Desarrollo e implementación de un aula virtual de aprendizaje, creación de una aplicación de realidad aumentada y uso del software Geogebra, como estrategias de enseñanza y aprendizaje para la asignatura Geometría Descriptiva en la Universidad Industrial de Santander.

Claudia Díaz Lizarazo, Juan Morales Dimarco, Ketty Alexandra Rojas,

Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander
Carrera 27 con 9, Bucaramanga, Santander, Colombia

claudiazlizarazo@gmail.com, jcdimarco@gmail.com, gekenima@hotmail.com

Resumen.

El presente trabajo describe el desarrollo de una experiencia educativa desarrollada en la Universidad Industrial de Santander, para la enseñanza y aprendizaje de la Asignatura Geometría Descriptiva, la cual pertenece al ciclo básico de estudio de las facultades de Ingenierías fisicomecánicas y fisicoquímicas, reuniendo en promedio 520 estudiantes por semestre académico. Enmarcado en la política de apoyo del uso de las TIC

Con el fin de mejorar y facilitar las condiciones de aprendizaje mediante el trabajo colaborativo y autónomo de los estudiantes, así como el proceso de enseñanza por parte de los docentes, se diseñaron, desarrollaron e implementaron; herramientas digitales TIC, tales como una aplicación de realidad aumentada, el uso de un software de geometría dinámica (Geogebra), documentos PDF interactivos y evaluaciones en línea que permiten la retroalimentación constante de los estudiantes y la actualización permanente de los contenidos, todo esto articulado sobre un AVA empleando la plataforma Moodle como soporte tecnológico.

Finalmente se evaluaron los resultados obtenidos y su impacto, mediante un análisis cuantitativo y cualitativo que permita conocer la experiencia y uso del estudiante con el aula, su percepción acerca de los recursos y materiales y su posible incidencia en el desarrollo de algunas estrategias de aprendizaje.

Palabras Clave: Geometría descriptiva, realidad aumentada, Geogebra, aula virtual, TIC.

Temática: Desarrollos Tecnológicos - Makers

1. Problemática y contexto en que se propuso el proyecto

Este proyecto surge a partir de registros estadísticos y observaciones en el aula por parte de los docentes donde se evidencia la escasez de conceptos previos de los estudiantes para abordar la temática de la asignatura, hecho que se ve reflejado en la dificultad que tienen los mismos al visualizar objetos ubicados en el espacio y plasmarlos en el plano, manifestándose en el bajo desarrollo de la inteligencia espacial y por ende el bajo rendimiento en la materia, la pérdida y la deserción de la misma convirtiéndose en un tema de preocupación para la universidad.

Para los docentes, el método tradicional de enseñanza limita las posibilidades de exponer con claridad los conceptos, haciendo que, al aplicarlos en los ejercicios prácticos, el estudiante realice operaciones mecánicamente, sin llegar a la construcción de conocimiento, ya que se utiliza un entorno bidimensional que no facilita el acercamiento a la realidad planteada.

Es de esta manera como los profesores de esta asignatura se enfrenten a la pregunta: ¿cómo ayudar a los estudiantes a desarrollar su inteligencia espacial? A partir de ahí surge la necesidad de encontrar nuevas herramientas didácticas que le permitan al profesor de GEOMETRIA DESCRIPTIVA dinamizar el proceso de visualización de conceptos propios de la representación tridimensional y apoyar la clase tradicional dándole un nuevo enfoque, acorde a los tiempos y necesidades de los estudiantes.

En el año 2015 la Universidad Industrial de Santander atendiendo a la Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y la Comunicación, llevó a cabo una convocatoria, por intermedio de la vicerrectoría académica y el equipo líder en TIC en la que se invitaba a participar a profesores que mediante un trabajo colaborativo presentaran propuestas destinadas a apoyar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación utilizando recursos TIC apoyados en una plataforma Moodle.

Es por esto que atendiendo la convocatoria y como respuesta a la problemática detectada, se propuso un ambiente de aprendizaje para el cual se desarrollaron las herramientas digitales que se presentan en este documento.

2. Descripción de la solución tecnológica implementada

La elaboración del ambiente de aprendizaje virtual sobre la plataforma Moodle, se dividió en 5 fases que obedecen a un diseño instruccional que es el utilizado en la producción de objetos virtuales de aprendizaje

En una primera fase se identificaron las necesidades y dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en la segunda fase se definieron los objetivos y propósitos que se pretendían conseguir con el uso de las TIC en el aula al igual que los recursos tecnológicos disponibles. En una tercera fase de diseño se definió la estructura y forma de presentación de los contenidos, también los recursos, actividades y materiales didácticos a

crear. En la cuarta fase de desarrollo se realizó la producción de los materiales, digitalización de documentos, integración de medios, navegación, montaje de contenidos, actividades, guías y pruebas de desempeño, finalmente una quinta fase de implementación y evaluación donde se pusieron a prueba los contenidos, guías y actividades.

Fase 1

La primera fase correspondiente a la identificación de las necesidades y dificultades en los procesos de enseñanza se llevó a cabo mediante la observación y la entrevista a docentes de la asignatura, igualmente un análisis de los recursos tecnológicos disponibles con los que cuenta la Universidad (plataforma Moodle, equipo líder TIC de la Universidad, CENTIC Centro de Tecnologías de Información y Comunicación). Las necesidades y dificultades en el proceso de aprendizaje se identificaron mediante la revisión de las estadísticas del número de estudiantes que pierden y cancelan la asignatura, dato que según la tabla 1 es de aproximadamente un 30% de los estudiantes que la matriculan al inicio del semestre, igualmente la experiencia propia de los docentes con los estudiantes mediante charlas o consultas y algunas entrevistas realizadas para determinar conocimientos y motivación de algunos alumnos.

