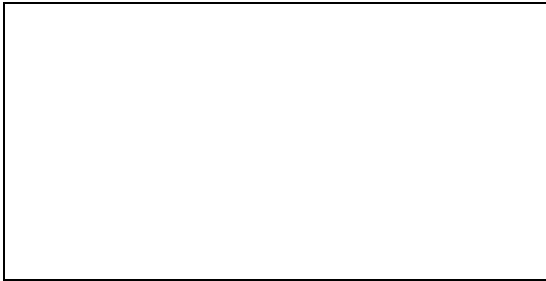
15. Dé al menos tres ejemplos de fuerza de fricción:

16. Se tiene un sistema con $m= 10\text{Kg}$, $\mu= 0.75$ y $\theta= 30^0$. Se desea determinar la aceleración de un bloque que se desliza “en bajada” sobre un plano inclinado. De cambiar la masa del cuerpo manteniendo los otros mismos valores ¿Habría varianza de la aceleración del cuerpo? Explicar

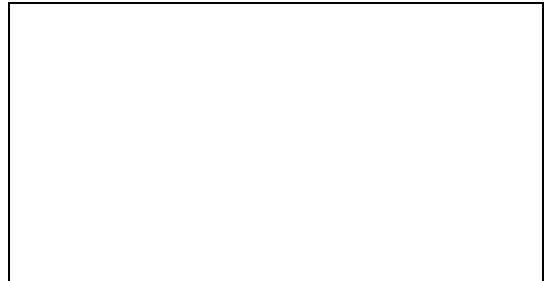
17. Explique qué es un diagrama de cuerpo libre y grafique uno.



18. La masa de un cuerpo al recibir una fuerza de 20Nw adquiere una aceleración de 5m/S^2 en un plano horizontal. Realizar el diagrama de cuerpo libre y un gráfico en relación al problema planteado.

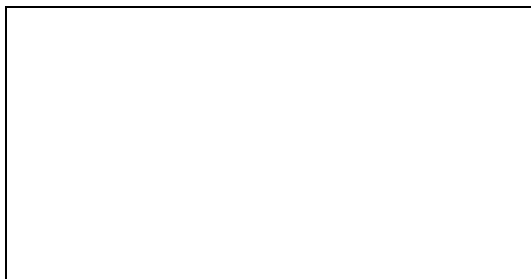


Espacio para gráfico

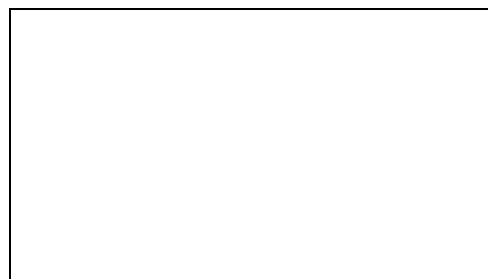


Espacio para diagrama

19. ¿Cuál es la masa corporal de una persona cuyo peso es de 405Nw en Marte, sabiendo que la gravedad en este planeta es de 3.711m/S^2 ? Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico en relación al problema



Espacio para gráfico

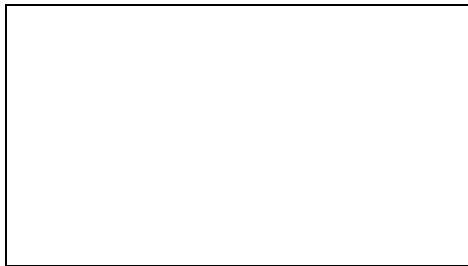


Espacio para diagrama

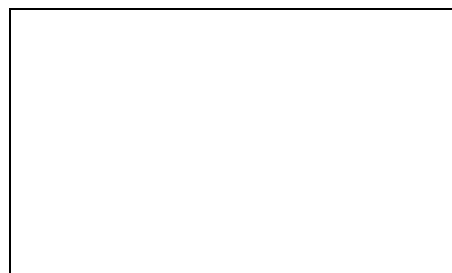


Espacio para solucionar el problema

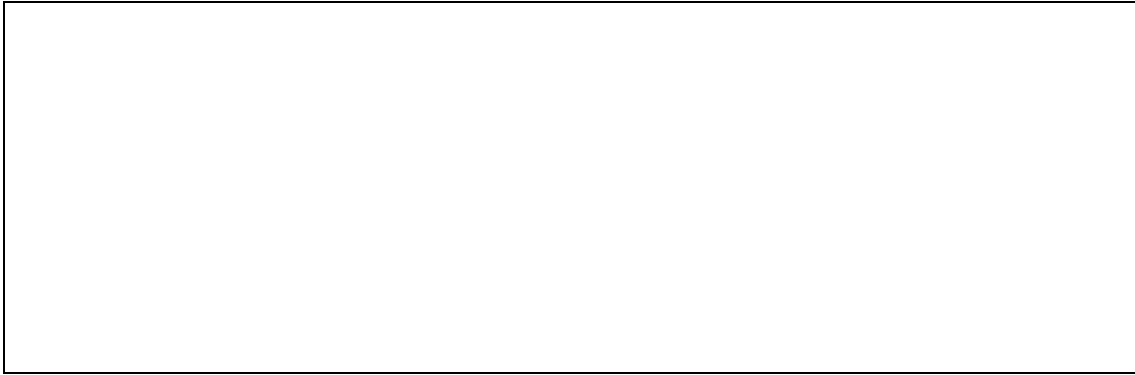
20. En la biblioteca del C.A.N. se desea mover una caja llena de libros ubicada en el suelo, aplicando una fuerza horizontal de 45Nw sobre ésta. Sabiendo que el coeficiente de fricción es de $\mu=0.1$ y que la masa de la caja es de 50Kg, determinar la aceleración de la caja y la distancia recorrida por la caja luego de 5s. Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico del problema.



Espacio para gráfico

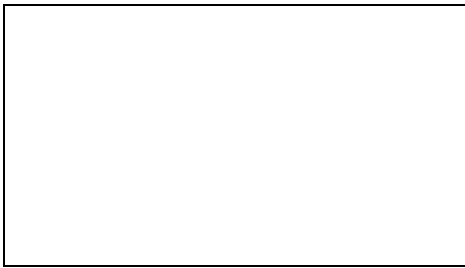


Espacio para diagrama

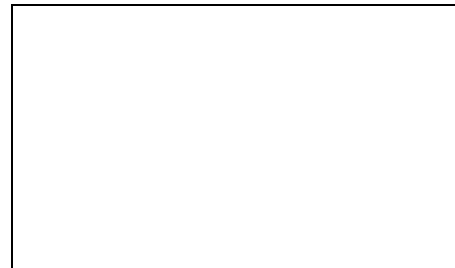


Espacio para solucionar el problema

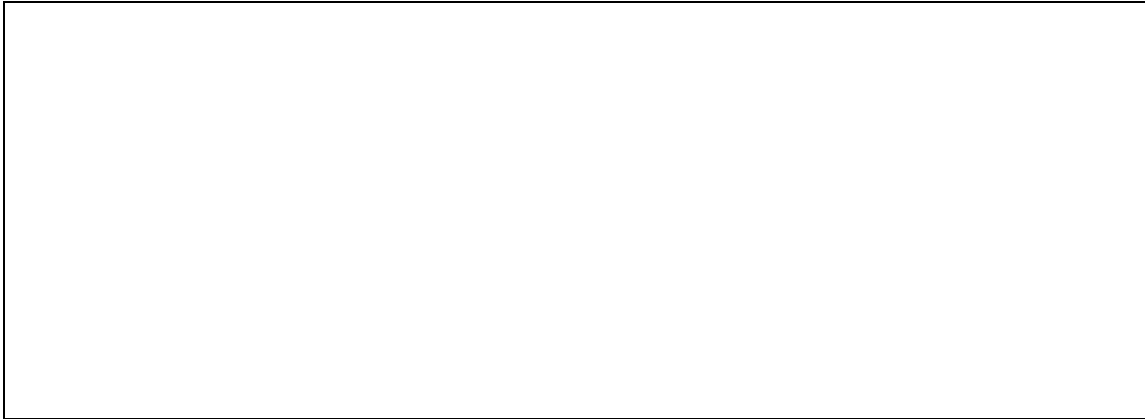
21. Un fin de semana los padres de un estudiante solicitan mover su cama para limpiar bajo de ésta. Al empujar con fuerza la cama cuya masa es de $m=20\text{Kg}$, el estudiante desplaza 1m en 2s . Si el coeficiente de rozamiento de la cama con el suelo es de $\mu=0.1$ ¿Qué fuerza aplicó el estudiante para mover la cama?



Espacio para gráfico

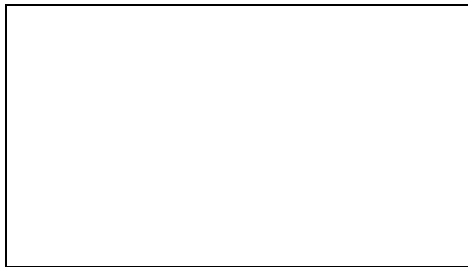


Espacio para diagrama

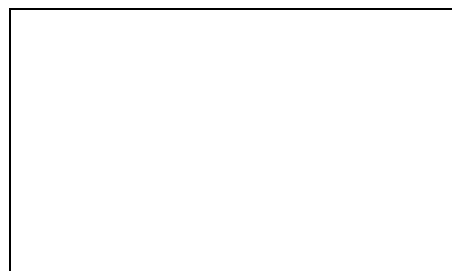


Espacio para solucionar el problema

- 22.** Un estudiante se desliza por un rodadero el cual tiene un ángulo de 30° de inclinación con el suelo. Si el estudiante tiene una masa de 50Kg y su coeficiente de rozamiento con el rodadero es de $\mu=0.2$, determinar aceleración y el tiempo en recorrer 2m del rodadero. (No resolver, sólo graficar y realizar diagrama de cuerpo libre)

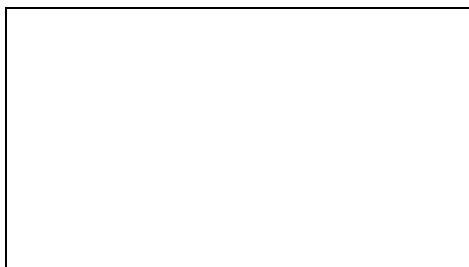


Espacio para gráfico

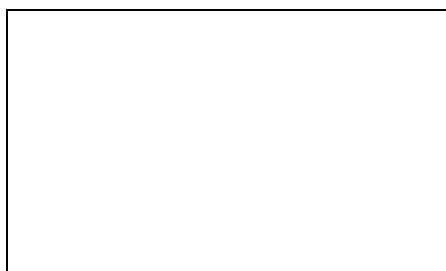


Espacio para diagrama

- 23.** Se desea ayudar a una persona a mover un carro varado en la calle 63. Si entre varias personas se aplica una fuerza de 1100Nw al coche cuya masa es de 850Kg y sabiendo que la fricción entre las llantas del coche y el pavimento es de 500Nw (graficar y realizar diagrama de cuerpo libre)

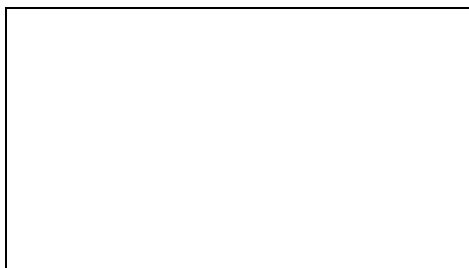


Espacio para gráfico



Espacio para diagrama

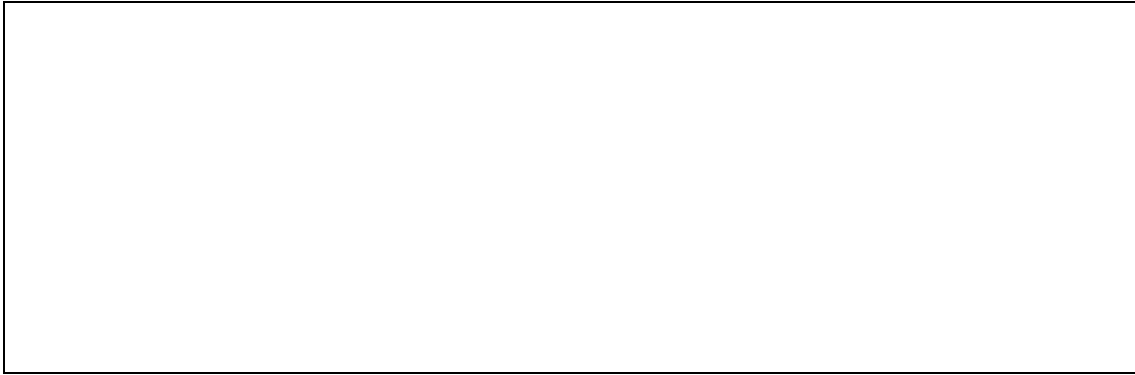
24. Mientras se toma un descanso, una persona deja un bulto de cemento de 10Kg sobre una mesa. ¿Con qué fuerza la mesa reaccionará contra el bulto? Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico. Diga que leyes de Newton intervienen en el problema planteado.



Espacio para gráfico

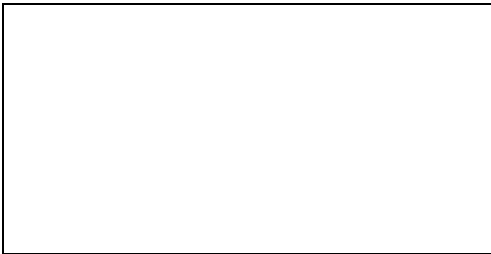


Espacio para diagrama



Espacio para solucionar el problema

25. Realiza el diagrama cuerpo libre de las fuerzas de un bloque en un plano inclinado y de un bloque en un plano horizontal.



Espacio para diagrama



Espacio para Diagrama

12.2 Anexo 2: Prueba Post Test

Post Test Curso 10 __ Nombre: __

Marca con una X sobre la opción que consideres correcta:

1. Una magnitud física es aquella que:
 - a. Necesita módulo, dirección y sentido para determinarse.
 - b. Solo necesita el módulo y la unidad de medida.
 - c. Necesita módulo, dirección, sentido unidad de medida para determinarse.
 - d. Ninguna de las anteriores.
2. Cuando se realiza una suma vectorial y su resultado es cero (0), esto indica gráficamente que:
 - a. La cola del último vector coincidió con la del primero.
 - b. La cola del último vector coincidió con la cabeza del primero.
 - c. La cabeza del último vector coincidió con la del último.
 - d. La cabeza del último vector coincidió con la cola del primero.
3. Dos vectores serán ortogonales si y sólo si:
 - a. El producto de sus módulos es escalar.
 - b. El producto punto entre ellos es escalar.
 - c. El producto vectorial entre ellos es escalar.
 - d. El producto entre ellos da por resultado (1) uno.
4. Graficar y dar valores para dos vectores ortogonales.



Espacio para el gráfico

5. ¿Cuáles son los dos grandes grupos en los cuales se clasifican las fuerzas físicas?

6. El término derivadas y fundamentales hace referencia a:

- a. Clases de Vectores
- b. Clases de Fuerzas
- c. Clases de Magnitudes Físicas
- d. Todas las anteriores

7. Enuncie el primer principio de la dinámica y explíquelo a través de un ejemplo gráfico.

8. El peso es una fuerza de contacto que nace gracias a la aceleración de la gravedad de la tierra sobre un cuerpo.

Con base en lo anterior:

- a. Cuanto más alto se esté, mayor peso se tendrá.
- b. Cuanto más bajo se esté, menor peso se tendrá.
- c. El peso no depende de ninguna de las anteriores.
- d. Ninguna de las anteriores.

9. En un plano inclinado:

- a. A mayor ángulo de inclinación mayor fuerza de fricción.
- b. A mayor ángulo de inclinación menor

fuerza de fricción.

c. La fricción no depende del ángulo de inclinación.

d. Ninguna de las anteriores

10. ¿En qué condiciones se hace necesario tener en cuenta componentes para las fuerzas?

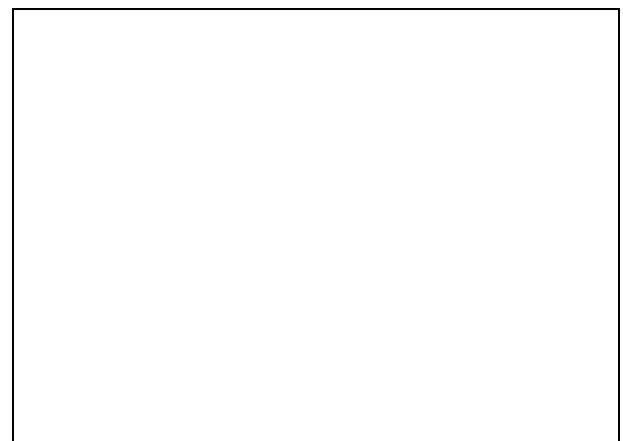
11. De no existir la primera tercera ley de Newton, ¿Qué pasaría con un cuerpo que reposa sobre una mesa?

12. Se tiene un sistema con $m= 10\text{Kg}$, $\mu= 0.75$ y $\theta= 30^\circ$. Se desea determinar la aceleración de un bloque que se desliza “en bajada” sobre un plano inclinado. De cambiar la masa del cuerpo manteniendo

los otros mismos valores ¿Habrá varianza de la aceleración del cuerpo?

Explicar

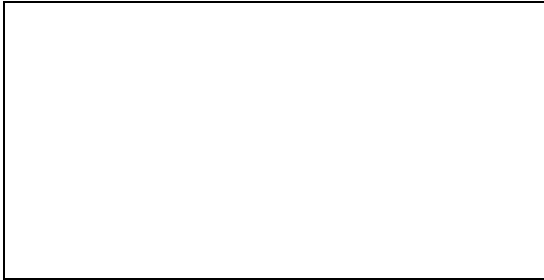
13. Explique qué es un diagrama de cuerpo libre y grafique uno.



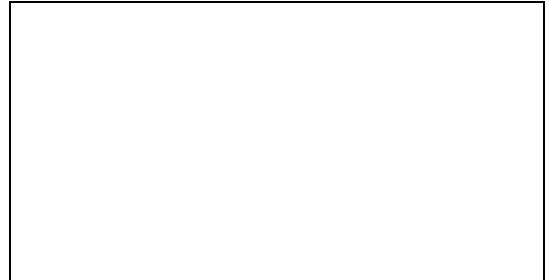
Espacio para el gráfico

14. Un estudiante al ser empujado por una fuerza de 15Nw adquiere una aceleración de 5m/S^2 .

Realizar el diagrama de cuerpo libre y un gráfico en relación al problema planteado.

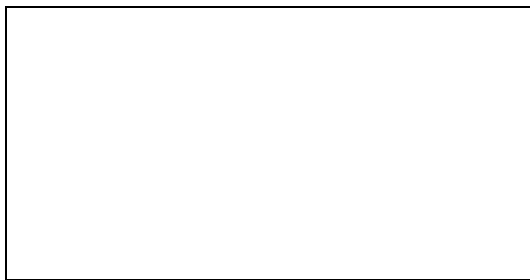


Espacio para gráfico

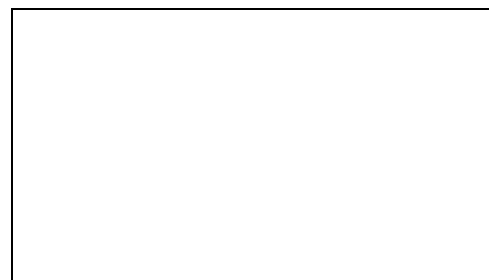


Espacio para diagrama

15. ¿Cuál es la masa corporal de una persona cuyo peso es de 65Nw en Plutón, sabiendo que la gravedad en este planeta es de 0.62 m/S^2 ? Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico en relación al problema



Espacio para gráfico



Espacio para diagrama

Espacio para solucionar el problema

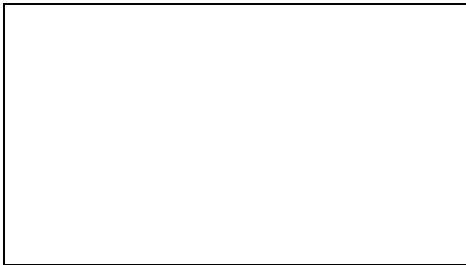
- 16.** Se desea ayudar a mover una caja para el día de las madres aplicando una fuerza horizontal de 45Nw sobre ésta. Sabiendo que el coeficiente de fricción es de $\mu=0.1$ y que la masa de la caja es de 50Kg, determinar la aceleración de la caja y la distancia recorrida por la caja luego de 5s. Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico del problema.