Tabla 1. Porcentaje de cupos cancelados, aprobados y no aprobados de cuatro semestres consecutivos.

PERIODO ACADÉMICO	ASIGNATURA	CUPOS MATRICULADOS	CUPOS CANCELADOS		CUPOS APROBADOS		CUPOS NO APROBADOS	
			#	%	#	%	#	%
2015-1	GEOMETRIA DESCRIPTIVA	598	74	12%	413	69%	111	19%
2015-2	GEOMETRIA DESCRIPTIVA	546	33	6%	410	75%	103	19%
2016-1	GEOMETRIA DESCRIPTIVA	544	59	11%	383	70%	102	19%
2016-2	GEOMETRIA DESCRIPTIVA	504	46	9%	354	70%	104	21%

Fase 2

Para la segunda fase; definición de objetivos y propósitos que se pretendían conseguir con el uso de las TIC en el aula se trazaron los siguientes: 1.facilitar el proceso de aprendizaje con nuevas estrategias de enseñanza, 2.fortalecer el desarrollo del pensamiento tridimensional, 3.fomentar el aprendizaje cooperativo, 4.facilitar y articular el uso de recursos tecnológicos entre ellos documentos digitales, la realidad aumentada y software de dibujo bi y tridimensional, 5.orientar a los alumnos en la búsqueda de información de calidad y 6.potenciar un aprendizaje significativo creando hábitos de estudio basados en TIC.

Fase 3

En la tercera fase de “diseño” se estructuró la navegación y los contenidos de acuerdo al plan de estudios de la asignatura, su forma de presentación mediante pestañas y se establecieron algunas ayudas para su uso. En la figura 1 podemos observar un pantallazo de la diagramación y estructura del aula virtual. También en esta fase se establecieron los recursos y actividades a utilizar de la plataforma Moodle como el glosario, el foro, los cuestionarios, también los materiales didácticos a desarrollar como videos animados en tres dimensiones, mapas conceptuales de cada módulo, libros digitales en PDF, ejercicios en documentos PDF “paso a paso” para desarrollar en clase y como método de estudio. En la búsqueda de herramientas que le permitan al estudiante lograr un aprendizaje significativo, de tal forma que pueda relacionar los nuevos conocimientos con los conceptos relevantes que ya conoce, se planteó el uso de dos aplicaciones de realidad aumentada, una desarrollada como proyecto de grado en años anteriores que permite una introducción a cada tema de la asignatura y otra segunda aplicación totalmente nueva, la cual se planteó para utilizar con un libro de ejercicios (problemario). Igualmente se proyectó utilizar un software interactivo de uso libre llamado Geogebra para construir situaciones del espacio en un entorno bi y tridimensional, con esto el estudiante podrá encontrar, explorar y construir su propio conocimiento de conceptos relacionados con el entendimiento de problemas de objetos en el espacio.

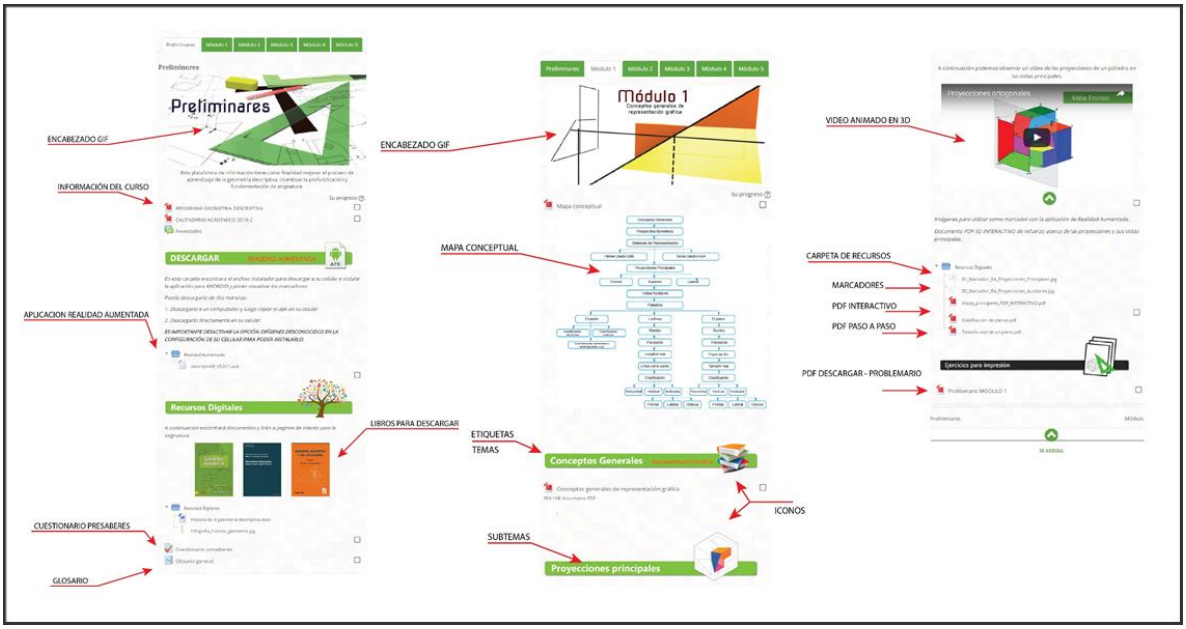

Fig. 1. Diagramación, estructura y navegación del aula virtual. *(navegación por pestañas, color institucional)*.