Espacio para gráfico

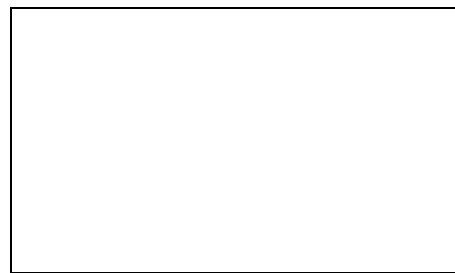
Espacio para diagrama

Espacio para solucionar el problema

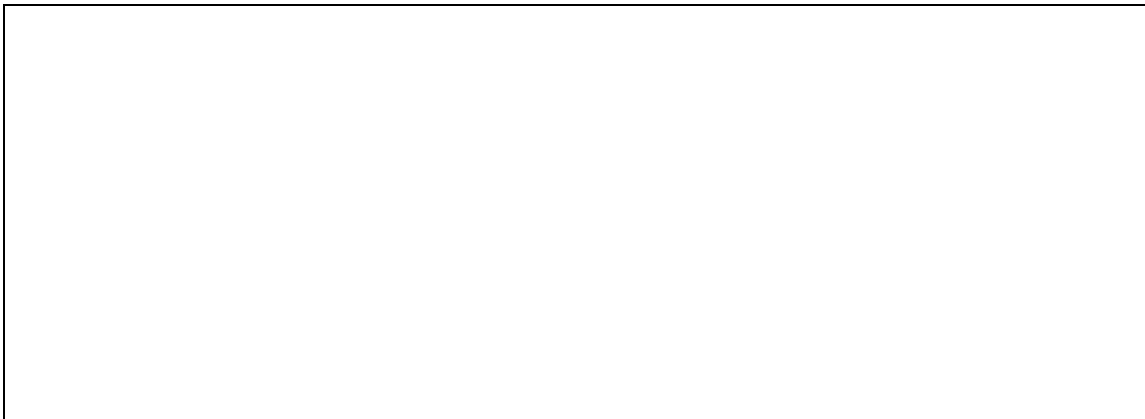
17. Se desea acomodar el sofá de tal manera que quede más cerca al televisor y de ésta manera se pueda jugar más cómodo. Se tiene que: la masa del sofá es de $m=20\text{Kg}$, el estudiante desplaza 1m en 2s y el coeficiente de fricción es de $\mu=0.1$ ¿Qué fuerza aplicó el estudiante para mover el sofá?



Espacio para gráfico

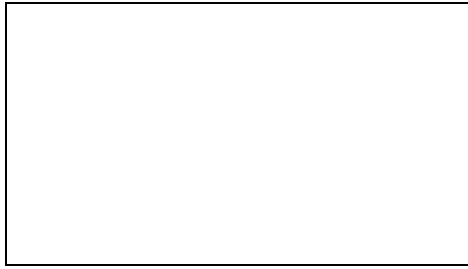


Espacio para diagrama

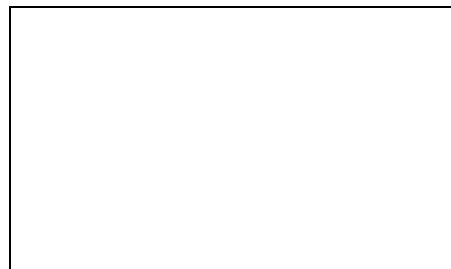


Espacio para solucionar el problema

18. Un estudiante desliza su mascota por un rodadero el cual tiene un ángulo de 30° de inclinación con el suelo. Si la mascota tiene una masa de $8,5\text{ Kg}$ y su coeficiente de rozamiento con el rodadero es de $\mu=0.2$, determinar aceleración y el tiempo en recorrer 2m del rodadero. (No resolver, sólo graficar y realizar diagrama de cuerpo libre)

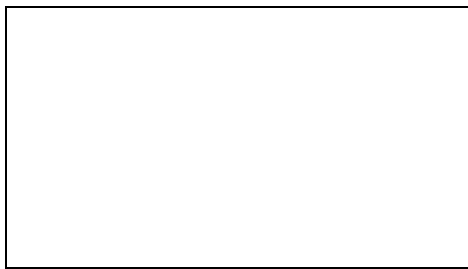


Espacio para gráfico

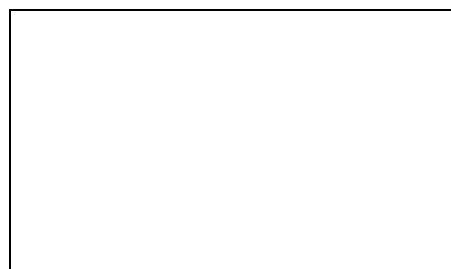


Espacio para diagrama

19. Se tiene una masa suspendida de dos cables. En la parte izquierda del muro, el primer cable forma un ángulo de 35° con la horizontal y en la parte derecha forma un ángulo de 45° grados con la horizontal. Si bajo la masa se encuentra otra masa suspendida por un resorte amarrado a la primera, realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico. (No resolver)

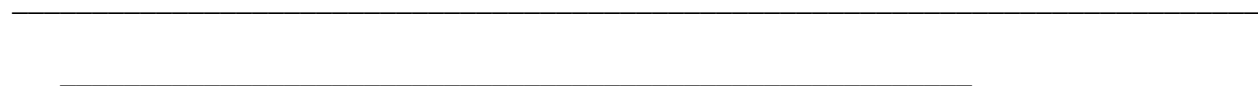


Espacio para gráfico



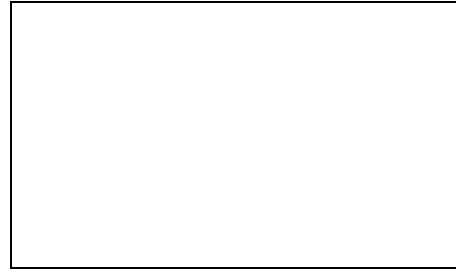
Espacio para diagrama

20. Mientras se toma un descanso, una persona deja un bulto de cemento de 10Kg sobre una mesa. ¿Con qué fuerza la mesa reaccionará contra el bulto? Realizar diagrama de cuerpo libre y gráfico. Diga que leyes de Newton intervienen en el problema planteado.





Espacio para gráfico

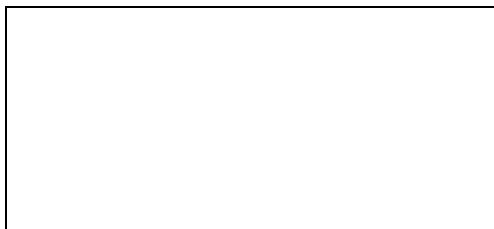


Espacio para diagrama

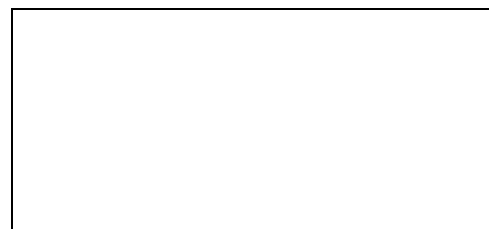


Espacio para solucionar el problema

21. Realiza el diagrama cuerpo libre de las fuerzas de un bloque en un plano inclinado y de un bloque en un plano horizontal. Diga en que se diferencias éstas dos.



Espacio para gráfico



Espacio para diagrama

22. Diga qué diferencia hay entre el coeficiente de fricción y la fuerza de fricción. De ser diferentes especifique las unidades de cada una. De ser iguales, solo especifique la unidad a la cual se encuentran asociadas:

23. El peso y la Normal son fuerzas opuestas entre sí las cuales:

- a. Siempre son de igual módulo y sentido opuesto.
- b. Siempre son de igual módulo e igual sentido.
- c. Siempre son de igual módulo y el sentido puede variar.
- d. Siempre son de igual módulo el sentido jamás puede variar.

24. Elija verdadero si la afirmación es cierta o falso si no lo es: *Las fuerzas son vectores.*

- a. Verdadero
- b. Falso

25. Al arrancar un transbordador espacial, los principios de la dinámica que actúan son:

- a. Primero, Segundo y Tercero
- b. Primero y Segundo
- c. Primero y Tercero
- d. Segundo y Tercero

12.3 Anexo 3: Resultados Pre Test

Pre Test – Asertividad (Grupo Experimental)

A continuación se muestra una tabla en la cual se encuentran la cantidad de respuestas acertadas y no acertadas con cada componente para el grupo experimental 10-A:

GRUPO EXPERIMENTAL 10-A								
Correcta					Incorrecta			
Pregunta	Teoría	Gráfico	Diagrama	Proceso	R. Teoría	R. Diagrama	R. Gráfico	R. Proceso
1	29				5			
2	30				4			
3	8				26			
4	24				10			
5	32				2			
6	29	10			5	24		
7	21				13			
8		5				29		
9	0				34			
10	18	8			16	26		
11	8				26			

12	14				20			
13	9				25			
14	14				20			
15	14				20			
16	7				27			
17	0	2			34	32		
18		20	0			14	34	
19		19	0	7		15	34	27
20		24	0	8		10	34	26
21		20	0	5		14	34	29
22		21	0			13	34	
23		23	0			11	34	
24	15	13	0	4	19	21	34	30
25		0			34			

Tabla aciertos y desaciertos por pregunta grupo experimental 10-A

Los resultados de la tabla anterior muestran la cantidad de estudiantes que acertaron a dicha pregunta según el componente de cada una y la cantidad de estudiantes que no la acertaron.

Según esto se tiene:

Pregunta	% de Acertividad				Pregunta	% de Acertividad			
	Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución		Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución
1	72,5				14	41,1764706			
2	75				15	41,1764706			
3	20				16	20,5882353			
4	60				17	0	5		
5	80		0	0	18		50	0	
6	72,5	25	0	0	19		47,5	0	20
7	52,5		0	0	20		60	0	12,5
8		12,5	0	0	21		50	0	0
9	0		0	0	22		52,5	0	
10	45	20	0	0	23		57,5	0	
11	20		0	44,1176471	24	44,1176471	32,5	0	0
12	35		0	0	25		0		
13	22,5		0	0					

Tabla de porcentajes de aciertos por pregunta grupo experimental 10-A

Pre Test – Asertividad (Grupo Control)

GRUPO CONTROL 10-B								
Correcta					Incorrecta			
Pregunt	Teoría	Gráfico	Diagram	Proceso	R. Teoría	R. Diagar	R. Gráfico	R. Proces
1	30				4			
2	29				5			
3	4				30			
4	26				8			
5	30				4			
6	16	9			18		25	
7	14				20			
8		5					29	
9	0				34			
10	18	6			16		28	
11	7				27			
12	12				22			
13	5				29			
14	16				18			
15	9				25			
16	3				31			
17	3	2			31		32	

18		17	1			17	33	
19		11	1	5		23	34	29
20		10	0	4		24	34	30
21		4	0	1		30	34	33
22		4	0			30	34	
23		2	0			32	34	
24	8	1	0	0		33	34	34
25		0	0			34	34	

Tabla aciertos y desaciertos por pregunta grupo control 10-B

Los resultados de la tabla anterior muestran la cantidad de estudiantes que acertaron a dicha pregunta según el componente de cada una y la cantidad de estudiantes que no la acertaron.

Según esto se tiene:

Pregunta	% de Acertividad				Pregunta	% de Acertividad			
	Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución		Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución
1	75				14	40			
2	72,5				15	22,5			
3	10				16	7,5			
4	65				17	7,5	5		
5	75		0	0	18		42,5	2,5	
6	40	22,5	0	0	19		27,5	2,5	10
7	35		0	0	20		25	0	2,5
8		12,5	0	0	21		10	0	0
9	0		0	0	22		10	0	
10	45	15	0	0	23		5	0	
11	17,5		0	23,5294118	24	20	2,5	0	0
12	30		0	0	25		0		
13	12,5		0	676,470588					

Tabla porcentajes de aciertos por pregunta grupo de control 10-B

Pre Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Experimental)

A continuación se muestran los resultados con base en resultados cuantitativos (notas) de cada grupo:

10 A - Grupo Experimental									PRE TEST	
Estudiante	Teoría		Diagramación				Solución		Total	%Error
	Preg. bien	Nota teoría	Gráfico		Diagrama		Preg. bien	Nota soluci.		
			Preg. bien	Nota gráfica	Preg. bien	Nota diagram				
1	8	4,705882353	5	4,54545455	0	0	0	0	3,25	0,0675
2	4	2,352941176	3	2,72727273	0	0	0	0	1,75	0,0825
3	8	4,705882353	6	5,45454545	0	0	2	5	4	0,06
4	6	3,529411765	3	2,72727273	0	0	0	0	2,25	0,0775
5	5	2,941176471	2	1,81818182	0	0	2	5	2,25	0,0775
6	5	2,941176471	4	3,63636364	0	0	1	2,5	2,5	0,075
7	2	1,176470588	0	0	0	0	1	2,5	0,75	0,0925
8	8	4,705882353	5	4,54545455	0	0	2	5	3,75	0,0625
9	9	5,294117647	9	8,18181818	0	0	1	2,5	4,75	0,0525
10	11	6,470588235	9	8,18181818	0	0	0	0	5	0,05
11	14	8,235294118	8	7,27272727	0	0	0	0	5,5	0,045
12	10	5,882352941	7	6,36363636	0	0	2	5	4,75	0,0525
13	8	4,705882353	6	5,45454545	0	0	1	2,5	3,75	0,0625
14	6	3,529411765	5	4,54545455	0	0	0	0	2,75	0,0725
15	8	4,705882353	7	6,36363636	0	0	1	2,5	4	0,06
16	7	4,117647059	6	5,45454545	0	0	0	0	3,25	0,0675
17	5	2,941176471	3	2,72727273	0	0	2	5	2,5	0,075
18	7	4,117647059	1	0,90909091	0	0	0	0	2	0,08
19	8	4,705882353	6	5,45454545	0	0	0	0	3,5	0,065
20	9	5,294117647	0	0	0	0	1	2,5	2,5	0,075
21	9	5,294117647	2	1,81818182	0	0	0	0	2,75	0,0725
22	12	7,058823529	8	7,27272727	0	0	2	5	5,5	0,045
23	8	4,705882353	5	4,54545455	0	0	0	0	3,25	0,0675
24	9	5,294117647	5	4,54545455	0	0	0	0	3,5	0,065
25	7	4,117647059	6	5,45454545	0	0	1	2,5	3,5	0,065
26	9	5,294117647	4	3,63636364	0	0	0	0	3,25	0,0675
27	10	5,882352941	7	6,36363636	0	0	0	0	4,25	0,0575
28	6	3,529411765	4	3,63636364	0	0	0	0	2,5	0,075
29	8	4,705882353	6	5,45454545	0	0	2	5	4	0,06
30	5	2,941176471	4	3,63636364	0	0	1	2,5	2,5	0,075
31	7	4,117647059	4	3,63636364	0	0	0	0	2,75	0,0725
32	8	4,705882353	3	2,72727273	0	0	0	0	2,75	0,0725
33	6	3,529411765	5	4,54545455	0	0	0	0	2,75	0,0725
34	11	6,470588235	7	6,36363636	0	0	2	5	5	0,05

Tabla de Resultados cuantitativos grupo experimental 10 - A

Los estudiantes en rojo son estudiantes repitentes, que vieron el tema el año pasado. Por otra parte, los estudiantes en verde serán una muestra a la cual se le aplicará un simulador basado en realidad aumentada puesto también en la aplicación, a modo de verificar si puede ser un componente significativo en el proceso de aprendizaje. El error,

hace referencia al porcentaje de error en el cálculo de los diferentes porcentajes, debido a los decimales de cada elemento.

Respecto al grupo 10 – B se tiene cuantitativamente:

Estudiante	10 B - Grupo Control								PRE TEST	
	Teoría		Diagramación				Solución		Total	%Error
	Preg. bien	Nota teoría	Gráfico	Nota gráfica	Diagrama	Preg. bien	Nota diagram	Preg. bien		
1	11	6,47058824	4	3,63636364	0	0	2	5	4,25	0,0575
2	2	1,17647059	2	1,81818182	0	0	0	0	1	0,09
3	8	4,70588235	2	1,81818182	0	0	1	2,5	2,75	0,0725
4	5	2,94117647	3	2,72727273	0	0	0	0	2	0,08
5	4	2,35294118	1	0,90909091	0	0	0	0	1,25	0,0875
6	5	2,94117647	2	1,81818182	0	0	0	0	1,75	0,0825
7	5	2,94117647	0	0	0	0	0	0	1,25	0,0875
8	9	5,29411765	1	0,90909091	0	0	1	2,5	2,75	0,0725
9	4	2,35294118	0	0	0	0	0	0	1	0,09
10	3	1,76470588	2	1,81818182	0	0	0	0	1,25	0,0875
11	5	2,94117647	2	1,81818182	0	0	1	2,5	2	0,08
12	13	7,64705882	5	4,54545455	1	1,25	2	5	5,25	0,0475
13	5	2,94117647	2	1,81818182	0	0	0	0	1,75	0,0825
14	8	4,70588235	3	2,72727273	0	0	1	2,5	3	0,07
15	6	3,52941176	5	4,54545455	0	0	0	0	2,75	0,0725
16	6	3,52941176	1	0,90909091	0	0	0	0	1,75	0,0825
17	8	4,70588235	2	1,81818182	0	0	0	0	2,5	0,075
18	10	5,88235294	2	1,81818182	0	0	1	2,5	3,25	0,0675
19	11	6,47058824	3	2,72727273	1	1,25	0	0	3,75	0,0625
20	6	3,52941176	0	0	0	0	0	0	1,5	0,085
21	4	2,35294118	1	0,90909091	0	0	0	0	1,25	0,0875
22	8	4,70588235	2	1,81818182	0	0	0	0	2,5	0,075
23	7	4,11764706	2	1,81818182	0	0	0	0	2,25	0,0775
24	5	2,94117647	3	2,72727273	0	0	0	0	2	0,08
25	9	5,29411765	1	0,90909091	0	0	0	0	2,5	0,075
26	7	4,11764706	2	1,81818182	0	0	0	0	2,25	0,0775
27	8	4,70588235	1	0,90909091	0	0	0	0	2,25	0,0775
28	8	4,70588235	2	1,81818182	0	0	0	0	2,5	0,075
29	5	2,94117647	2	1,81818182	0	0	0	0	1,75	0,0825
30	9	5,29411765	3	2,72727273	0	0	0	0	3	0,07
31	10	5,88235294	4	3,63636364	0	0	1	2,5	3,75	0,0625
32	5	2,94117647	1	0,90909091	0	0	0	0	1,5	0,085
33	3	1,76470588	2	1,81818182	0	0	0	0	1,25	0,0875
34	8	4,70588235	3	2,72727273	0	0	0	0	2,75	0,0725

Tabla de Resultados cuantitativos grupo control 10 - B

En la tabla anterior se observa la valoración cuantitativa de cada estudiante en cada componente del Pre Test. Los estudiantes en rojo son estudiantes repitentes, que vieron el

tema el año pasado. Al igual que en grupo anterior el error hace referencia al porcentaje de error en el cálculo de los diferentes porcentajes, debido a los decimales de cada elemento

12.4 Anexo 4: Resultados Post Test

Post Test – Asertividad (Grupo Experimental)

A continuación se muestra la tabla de asertividad del grupo experimental, grado 10 – A:
 Los resultados de la tabla anterior muestran la cantidad de estudiantes que acertaron a dicha pregunta según el componente de cada una y la cantidad de estudiantes que no la acertaron.
 Según esto se tiene:

DECIMO A									
Pregunta	% de Acertividad				Pregunta	% de Acertividad			
	Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución		Teoría	Gráfico	Driagrama	Solución
1	75				14	75			
2	70				15	70			
3	62,5				16	77,5			
4		42,5			17	82,5	72,5		
5	67,5				18		80	75	
6	77,5				19		77,5	75	65
7	72,5	55			20		75	75	70
8	70				21		67,5	67,5	60
9	67,5				22		72,5	57,5	
10	75				23		55	50	
11	70				24	67,5	70	70	50
12	77,5				25	65	72,5	55	
13	82,5	72,5							