Fase 4

La cuarta fase; desarrollo y montaje consistió en la producción de todo lo planteado en la fase de diseño y se dividió en 7 actividades que se describen a continuación:

Actividad 1. digitalización de documentos, *Actividad 2*. creación de cuestionarios que incluyeran gráficas y respuestas de selección múltiple, también la posibilidad de escoger en un banco de 80 preguntas, 20 preguntas aleatorias para cada estudiante y retroalimentación instantánea para el estudiante al finalizar la evaluación. En la figura 2 podemos observar estudiantes solucionando un cuestionario.

Fig. 2. Desarrollo de una clase en el CENTIC. *(solucionando uno de los cuestionarios teóricos planteados)*.

Actividad 3. Producción de las animaciones 3D en videos de explicación de conceptos, estos fueron creados con un software de modelado 3D (Rhinoceros, 3D Studio MAX) y de edición de video (After Effects) su montaje fue realizado en un canal de videos de Google (you tube) para posteriormente enlazarlos al aula virtual. figura 3.

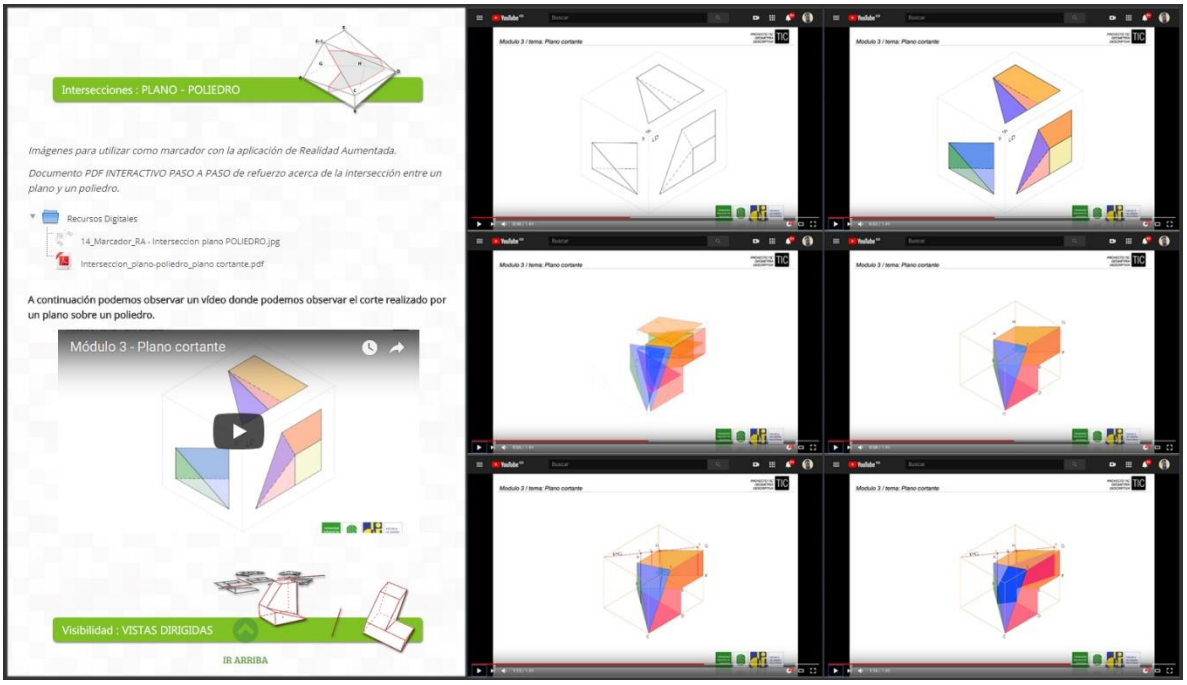

Fig. 3. Animación en video de un procedimiento para obtener el plano cortante. *(visualización en youtube)*.

Actividad 4. Diseño de mapas conceptuales y libros digitales en los que se utilizaron herramientas de diseño gráfico como Adobe Illustrator. *Actividad 5*. Creación de los documentos en PDF "paso a paso" previamente desarrollados en un programa de modelado 3D (Rhinoceros) y también diagramados con el mismo software. Figura 4

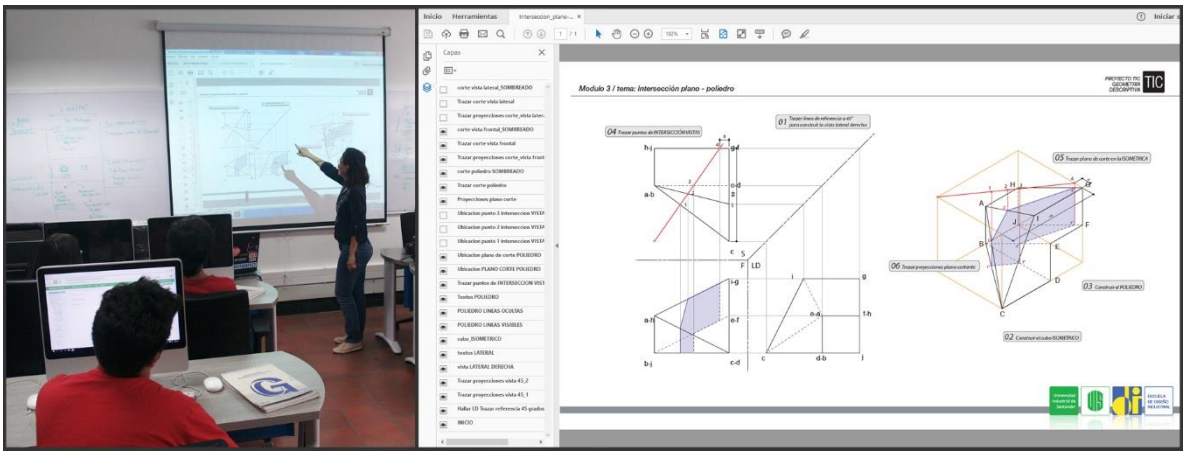

Fig. 4. Documentos en PDF paso a paso *(explicación y desarrollo en la clase)* Pantallazo del archivo abierto *(método de estudio)*

Actividad 6. Inclusión de la realidad aumentada motivada por la utilización de esta herramienta en procesos de enseñanza-aprendizaje y la posibilidad de que el estudiante interactúe con los objetos visualizándolos en tres dimensiones, permitiendo que el observador pueda moverse alrededor, aumentado la percepción del mismo. Se planteó el uso inicialmente de dos aplicaciones de realidad aumentada que en un futuro se integrara en una sola aplicación. *La primera* es una aplicación desarrollada por dos estudiantes (Cristian Aranda, Luis E. Ortiz) como parte de su proyecto de grado (Director: Miguel Higuera) la cual llamaron "DescriptiAR" con la cual buscaban reforzar el aprendizaje básico de la asignatura, los marcadores se imprimieron dentro de un libro de ejercicios encabezando el inicio de cada tema, el instalador (apk) de la aplicación los estudiantes lo podían descargar desde el aula virtual e instalarlo en sus celulares. figura 5

Fig. 5. APP de Realidad Aumentada *(descriptivAR)* Marcador impreso y uso con el celular *(sistema android)*

La segunda es una aplicación desarrollada por el grupo de profesores que conforman el proyecto TIC, (GD_AR_UIS_1.1) esto debido a que se evidencio la necesidad de que la aplicación de Realidad Aumentada permitiera a los estudiantes resolver algunos ejercicios planteados en el aula de clase, que se encontraban impresos en el libro de ejercicios. Figura 6.

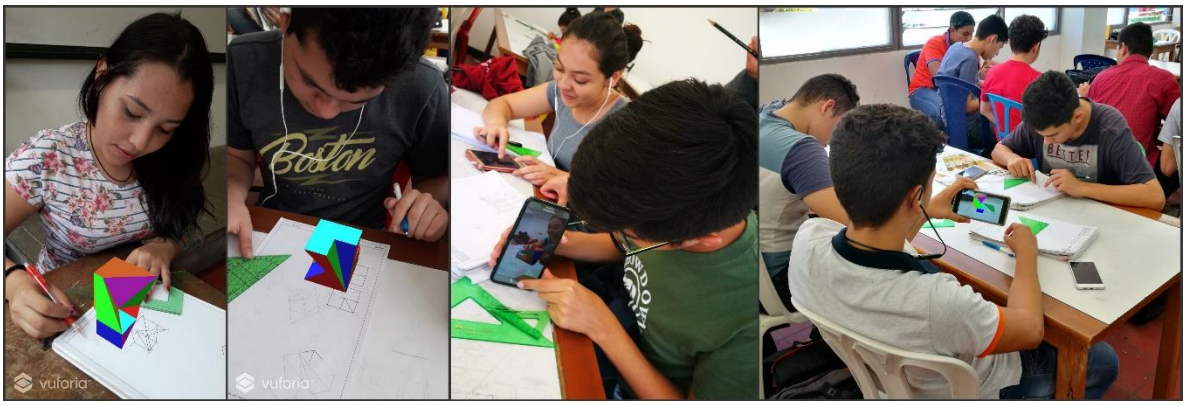

Fig. 6. Aplicación de Realidad Aumentada *(descriptivAR)* trabajo de los estudiantes en el aula de clase *(visualización)*

La aplicación nueva se desarrolló utilizando un software de modelado 3D para construir las figuras (Rhinoceros), la programación de la aplicación se hizo utilizando una versión libre de Unity y finalmente se utilizó la plataforma Vuforia para codificar la aplicación y generar el instalador apk. figura 7

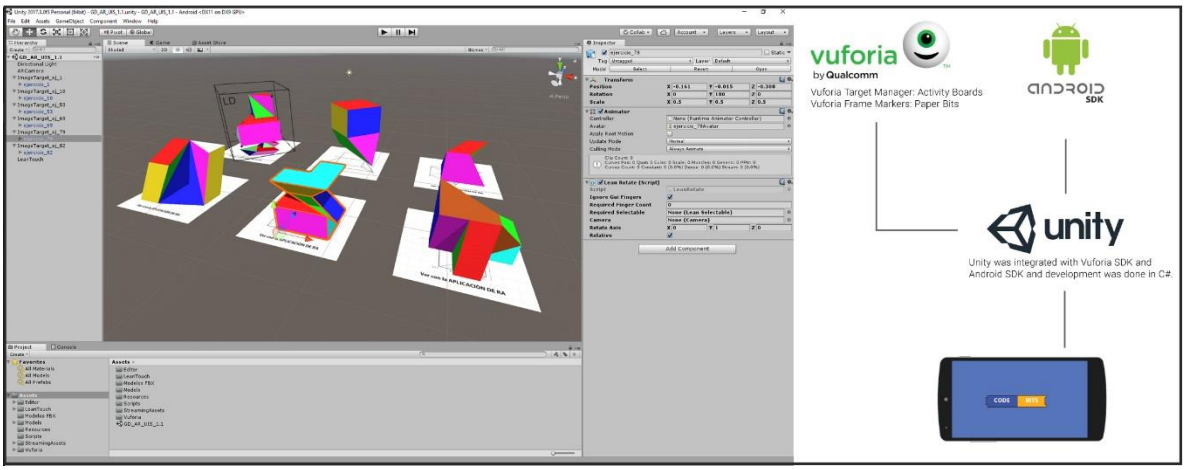

Fig. 7. Desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada en Unity. (Diagrama de construcción de la aplicación).

Con el uso de la realidad aumentada el aprendizaje se convierte en un descubrimiento, exploración y observación, de tal manera que el aprendizaje se realiza de una manera más sencilla y permite finalmente la construcción del conocimiento. Uso de la aplicación en la figura 8.