Tabla de porcentaje de asertividad por pregunta, Grupo Experimental 10 - A

Post Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Experimental)

Ahora bien, para realizar un análisis puntual se hace necesario tener los resultados cuantitativos (nota valorativa) del grupo, los cuales se muestran a continuación:

Grupo Experimental 10- A Post Test										
Estudiante	Teoría		Diagramación				Solucion		Total	%Error
	Preg bien	Nota teor	Preg bien	Nota grafi	Preg bien	Nota diagr	Preg bien	Nota solu		
1	14	7,77777778	11	10	5	6,25	3	7,5	8,049069444	0,01950931
2	14	7,77777778	8	7,27272727	6	7,5	2	5	6,887626263	0,03112374
3	17	9,44444444	5	4,54545455	7	8,75	2	5	6,934974747	0,03065025
4	13	7,22222222	9	8,18181818	7	8,75	4	10	8,538510101	0,0146149
5	14	7,77777778	9	8,18181818	6	7,5	3	7,5	7,73989899	0,02260101
6	15	8,33333333	8	7,27272727	7	8,75	3	7,5	7,964015152	0,02035985
7	16	8,88888889	9	8,18181818	7	8,75	2	5	7,705176768	0,02294823
8	15	8,33333333	8	7,27272727	6	7,5	3	7,5	7,651515152	0,02348485
9	17	9,44444444	10	9,09090909	8	10	2	5	8,383838384	0,01616162
10	16	8,88888889	9	8,18181818	6	7,5	3	7,5	8,017676768	0,01982323
11	15	8,33333333	10	9,09090909	7	8,75	3	7,5	8,418560606	0,01581439
12	16	8,88888889	6	5,45454545	7	8,75	3	7,5	7,648358586	0,02351641
13	17	9,44444444	9	8,18181818	6	7,5	2	5	7,531565657	0,02468434
14	15	8,33333333	8	7,27272727	7	8,75	3	7,5	7,964015152	0,02035985
15	13	7,22222222	9	8,18181818	6	7,5	2	5	6,976010101	0,0302399
16	15	8,33333333	10	9,09090909	7	8,75	3	7,5	8,418560606	0,01581439
17	16	8,88888889	8	7,27272727	4	5	3	7,5	7,16540404	0,02834596
18	14	7,77777778	9	8,18181818	6	7,5	2	5	7,11489899	0,02885101
19	17	9,44444444	9	8,18181818	7	8,75	3	7,5	8,469065657	0,01530934
20	17	9,44444444	8	7,27272727	7	8,75	2	5	7,616792929	0,02383207
21	14	7,77777778	8	7,27272727	6	7,5	3	7,5	7,512626263	0,02487374
22	13	7,22222222	9	8,18181818	6	7,5	3	7,5	7,601010101	0,0239899
23	14	7,77777778	9	8,18181818	7	8,75	4	10	8,67739899	0,01322601
24	16	8,88888889	10	9,09090909	7	8,75	3	7,5	8,557449495	0,01442551
25	15	8,33333333	9	8,18181818	5	6,25	4	10	8,191287879	0,01808712
26	14	7,77777778	8	7,27272727	4	5	3	7,5	6,887626263	0,03112374
27	13	7,22222222	9	8,18181818	5	6,25	4	10	7,913510101	0,0208649
28	12	6,66666667	8	7,27272727	6	7,5	3	7,5	7,234848485	0,02765152
29	15	8,33333333	8	7,27272727	4	5	3	7,5	7,026515152	0,02973485
30	18	10	8	7,27272727	6	7,5	2	5	7,443181818	0,02556818
31	16	8,88888889	9	8,18181818	6	7,5	3	7,5	8,017676768	0,01982323
32	16	8,88888889	10	9,09090909	7	8,75	3	7,5	8,557449495	0,01442551
33	17	9,44444444	10	9,09090909	7	8,75	4	10	9,321338384	0,00678662
34	13	7,22222222	9	8,18181818	5	6,25	3	7,5	7,288510101	0,0271149

Tabla de resultados Cuantitativos Post Test, Grupo Experimental 10 - A

En la tabla anterior se observa la valoración cuantitativa de cada estudiante en cada componente del Post Test. Los estudiantes en rojo son estudiantes repitentes, que vieron el tema el año pasado. Por otra parte, los estudiantes en verde son una muestra con la cual se trabajó un simulador basado en realidad aumentada puesto también en la aplicación, a modo de verificar si puede ser un componente significativo en el proceso de aprendizaje. El error, hace referencia al porcentaje de error en el cálculo de los diferentes porcentajes, debido a los decimales de cada elemento.

Post Test – Asertividad (Grupo Control)

10B Post Test								
Pregunta	Correcta				Incorrecta			
	Teoría Acertada	Correcto Gráfico	Correcto Diagrama	Correcto Proceso	Teoría Incorrecta	Incorrecto Diagrama	Incorrecto Gráfico	Incorrecto Proceso
1	19				15			
2	33				1			
3	10				24			
4		11			23			
5	11				23			
6	32				2			
7	20	18			14			
8	13				21			
9	13				21			
10	19				15			
11	22				12			
12	17				17			
13	17	18			17			
14		31	30			4	4	
15		21	21	15		13	13	19
16		22	19	26		15	15	8
17		14	13	25		21	21	9
18		20	12			22	22	
19		29	24			10	10	
20	15	14	13	14	19	21	21	20
21	16	24	23		18	11	11	
22	18				16			
23	22				12			
24	2				32			
25	8				26			

Tabla de aciertos y desaciertos por pregunta grupo control 10-B

Los resultados de la tabla anterior muestran la cantidad de estudiantes que acertaron a dicha pregunta según el componente de cada una y la cantidad de estudiantes que no la acertaron. Según esto se tiene:

DECIMO B									
Pregunta	% de Acertividad				Pregunta	% de Acertividad			
	Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución		Teoría	Gráfico	Diagrama	Solución
1	47,5				14	75			
2	82,5				15	70			
3	25				16	77,5			
4		27,5			17	82,5	72,5		
5	27,5				18		80	75	
6	80				19		77,5	75	65
7	50	45			20		75	75	70
8	32,5				21		67,5	67,5	60
9	32,5				22		72,5	57,5	
10	47,5				23		55	50	
11	55				24		70	70	50
12	42,5				25	65	72,5	55	
13	42,5	45							

Tabla de porcentaje de asertividad por pregunta, Grupo Control 10 - B

Post Test – Resultados Cuantitativos (Grupo Control)

Ahora bien, para realizar un análisis puntual se hace necesario tener los resultados cuantitativos (nota valorativa) del grupo, los cuales se muestran a continuación:

Grupo Control 10- B Post Test										
Estudiante	Teoría		Diagramación				Solucion		Total	%Error
	Preg bien	Nota teor	Preg bien	Nota grafi	Preg bien	Nota diagr	Preg bien	Nota solu		
1	9	5	9	8,18181818	5	6,25	3	7,5	6,341625	0,03658375
2	6	3,33333333	9	8,18181818	4	5	2	5	5,12233333	0,04877667
3	14	7,77777778	5	4,54545455	5	6,25	2	5	6,341319444	0,03658681
4	8	4,44444444	6	5,45454545	7	8,75	3	7,5	5,853486111	0,04146514
5	6	3,33333333	7	6,36363636	2	2,5	2	5	4,146583333	0,05853417
6	8	4,44444444	8	7,27272727	7	8,75	3	7,5	6,341486111	0,03658514
7	9	5	6	5,45454545	4	5	1	2,5	4,87825	0,0512175
8	8	4,44444444	8	7,27272727	2	2,5	2	5	4,878361111	0,05121639
9	10	5,55555556	8	7,27272727	7	8,75	3	7,5	6,829263889	0,03170736
10	5	2,77777778	6	5,45454545	4	5	2	5	4,146444444	0,05853556
11	9	5	6	5,45454545	3	3,75	3	7,5	5,121875	0,04878125
12	9	5	5	4,54545455	6	7,5	2	5	5,36575	0,0463425
13	9	5	8	7,27272727	7	8,75	2	5	6,341625	0,03658375
14	9	5	4	3,63636364	6	7,5	2	5	5,12175	0,0487825
15	14	7,77777778	8	7,27272727	7	8,75	3	7,5	7,804819444	0,02195181
16	10	5,55555556	3	2,72727273	3	3,75	2	5	4,390013889	0,05609986
17	14	7,77777778	7	6,36363636	2	2,5	3	7,5	6,341444444	0,03658556
18	9	5	6	5,45454545	5	6,25	2	5	5,365875	0,04634125
19	9	5	9	8,18181818	7	8,75	3	7,5	6,829375	0,03170625
20	9	5	8	7,27272727	6	7,5	2	5	6,09775	0,0390225
21	7	3,88888889	7	6,36363636	2	2,5	2	5	4,390472222	0,05609528
22	14	7,77777778	8	7,27272727	4	5	1	2,5	6,585694444	0,03414306
23	5	2,77777778	7	6,36363636	6	7,5	2	5	4,878194444	0,05121806
24	8	4,44444444	9	8,18181818	4	5	3	7,5	5,853861111	0,04146139
25	5	2,77777778	6	5,45454545	3	3,75	3	7,5	4,146319444	0,05853681
26	9	5	6	5,45454545	4	5	2	5	5,122	0,04878
27	6	3,33333333	9	8,18181818	7	8,75	3	7,5	6,097708333	0,03902292
28	13	7,22222222	5	4,54545455	2	2,5	3	7,5	5,609555556	0,04390444
29	11	6,11111111	5	4,54545455	5	6,25	2	5	5,609652778	0,04390347
30	12	6,66666667	3	2,72727273	2	2,5	3	7,5	4,877666667	0,05122333
31	8	4,44444444	7	6,36363636	3	3,75	3	7,5	5,121986111	0,04878014
32	6	3,33333333	4	3,63636364	7	8,75	3	7,5	4,877708333	0,05122292
33	9	5	8	7,27272727	1	1,25	2	5	4,878375	0,05121625
34	10	5,55555556	2	1,81818182	6	7,5	1	2,5	4,633888889	0,05366111

Tabla de resultados Cuantitativos Post Test, Grupo Control 10 - B

En la tabla anterior se observa la valoración cuantitativa de cada estudiante en cada componente del Post Test. Los estudiantes en rojo son estudiantes repitentes, que vieron el tema el año pasado. El error, hace referencia al porcentaje de error en el cálculo de los diferentes porcentajes, debido a los decimales de cada elemento.