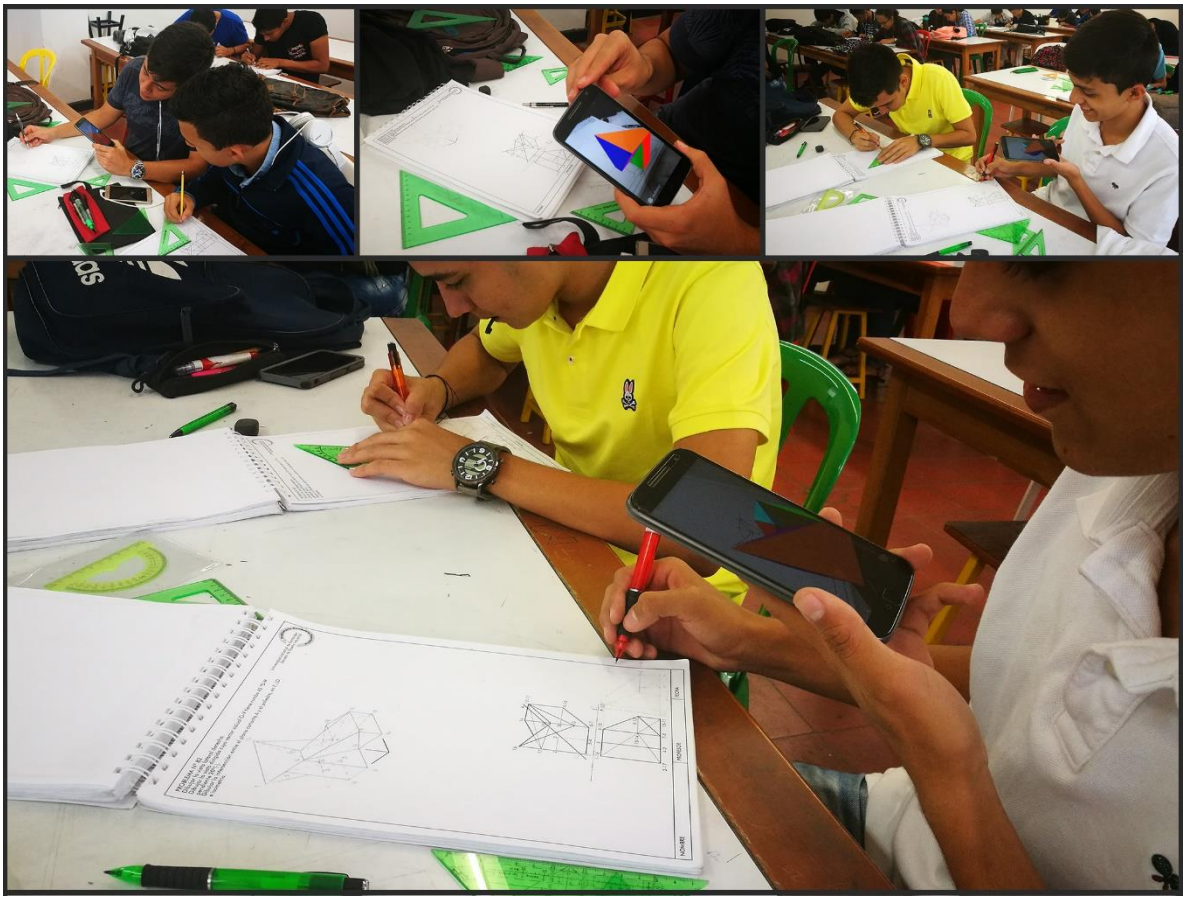

Fig. 8. Uso de la aplicación de realidad aumentada GD_AR_UIS_1.1 (trabajo en el aula de clase)

Actividad 7. Se implementó el uso de un software para la simulación grafica llamado Geogebra de baja dificultad de aprendizaje y de uso libre, este software permite la visualización en dos ventanas; una en la Vista Gráfica (Geometría 3D) y otra en la Vista Algebraica (Álgebra). De esta forma, se establece una permanente conexión entre los símbolos algebraicos y las gráficas geométricas. Este componente algebraico le permitirá al estudiante relacionar fácilmente el trabajo realizado en la asignatura Geometría Descriptiva con los contenidos vistos en otras de su ciclo básico de estudios tales como el cálculo y algebra. en la gráfica se puede apreciar el área de trabajo de Geogebra. Figura 9

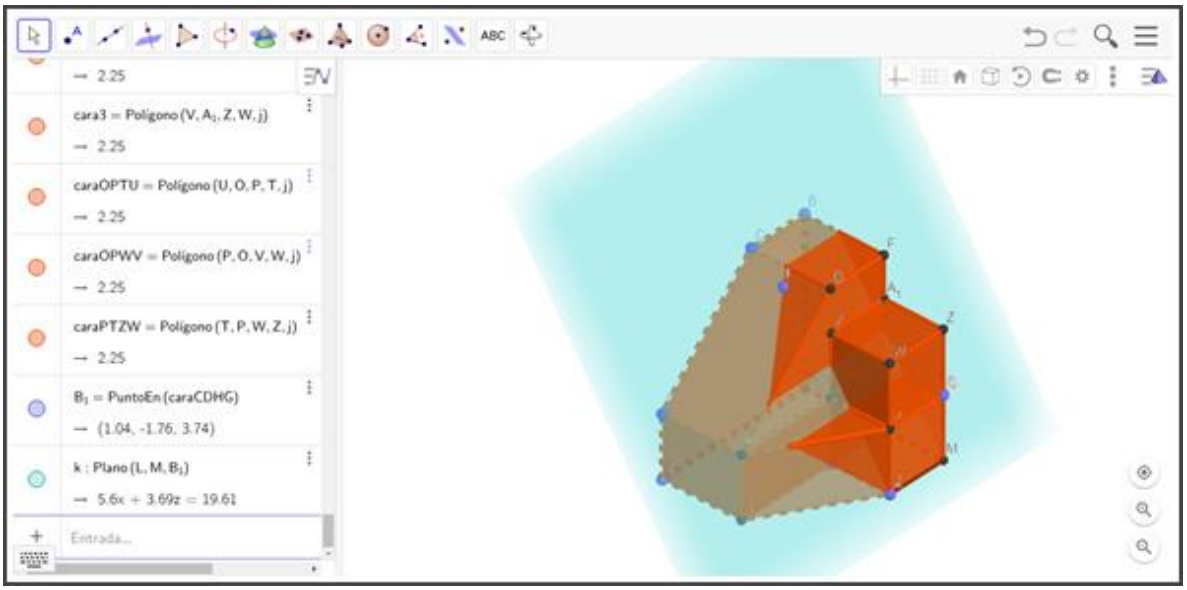

Fig. 9. Pantallazo de la interface que usan los estudiantes de Geogebra

Los estudiantes cuentan con un tutorial que ha sido preparado para su descarga o visualización desde el aula virtual, de tal manera que puede familiarizarse anticipadamente con las herramientas que se emplean en el desarrollo de los ejercicios propuestos. Para el desarrollo de la asignatura empleando Geogebra se dispone de ejercicios previamente diseñados por el profesor con el objetivo de que el estudiante construya modelos tridimensionales que le permitan visualizar, comprender y construir soluciones a los problemas planteados.

Fase 5

La quinta y última fase consistió en la implementación y evaluación de los contenidos, actividades y todo lo desarrollado en la fase anterior y en la cual se busca una retroalimentación de todo lo que se debe mejorar o cambiar en el aula virtual.

3. Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar.

Existen varios aspectos del proceso de enseñanza aprendizaje que evolucionan con el uso de herramientas digitales dentro de los cuales es posible destacar:

La metodología:

Se plantea una metodología más dinámica donde el estudiante sea parte activa del mismo y se visualicen los problemas del espacio en su entorno fundamental. Las herramientas digitales Geogebra y la realidad aumentada hacen posible que el estudiante pueda pasar de la visualización de los objetos de 2D a 3D. Esto hace que la comprensión del problema sea más amplia y exista más confianza en el proceso de aprendizaje, puesto que las imágenes vistas en el plano dejan de ser dibujos para ser objetos reales.

Los conceptos generales del tema son expuestos mediante Pdf's paso a paso, videos y exposición de casos típicos con el fin de proporcionar al estudiante información que sea útil en la solución de problemas, estos recursos le permiten al docente presentar gráficos con medidas exactas y ahorrar tiempo en el trazo de los mismos, así como retomar las veces que necesite el inicio de la explicación.

Mediante el uso de la herramienta Geogebra el estudiante puede construir modelos tridimensionales virtuales con facilidad y rapidez los cuales le permiten comprender mejor los conceptos de cada tema.

El aula de clase:

Es vital la inclusión en el proceso de espacios adecuados para un correcto funcionamiento del aula virtual de aprendizaje, los recursos y materiales didácticos allí expuestos. El aula tradicional debe estar dotada de un video beam para aprovechar al máximo ciertos recursos que permiten la exposición de temas con mayor comprensión, rapidez y precisión, también salones con disponibilidad de computadores para otras actividades a realizar con el aula virtual (cuestionarios, Geogebra, libros electrónicos). En el comienzo las aulas de clase no contaban con este recurso audiovisual, pero gracias a este proyecto y a la vicerrectoría académica de la Universidad fue posible adquirir dos video beam para su instalación, por otra parte, la Universidad cuenta con el CENTIC (Centro de Tecnologías de Información y Comunicación) que es un edificio con salas de computo que se puede utilizar, sin embargo, en muchas ocasiones las salas no cuentan con la disponibilidad suficiente para todos los grupos.

Destrezas en el uso de la tecnología:

Es importante resaltar que no todos los estudiantes tienen en mismo nivel de habilidad para el uso de los recursos tecnológicos propuestos en el aula virtual por lo que es necesario realizar al comienzo del curso una introducción a manera de tutorial, que le permita a los estudiantes un uso correcto de estos. Esto además de familiarizar al estudiante con las nuevas tecnologías disponibles, permite un mejor aprovechamiento y desarrollo de las

actividades planteadas durante el curso y un mayor grado de comprensión de la ventaja de usar los recursos adecuadamente.

4. Resultados obtenidos y su impacto.

Instrumentos y análisis cuantitativo

Se diseñaron dos cuestionarios como técnica de investigación para la recolección de datos de carácter cuantitativo. Se utilizaron preguntas cerradas con 5 opciones de respuesta aplicando una escala tipo Likert. Este tipo de escala nos permite obtener datos que se pueden tratar como cuantitativos y continuos en el análisis estadístico, debido a la naturaleza de las categorías empleadas.

El primer cuestionario pretende evaluar la experiencia y uso que hace el estudiante del aula virtual de aprendizaje; aquí se identificaron 4 criterios que el aula debe poseer en cuanto a su navegación y organización (1. estructura del aula), disposición de los recursos (2. recursos y materiales) el uso de las tecnologías disponibles (3. uso efectivo de la tecnología) y los contenidos y forma de evaluación (4. evaluación). debían expresar si en cada ítem evaluado el aula lo tiene o no lo tiene. (1. No lo tiene, 2. Inadecuado, 3. Debe mejorarse, 4. Adecuado, 5. Bueno).