12.5 Anexo 5: Marcadores Ejemplos

Colegio Antonio Nariño H.H. Corazonistas

Guía A.R. Physics (Ejemplos)

En tu celular al abrir la aplicación *A.R. Physics* e ingresar a la opción “Conceptos” observarás la opción “Ejemplos”. Al iniciarla se activará automáticamente la cámara de tu celular. Ubícala sobre las imágenes acá mostradas (una a una) y observa.

1. Ejemplo Número 1:



2. Ejemplo Número 2:



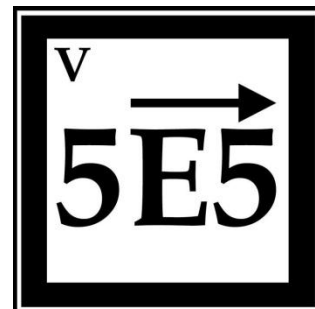
3. Ejemplo Número 3:



4. Ejemplo Número 4:



5. Ejemplo Número 5:



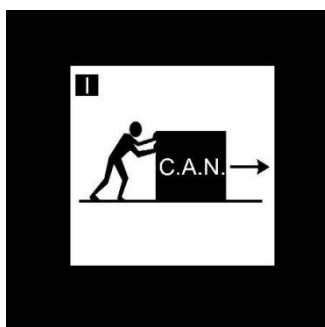


12.6 Anexo 6: Guía Ejercicios usando Realidad Aumentada

Colegio Antonio Nariño H.H. Corazonistas

Guía A.R. Physics (Ejemplos)

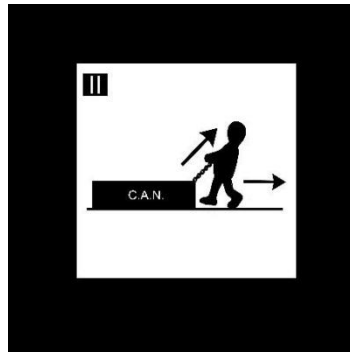
1. En la biblioteca del C.A.N. se desea mover una caja llena de libros ubicada en el suelo, aplicando una fuerza horizontal de 45N sobre esta. Sabiendo que el coeficiente de fricción es de $\mu=0.1$ y que la masa de la caja es de 50Kg , determinar
 - a. Aceleración de la caja
 - b. Espacio (distancia) recorrida por la caja luego de 5 segundos.



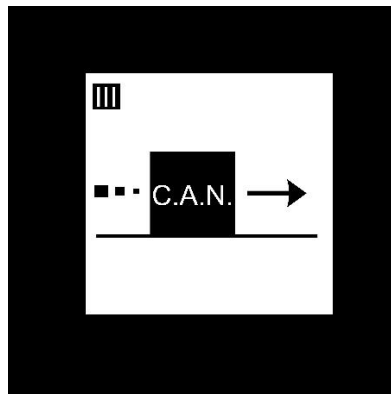
2. En clase de educación física se desea halar una colchoneta de masa $=10\text{Kg}$, aplicando una fuerza de 60N la cual forma un ángulo de $\alpha=65^\circ$ con la horizontal. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento de la colchoneta con el suelo es de $\mu=0.1$, determinar:
 - c. Aceleración de la colchoneta
 - d. Velocidad a los 3 segundos de estarla halando.

Nota: Para halarla se emplea una cadena anclada a la colchoneta. Se desprecia el peso

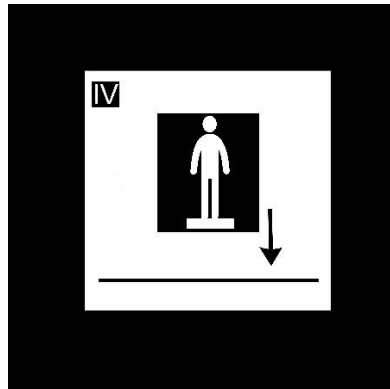
de la cadena.



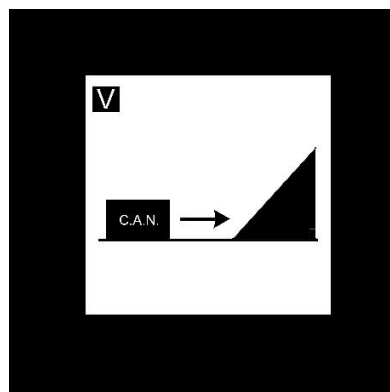
3. Un estudiante desliza un cuaderno sobre una de las mesas de la biblioteca para pasarlo a otro compañero. El cuaderno se desliza inicialmente con una velocidad de 20m/s y se detiene 80cm después de ser deslizado por el estudiante. Si la masa del cuaderno es de 250gr , determinar el coeficiente de rozamiento o de fricción de la mesa con el cuaderno.



4. Un estudiante desea cumplir un reto el cual consiste en medir su peso sobre una báscula en el suelo de un ascensor para publicar un video en Youtube. Si el estudiante tiene una masa $m=70\text{Kg}$, determinar:
- El valor marcado por la báscula cuando el ascensor sube acelerando con una aceleración de 2m/s^2
 - El valor de la báscula si el ascensor cae al romperse el cable que lo sostiene.

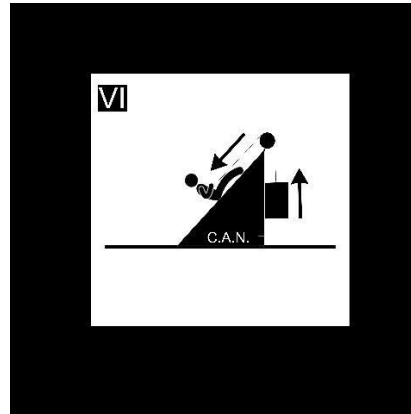


5. En un supermercado, un ayudante desliza una caja con productos cárnicos a lo largo de una superficie horizontal y con una velocidad de 3m/sg . A 2m de distancia se encuentra una rampa inclinada la cual forma un ángulo de 20° con la horizontal. ¿Hasta qué altura de la rampa subirá la caja si el coeficiente de fricción de la caja con el suelo es de $\mu=0.2$ en todo su recorrido?

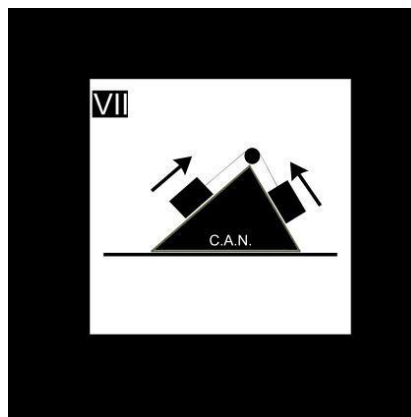


6. Un estudiante asiste a un gimnasio y usa una máquina para ejercitar pierna y espalda. La intención es recostarse sobre una banca inclinada y halar una pesa a través de un cable. Si el estudiante tiene una masa de 65kg y genera un coeficiente de fricción con

la banca de $\mu = 0.4$, determinar la aceleración del sistema si el ángulo de inclinación de la banca respecto al suelo (la horizontal) es de 30° y desea comenzar su rutina con una pesa de 20kg.



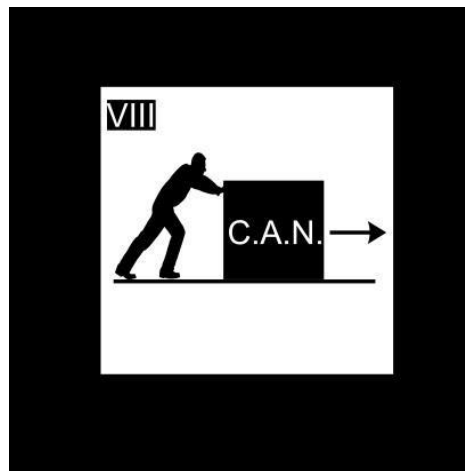
7. En un experimento para la asignatura de Física, se colocan dos masas sobre un plano inclinado. La masa número uno es de $m_1 = 5\text{Kg}$ y la masa número dos es de $m_2 = 3.5\text{Kg}$. Además, la masa uno (m_1) está del lado en el cual el plano forma un ángulo de 30° con el suelo (la horizontal) y la masa dos (m_2) está del lado en el cual el plano forma un ángulo de 60° con el suelo (la horizontal). Se dejan las masas de tal forma que se logre observar cómo se comporta el sistema. Determinar la aceleración de éste sabiendo que el coeficiente de fricción de las masas con el plano es de $\mu = 0.3$.



8. En un fin de semana los padres de un estudiante le solicitan barrer el suelo y ordenar

su propia habitación si desea seguir en el computador. Para realizar lo solicitado y evitar que lo regañen, el estudiante debe mover su cama para poder limpiar bajo de ésta. Al empujar con fuerza la cama cuya masa es de $m=20\text{kg}$, el estudiante la desplaza 1m en 2sg . Si el coeficiente de rozamiento de la cama con el suelo es de $\mu = 0.1$.

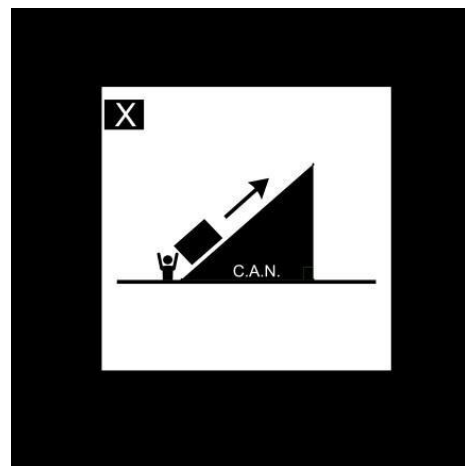
¿Qué fuerza aplicó el estudiante para desplazar la cama y así lograr limpiar bajo ésta?



9. Un estudiante se desliza sobre un rodadero el cual tiene un ángulo de 30° de inclinación con el suelo (la horizontal). Si el estudiante tiene una masa de 50Kg y su coeficiente de rozamiento con el rodadero es de $\mu = 0.2$, determinar:
- La aceleración del estudiante al deslizarse por el rodadero
 - El tiempo que tardará en recorrer 2m del rodadero.




10. Dos estudiantes del C.A.N. empujan un bafle de audio de $m=20\text{Kg}$ para subirlo a un camión por una rampa inclinada la cual tiene un ángulo de inclinación de 20° respecto al suelo (la horizontal). Si el coeficiente de rozamiento entre el bafle y la rampa es de $\mu = 0.2$, determinar la fuerza mínima que deberán aplicar los estudiantes para lograr subir el bafle al camión.








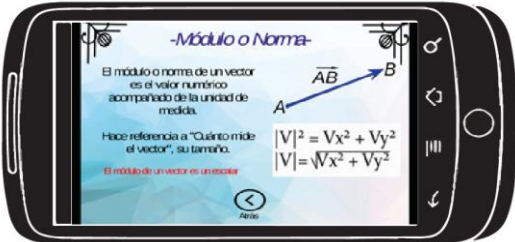
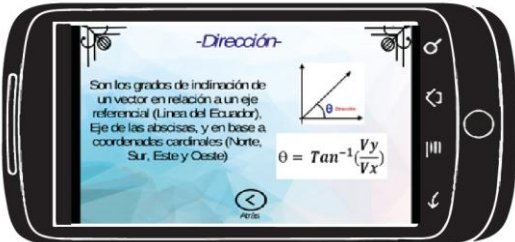

12.7 Anexo 7: Wireframe



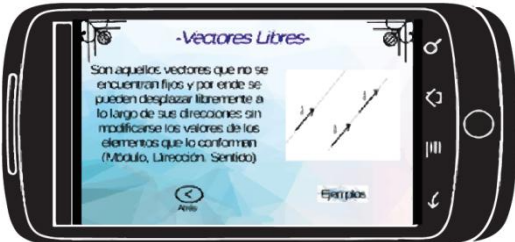

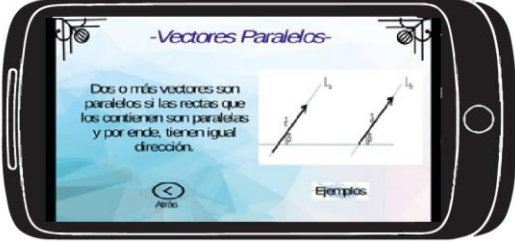
Activities	Descripción
<p data-bbox="272 465 703 501">Activity 1(Logo Unity de inicio)</p> 	<p data-bbox="815 613 1433 680">Esta primera activity nos muestra el software en el cual se realizó la aplicación.</p>
<p data-bbox="284 887 692 922">Activity 2 (Menú Bienvenida)</p> 	<p data-bbox="815 963 1433 1142">En esta activity el usuario recibirá un saludo de bienvenida el cual durara 5segundos, tiempo suficiente para realizar la lectura de esta primera pantalla. Posteriormente cambiara a la siguiente activity.</p>
<p data-bbox="300 1482 676 1518">Activity 3 (Menú Principal)</p> 	<p data-bbox="815 1299 1433 1478">En la siguiente activity encontramos el menú principal en el cual los estudiantes y/o docente podrán seleccionar la parte de la aplicación a la cual desea entrar. A continuación se especificara a que nos conducirá cada botón.</p> <ul data-bbox="863 1487 1433 2002" style="list-style-type: none"> • Conceptos: Este botón los direccionara a la parte teórica que está contenida en la aplicación, la cual posee ejemplos, cálculos y activites con realidad aumentada. • Realidad Aumentada: esta parte de la aplicación se centra en la visualización de los problemas planteados usando como base Realidad Aumentada. • Acerca de: en este botón ingresaran a toda la información que concierne al desarrollo de la aplicación, sus creadores, la universidad, y demás información técnica sobre la aplicación.



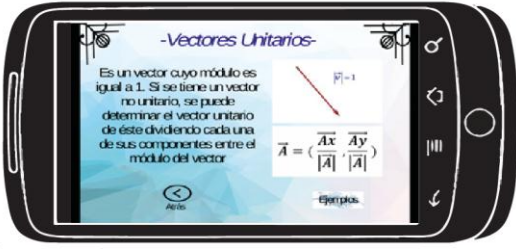

	<p>El usuario encontrara el botón “Salir” el cual le permite salir de la aplicación.</p>
<p>Activity 4 (Menú conceptos)</p> 	<p>En esta activity el usuario encontrara un menú desplegable que le permitirá ingresar a las diferentes opciones que se ofrecen en la aplicación.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 5 (Menú conceptos desplegado)</p> 	<p>Esta activity corresponde al ingreso del usuario a la parte de conceptos, antes visualizados en la Activity 3.</p> <p>Posterior a ingresar en esta activity el usuario encontrara un menú desplegable en el cual tendrá la opción de interactuar con los conceptos base de la presente aplicación. las opciones dispuestas para el usuario son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vectores: al oprimir este botón el usuario ingresara en la activity correspondiente de vectores, y tendrá toda la información necesaria para reforzar el concepto por medio de breves explicaciones y la presentación de ejemplos y ejercicios. • Fuerzas: al oprimir este botón el usuario ingresara en la activity correspondiente de fuerzas, y tendrá toda la información necesaria para reforzar el concepto por medio de breves explicaciones y la presentación de ejemplos y ejercicios. • Ejercicios: aquí encontrara ejercicios complementarios a la temática que se desarrolla en la activity y podrá visualizarlos por medio de Realidad Aumentada. • Formulas: al oprimir este botón el usuario ingresara a la activity de fórmulas en la cual encontrara las formulas necesarias para resolver problemas de fuerzas aplicadas en planos.


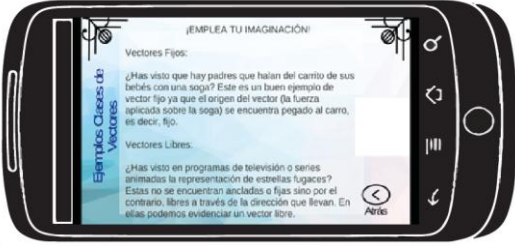
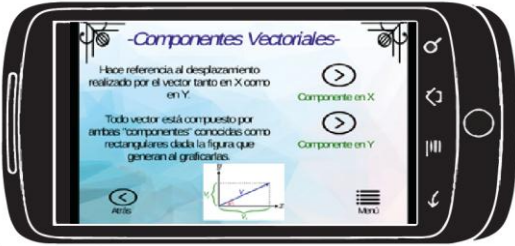

	<p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 6 (Menú Vectores)</p> 	<p>En esta activity el usuario tiene la opción de seleccionar los botones correspondientes a las diferentes temáticas relevantes al concepto de vectores. Las activities que puede seleccionar el usuario son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnitudes Físicas: aquí el usuario ingresara en la activity correspondiente, y tendrá toda la información necesaria para reforzar el concepto por medio de breves explicaciones y la presentación de ejemplos y ejercicios. • Definición: el usuario ingresara en la activity, y tendrá toda la información necesaria para reforzar el concepto por medio de breves explicaciones y la presentación de ejemplos. • Clases: el usuario tendrá toda la información necesaria para reforzar el concepto por medio de breves explicaciones y la presentación de ejemplos. • Elementos: El usuario encontrara los elementos característicos del vector con una explicación. • Componentes: El usuario encontrara los componentes característicos del vector con una explicación. <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 7 (Definición Vectores)</p>	<p>En esta activity el usuario encuentra una definición de lo que es el vector, como se representa y cuál es la forma adecuada de llamarlo y simbolizarlo.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>

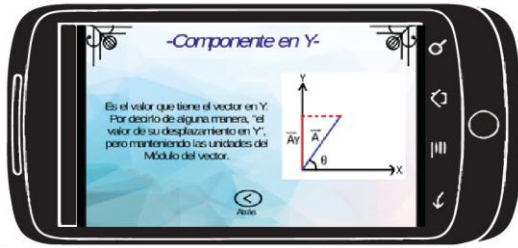
	
<p>Activity 8 (Magnitudes Físicas)</p> 	<p>En esta activity el usuario tiene la definición de lo que es una magnitud física, y los dos tipos de magnitudes físicas fundamentales, Magnitud Escalar y Magnitud vectorial.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 9 (Magnitudes Escalares)</p> 	<p>En esta activity el usuario tiene la definición de una magnitud escalar, un ejemplo e imágenes ilustrativas.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 10 (Magnitudes Vectoriales)</p> 	<p>En esta activity el usuario tiene la definición de una magnitud vectorial, un ejemplo e imágenes ilustrativas.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 11 (Elementos de un vector)</p>	<p>En esta activity el usuario observara las partes de un vector, además encuentra una imagen interactiva que le permite por medio de un toque ingresar a la activity Modulo, Dirección</p>

	<p>y sentido.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 12 (Modulo)</p> 	<p>Como se mencionó anteriormente la opción modulo lo dirige a esta activity en la cual el usuario recibirá la información necesaria para comprender el concepto de modulo.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 13 (Dirección)</p> 	<p>Como ya se ha mencionado la opción Dirección lo dirige a esta activity en la cual el usuario recibirá la información necesaria para comprender el concepto de dirección.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 14 (Sentido)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para reforzar sus conocimientos previos acerca de los elementos de los vectores.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p style="text-align: center;">Activity 15 (Clases de Vectores)</p>	<p>En esta activity el usuario encontrara un menú de las clases de vectores con la oportunidad de ingresar a cada uno de ellos y explorar su contenido.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual</p>

	<p>le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity menú.</p>
<p>Activity 16 (Vectores Fijos)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 17 (Vectores Libres)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 18 (Vectores Deslizantes)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 19 (Vectores Paralelos)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>

<p>Activity 20 (Vectores Coplanares)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 21 (Vectores Concurrentes)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 22 (Vectores Unitarios)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 23 (Vectores equivalentes)</p> 	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 24 (Vectores Opuestos)</p>	<p>En esta activity el usuario recibe la información necesaria para que este comprenda el concepto.</p>

	<p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 25 (Ejemplos Vectores)</p> 	<p>En esta activity como se mencionó anteriormente se encuentran ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>Se encuentran también imágenes rotativas para ilustrar los ejemplos mencionados anteriormente.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 26 (Componentes Vectoriales)</p> 	<p>Esta activity proporciona al usuario una interfaz gráfica en la cual el recibe información fundamental del concepto y además la opción de complementarlo ingresando a componente en X y componente en Y.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity menú.</p>
<p>Activity 27 (Componente en X)</p> 	<p>Esta activity le proporciona al usuario la información necesaria para comprender cuál es la componente en X, además de ilustrarse por medio de un gráfico.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 28 (Componente en Y)</p>	<p>De igual manera que en la anterior activity le proporciona al usuario la información necesaria para comprender cuál es la componente en Y, además de ilustrarse por medio de un gráfico.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>



Activity 29 (Fuerzas)



Activity 30 (Menú Fuerzas Clases)



La activity que se muestra a continuación proviene de la activity 5, en la cual el usuario tiene la opción de seleccionar fuerzas.