Tabla 2. Resultados obtenidos de la evaluación cuantitativa realizada sobre el uso del aula virtual.

1. Estructura del aula	1	2	3	4	5	Total	NS/NC	Prom
1.1. La organización del aula virtual es consistente y lógica.	0	0	0	21	65	86	2	4,8
	0%	0%	0%	24%	74%	98%		
1.2. La navegación dentro del aula tiene una secuencia clara y de fácil acceso.	0	0	1	18	69	88	0	4,8
	0%	0%	1%	20%	78%	100%		
1.3. Permite construir el conocimiento generando saberes a partir de la participación activa.	0	0	1	22	63	86	2	4,7
	0%	0%	1%	25%	72%	98%		
2. Recursos y materiales								
2.1. Los documentos PDF sobre conceptos del módulo son claros e incluyen toda la información necesaria.	0	0	11	27	50	88	0	4,4
	0%	0%	13%	31%	57%	100%		
2.2. Los videos son claros y mejoran la percepción tridimensional.	0	1	12	30	45	88	0	4,4
	0%	1%	14%	34%	51%	100%		
2.3. Los PDF paso a paso permiten observar el proceso de construcción de los contenidos.	0	1	4	11	72	88	0	4,8
	0%	1%	5%	13%	82%	100%		

3. Uso efectivo de la tecnología								
3.1. Las herramientas utilizadas apoyan la interactividad del estudiante.	0	0	6	31	51	88	0	4,5
	0%	0%	7%	35%	58%	100%		
3.2. Permite un rápido acceso a los contenidos.	0	1	8	24	55	88	0	4,5
	0%	1%	9%	27%	63%	100%		
3.3. Las tecnologías requeridas para este curso se proveen o son fáciles de instalar.	1	2	16	29	40	88	0	4,2
	1%	2%	18%	33%	45%	100%		
3.4. Las instrucciones de cómo acceder a los recursos en línea son suficientes y fáciles de entender.	0	2	11	28	47	88	0	4,4
	0%	2%	13%	32%	53%	100%		
3.5. Hace uso de varias tecnologías en el curso; foro electrónico, cuestionarios, glosario, páginas web, audio y video entre otras.	0	5	22	29	32	88	0	4,0
	0%	6%	25%	33%	36%	100%		
4. Evaluación								
4.1. El contenido de la evaluación corresponde a los conceptos vistos en el curso.	0	1	9	21	57	88	0	4,5
	0%	1%	10%	24%	65%	100%		
4.2. Las instrucciones de la actividad asignada son claras y precisas.	0	1	9	25	52	87	1	4,5
	0%	1%	10%	28%	59%	99%		
4.3. El sistema de calificación se presenta de manera explícita.	0	1	6	21	59	87	1	4,6
	0%	1%	7%	24%	67%	99%		

Conclusiones del primer cuestionario:

La estructura del aula es el parámetro mejor evaluado por los estudiantes teniendo una calificación superior a 4.7, este hecho hace que se cuente con una buena base para el desarrollo futuro de los contenidos del aula virtual.

Los PDF paso a paso se destacan dentro de las nuevas estrategias empleadas para la enseñanza de la asignatura con una valoración máxima de 5 por el 82% de los estudiantes encuestados.

Otros recursos tales como los videos y PDF conceptuales de cada módulo son materiales que según el 14% y 13% de los estudiantes respectivamente deben ser mejorados.

El 18% de los estudiantes opinan que las tecnologías requeridas para este curso deben mejorar en cuanto a su facilidad de instalación.

Los estudiantes manifiestan la necesidad de contar con un mayor número de opciones tecnológicas en el curso; foro electrónico, cuestionarios, glosario, páginas web, audio y video entre otras, valorando con 4.0 en promedio este aspecto.

El segundo cuestionario pretende conocer la percepción de los estudiantes acerca del uso del aula, sus recursos y materiales y la incidencia que puede tener en el desarrollo de algunas estrategias de aprendizaje, aquí debían expresar hasta qué punto estaban de acuerdo con cada una de las frases que componían el cuestionario correspondiente (1. Muy en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Indiferente, 4. De acuerdo, 5. Muy de acuerdo).

Para esta tabla se utilizó como guía un artículo llamado: “Percepción de los estudiantes sobre el valor de las tic en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento” (García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2017)

Tabla 3. Percepción de los estudiantes acerca del uso del aula virtual de aprendizaje y las estrategias de aprendizaje

Encuesta de percepción del Aula Virtual de Aprendizaje	0	1	2	3	4
Favorece mis tareas y trabajos de repaso de aprendizajes	0%	0%	2%	37%	61%
Mejora la elaboración de trabajos académicos	0%	0%	9%	26%	65%
Me permite organizar mejor mi trabajo académico	0%	2%	20%	33%	44%
Me permite desarrollar mejor un pensamiento crítico	2%	7%	24%	37%	30%
Me posibilita una mejor organización cognitiva (procesar la información a partir de la percepción	0%	2%	4%	26%	69%
Me permite optimizar el manejo del tiempo que dedico al estudio	0%	4%	15%	37%	44%
Favorece la regulación del esfuerzo que dedico a las tareas académicas.	0%	0%	11%	41%	48%
Mejora las posibilidades de trabajar con otros compañeros.	6%	6%	22%	37%	30%
Favorece la búsqueda de recursos que me ayudan en las tareas académicas.	0%	0%	4%	24%	72%

Conclusiones del segundo cuestionario:

Los ítems donde los estudiantes estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo, en que el uso adecuado del aula virtual mejora o incide es sus estrategias de aprendizaje son: favorece mis tareas y trabajos de repaso de aprendizaje con casi un 98%, favorece la búsqueda de recursos que me ayudan en las tareas académicas con 96% y me posibilita una mejor organización cognitiva con un 95%. Esto permite observar que los estudiantes valoran muy positivamente los recursos y materiales didácticos que están disponibles y les permite poder repasar fuera del salón de clase, optimizando tiempos y facilitando búsquedas.