Aquí el usuario encontrara tres botones que lo direccionaran a tres componentes importantes en la física, los cuales son:




- **Definición:** en este botón el usuario encontrara información relevante del concepto de fuerza.
- **Clases:** cuando el usuario interactúa con este botón será re direccionado a la activity de clases.
- **Usos:** aquí el usuario encontrara los usos en la vida real de la fuerza.
- **Leyes de Newton:** en este botón el usuario será re direccionado a la activity “Leyes de Newton” en la cual podrá profundizar en las tres leyes principales.

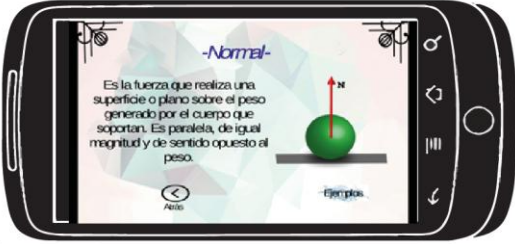


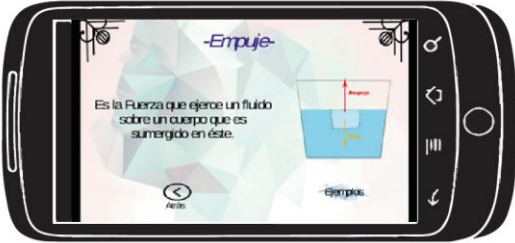
El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.

El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.




En esta activity se encuentran tres botones que tienen las siguientes funciones:

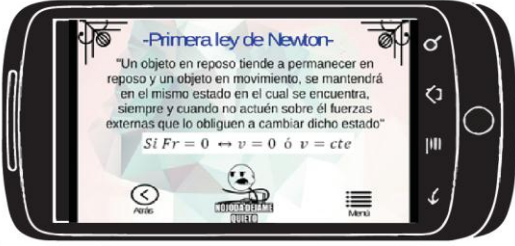
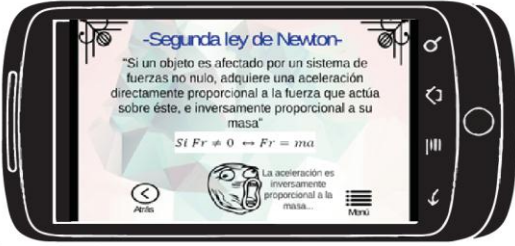
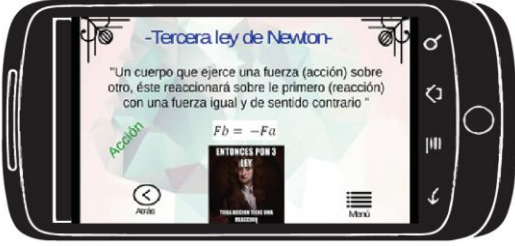

- **De contacto:** este botón abrirá la activity en la cual se profundizara en el tema de fuerzas de contacto.
- **A distancia:** este botón re direccionara a la activity que profundiza en las fuerzas a distancia como por ejemplo el magnetismo.
- **Ejemplos:** el usuario al interactuar con este botón tiene la posibilidad de ingresar a la activity que contiene ejemplos para significar el concepto de fuerza.



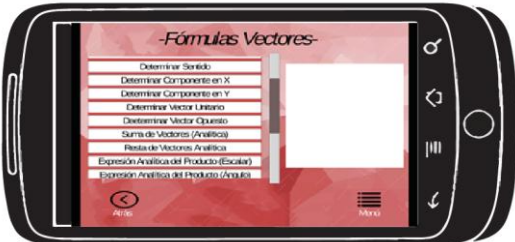
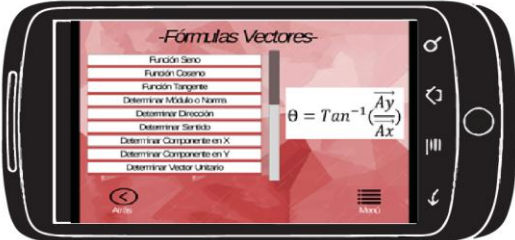
	<p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 31 (Menú Fuerzas de Contacto)</p> 	<p>Esta activity proviene de la activity anteriormente mencionada.</p> <p>El usuario en esta activity podrá interactuar con las seis fuerzas de contacto presentes al realizar una fuerza.</p> <p>Además encontrara la opción de ingresar a la activity de ejemplos de fuerzas que lo ayudaran a significar el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 32 (Tensión)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza de tensión.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 33 (Elástica)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza elástica.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 34 (Normal)</p>	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la</p>


	<p>información necesaria sobre la fuerza de normal.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 35 (Fricción)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza de fricción.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 36 (Circular)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza de tensión.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 37 (Empuje)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza de empuje.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 38 (Menú Fuerzas a distancia)</p>	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza de empuje.</p>

	<p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 39 (Menú Fuerza Gravitacional)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza gravitacional.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 40 (Menú Fuerza Electromagnética)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza electromagnética.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 41 (Fuerza Nuclear Débil)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza Nuclear débil.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 42 (Peso)</p> 	<p>En esta activity el usuario dispondrá de la información necesaria sobre la fuerza peso.</p> <p>Encontrará el botón a la siguiente activity en la cual tendrá ejemplos claros para hacer significativo el concepto.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>

<p>Activity 43 (Definición Magnitud Vectorial)</p> 	<p>Esta activity proviene de la activity 32. Le permitirá al usuario profundizar en la definición de fuerza.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 44 (Usos de las Fuerzas)</p> 	<p>El usuario en esta activity recibirá la información más relevante acerca del uso de la fuerza en espacios de la vida real. Para ingresar en esta activity el usuario debió elegirla en la activity 32.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 45 (Menú Leyes de Newton)</p> 	<p>Esta activity se encadena de la numero 32. El usuario encontrara tres botones además de los tradicionales “Atrás” y “Menú”, los botones le proporcionaran la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primera ley de Newton: le brindara al usuario la información necesaria para comprender la primera ley de newton. • Segunda Ley de Newton: al igual que el anterior botón este botón re direccionara al usuario a la activity Segunda ley. • Tercera ley: este botón re direcciona al usuario a la activity Tercera Ley. <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 46 (Primera Ley de Newton)</p>	<p>Esta activity le permite al usuario reflexionar sobre que es la primera ley de newton. Se encuentra una imagen ilustrativa de la esencia de la primera ley.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual</p>

	<p>le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 47 (Segunda Ley de Newton)</p> 	<p>Esta activity le permite al usuario reflexionar sobre que es la segunda ley de newton. Se encuentra una imagen ilustrativa de la segunda ley.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 48 (Tercera Ley de Newton)</p> 	<p>Esta activity le permite al usuario reflexionar sobre que es la primera ley de newton. Además encontrara unja imagen que lo hará reflexionar sobre la tercera ley.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>
<p>Activity 49 (Ejemplos Conceptos)</p> 	<p>La activity en la que se encuentra el usuario en este momento le permitirá situar problemas de física por medio de R.A..</p> <p>Se encuentra el botón atrás el cual lo re direccionara a la activity inmediatamente anterior.</p>
<p>Activity 50 (Menú Formulas)</p>	<p>En esta activity se encuentra un menú desplegable que le permitirá al usuario seleccionar si quiere conocer las fórmulas de vectores o fuerzas.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual</p>

	<p>le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 51 (Menú Formulas Desplegable)</p> 	<p>Esta activity proviene de la anterior y le muestra al usuario los dos grupos de fórmulas inmersos en vectores y fuerzas.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 52 (Menú Formulas Vectores)</p> 	<p>En esta activity el usuario tendrá a disposición las fórmulas más importantes relacionadas con vectores.</p> <p>En la parte lateral derecha se encuentra una caja que visualizara la formula seleccionada.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 53 (Menú Formulas Vectores Activo)</p> 	<p>Esta activity es continua a la mencionada anteriormente y es en esta en la que se visualiza la formula seleccionada en la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 54 (Menú Formulas Fuerzas)</p>	<p>En esta activity el usuario tendrá a disposición las fórmulas más importantes relacionadas con fuerzas.</p>

	<p>En la parte lateral derecha se encuentra una caja que visualizara la formula seleccionada.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 55 (Menú Formulas Fuerzas Activo)</p> 	<p>Esta activity es continua a la mencionada anteriormente y es en esta en la que se visualiza la formula seleccionada en la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Menú” el cual le permite devolverse a la activity Menú.</p>
<p>Activity 56 (Realidad Aumentada)</p> 	<p>La activity realidad aumentada disponible en la activity menú le permite al usuario situar problemas de física por medio de R.A...</p> <p>Se encuentra el botón atrás el cual lo re direccionara a la activity inmediatamente anterior.</p>
<p>Activity 57 (Acerca de)</p> 	<p>En esta activity el usuario podrá encontrar todo lo relacionado con la parte técnica y desarrollo del app. Encontrará la información del nombre, el idioma, Descripción, Palabras claves, autores, asesor, universidad, año de creación, formato de la aplicación, tamaño, ubicación, requerimientos, tipo de interacción, nivel de interactivity, población a la que va dirigida, contexto de aprendizaje, costo (Libre), derechos de autor, copyright, ciudad y país.</p> <p>El usuario encontrara el botón “Atrás” el cual le permite devolverse a la activity anterior.</p>

12.8 Anexo 8: Fotografías de estudiantes participantes de la investigación