Los ítems donde se observa una mayor dispersión y para los estudiantes no es muy claro como el aula virtual puede incidir son: “Me permite desarrollar un mejor pensamiento crítico”, donde solo un 67% estuvo de acuerdo o muy de acuerdo, esto talvez es debido a que los estudiantes solo ven documentos muy técnicos o de solo ejercicios por lo que es un ítem a

mejorar, también se observó una dispersión alta en el ítem “mejora las posibilidades de trabajar con otros compañeros”, debido a que muchos de los ejercicios planteados son individuales y solo en pocas ocasiones se les da a los alumnos la posibilidad de desarrollar sus aprendizajes en grupo. Finalmente destacar el ítem “Me permite organizar mejor mi trabajo académico” en el que también se observa que los estudiantes muy posiblemente por la gran cantidad de asignaturas y temas que tienen que ver en un semestre no organicen bien su trabajo académico.

Instrumentos y análisis cualitativo

Para este análisis utilizamos como instrumento “la observación” en el aula de clase del trabajo realizado por los estudiantes a partir de un registro fotográfico desarrollando las actividades planteadas en el aula y haciendo uso de los recursos tecnológicos (Geogebra y realidad aumentada), también se realizaron entrevistas y charlas con algunos estudiantes nuevos y repitentes (esto nos permite comparar las metodologías utilizadas) en el que se observaron algunas coincidencias con los resultados de los cuestionarios cuantitativos. Algunas de las observaciones planteadas por los estudiantes se transcriben y mencionan a continuación:

“La práctica de la aplicación Geogebra me fue de gran utilidad, puesto que para ciertas materias que requieren de visualización tridimensional se requiere manejar la aplicación con destreza, como en calculo III y graficas de algunos datos respecto a coordenadas específicas como se trabaja en laboratorio de física II.”

“Usando el Geogebra me parece que es una manera más dinámica de aprender lo conceptos de la Geometría Descriptiva ya que podemos visualizar el poliedro de una mejor manera y la clase no pierde la inercia de los estudiantes.”

“Los pdf paso a paso permiten el desarrollo y explicación de los ejercicios de forma más rápida en comparación con la forma tradicional.”

“Si me distraigo en clase o falto, los documentos pdf paso a paso son una recreación de la clase que ayuda a llenar vacíos.”

“Creo que los pdf son buenos para nosotros porque nos permiten ver los procedimientos correctos a la hora de hacer un ejercicio, nos permite repasar lo aprendido en clase.”

“La realidad aumentada tiene como ventaja que permite al estudiante dimensionar de manera mucho más práctica y real cada paso y proceso que se realiza y por ende las implicaciones que tiene en el ejercicio, así como también permite establecer un análisis mucho más sencillo y acertado de la información que tal o cual vista nos está brindando. Como desventaja esta que no todos los ejercicios son compatibles a la aplicación de RA.”

5. Aprendizajes (aciertos y errores)

La mayoría de los estudiantes cuentan con un teléfono celular con sistema operativo Android compatible con la aplicación de realidad aumentada, sin embargo, hay un porcentaje considerable que usa iPhone cuyo sistema iOS no es compatible con la aplicación diseñada por lo tanto es necesario ampliar el recurso para que más estudiantes puedan tener acceso.

Mediante el uso de herramientas digitales la construcción de modelos tridimensionales se hace de forma rápida y precisa, favoreciendo la etapa de experimentación y sustituyendo en algunos casos los modelos fabricados en materiales como cartón, acrílico y metal.

Es posible realizar evaluaciones teóricas y conceptuales de la asignatura y posteriormente hacer una retroalimentación de la misma.

La aplicación de realidad aumentada desarrollada por el colectivo está todavía en una etapa experimental, por lo que por recomendación de algunos estudiantes es que debe mejorar su facilidad de instalación y un diseño de interface para facilitar su uso.

En el desarrollo de algunas actividades del aula virtual no se plantearon actividades en grupo que permitan el intercambio de opiniones y favorezcan un aprendizaje colectivo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Vicerrectoría académica de la Universidad Industrial de Santander dentro de la política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Los autores desean expresar su agradecimiento al equipo líder en TIC, por su apoyo y confianza.

Referencias

Valencia G. Geometría descriptiva, paso a paso. Primera edición, Bogotá, Colombia, D.C, editorial Ecoe Ediciones; 2009. pag: 152.

Wellman L. Geometría descriptiva. 2nd ed., Barcelona, España: editorial Reverte, S.A; 1973. pp. 135-138.

Aguilera González Nora A.(2015) How to Include Augmented Reality in Descriptive Geometry Teaching *2015 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*

Natividad Vivó P. Calvo López J. García Baño R. (2011) Nuevas tecnologías visuales aplicadas a la docencia de la geometría descriptiva - *Congreso internacional de innovación docente Cartagena 2011*

García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., & Tejedor Tejedor, F. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las tic en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. Educación XX1, 20 (2), 137-159.

Di Paola F. Pedone P. Pizurro M. (2013) Digital and interactive learning and teaching methods in descriptive Geometry. – *4th International Conference on New Horizons in Education*.

Acosta Ruiz F. Pérez María C. de la Vega L. (2010) Concepción didáctica de un libro de texto para la geometría descriptiva - *Ingeniería Mecánica. Vol. 13. No. 2, mayo-agosto, 2010, p. 62-71*

Calderón Salcedo J. (2009) Desarrollo de un sistema computacional para el mejoramiento de la comprensión de los aspectos teóricos de Geometría Descriptiva - *Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*