

## ARQUITECTURA INTERACTIVA COMO SOPORTE AL APRENDIZAJE SITUADO EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

### *INTERACTIVE ARCHITECTURE AS SUPPORT OF SITUATED LEARNING FOR TEACHING OF ENGINEERING*

**Jorge Eliecer Gómez Gómez, Velssy Liliana Hernandez y Mario Alfonso Morales**  
Universidad de Córdoba, Montería (Colombia)

#### Resumen

El aprendizaje situado adquiere importancia en la enseñanza de la ingeniería debido a que el contexto se convierte en el insumo que permite la interacción entre el estudiante y las actividades de aprendizaje, con lo cual se logra mejorar el conocimiento y las habilidades de los educandos. El propósito de este trabajo de investigación es presentar un sistema de aprendizaje situado capaz de entregar contenidos de aprendizaje a estudiantes de ingeniería de acuerdo con el contexto, obedeciendo a los fundamentos teóricos del aprendizaje situado. Para tal propósito se hace uso de la realidad aumentada y tecnologías como QR Code y NFC. Se realizaron tres experiencias de aprendizaje con estudiantes de los programas de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Mecánica. Finalmente se probó el sistema con grupos de control y experimental y se determinó que mejoró significativamente el rendimiento académico de los estudiantes que lo usaron.

**Palabras claves:** aprendizaje situado; contexto; realidad aumentada; código QR; NFC.

#### Abstract

Situated Learning has become an important issue in engineering education because the context becomes the input that allows the interaction between the student and the learning activities. In this way it is possible to improve the knowledge and skills of learners. The purpose of this research is to present a Situated Learning System capable of delivering learning content to engineering students according to the context, accomplishing the theoretical fundamentals of Situated Learning. In order to achieve that goal, we use the following tools: augmented reality, and technologies as QR CODE and NFC. It was made three learning experiences with Systems, Electric and Mechanical Engineering

students. And finally, we tested the system with control and experimental groups and we can establish that the utilization of our system significantly improved the academic performance of students.

**Keywords:** situated learning; context; augmented reality; QR Code; NFC.

## Introducción

El vertiginoso crecimiento que han tenido las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), ha permitido mejorar cada vez más los escenarios de enseñanza-aprendizaje. En la actualidad hay millones de dispositivos móviles con altas prestaciones que facilitan el despliegue de contenidos a través de ellos. Los anchos de banda son cada vez mejores, lo cual amplía el acceso en cualquier momento y lugar. La educación, al igual que la mayoría de las actividades humanas, usa la tecnología como herramienta para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. La idea es hacer que los escenarios de aprendizaje sean cada vez más ricos y permitan la interacción del estudiante con su entorno.

Las necesidades del aprendizaje situado requieren estar presentes en un contexto auténtico para generar la adquisición de las habilidades intelectuales. Es decir; la adquisición de habilidades de aprendizaje no puede estar separada del contexto sociocultural, tales actividades están intrínsecamente relacionadas por la situación del contexto. Según Herrington & Oliver (2000), cuando el aprendizaje y el contexto se separan, el conocimiento mismo es visto por los estudiantes como el producto final de la educación; en lugar de una herramienta que se utilizará de forma dinámica para resolver problemas. Esta ha sido la característica común que se ha desarrollado por mucho tiempo en los modelos tradicionales de educación. Por lo general, el estudiante no sabe qué está haciendo y para qué cuando la actividad que realiza está separada del contexto (Tetchueng et al., 2008). Un aspecto crítico del modelo de aprendizaje situado es la idea en la que el aprendiz observa la “comunidad de práctica”, entendiéndola como un grupo de personas que comparten un interés, un oficio o una profesión en común.

Normalmente los estudiantes de ingeniería se ven en la necesidad de realizar prácticas, bien sea en campo o en laboratorio; lo cual les implica

interacción directa con el contexto para apropiarse del conocimiento. De tal modo que el aprendizaje situado es estimulado con el uso de la tecnología, lo cual permite una mejor interacción con los objetos que lo rodean y sus compañeros. En Dey (2001) se define el contexto como “cualquier información que se puede utilizar para caracterizar la situación de una entidad; una entidad es una persona, un lugar o un objeto que se considera relevante para la interacción entre un usuario y una aplicación, incluido el usuario y las propias aplicaciones”. De esta forma, los entornos de aprendizaje que involucran actividades basadas en información del contexto facilitan el aprendizaje significativo al vincular un conocimiento determinado del contexto real a una experiencia de aprendizaje de la vida. Los estudiantes pueden adquirir conocimientos, destrezas y habilidades solucionando problemas, mientras interactúan con el mundo real por auténticos ajustes.

La importancia del contexto en los procesos cognoscitivos del aprendiz está fundamentada en la teoría de aprendizaje situado: la correspondencia entre las necesidades de aprendizaje presentes en un contexto auténtico y la adquisición de habilidades intelectuales (McLellan, 1996; Herrington & Oliver, 1995). Lave & Wenger (1991) sostienen que “aunque habitualmente la transferencia se centra en el aprendizaje de una habilidad en un contexto que se aplica en otro, dicha transferencia es difícil de obtener”. Por lo tanto, la transferencia en aprendizaje situado se da cuando una nueva situación determina o genera una respuesta. El aprendizaje situado integra la satisfacción del estudiante, el contexto en el que se lleva a cabo la actividad, la comunidad donde se desenvuelve y la participación en la misma (Tynjälä, 2008).

El fin de las actividades situadas es reactivar la memoria, recordar el proceso de aprendizaje y la experiencia real vivida; lo que contribuye significativamente a reforzar nuevos conocimientos. En

palabras de Jacquinet et al. (2010) “las interacciones mejoran el aprendizaje, por la capacidad de adaptar la interacción de aprendizaje a la situación del aprendiz”. Una de las formas de estimular el aprendizaje situado usando la tecnología es la realidad aumentada (RA), debido a que por medio de ella el estudiante puede sumergirse tanto en la realidad misma como en la superpuesta, de tal forma que puede interactuar con objetos reales y obtener información aumentada en 3D, como simulaciones, animaciones, videos y texto relacionado con los mismos (Azuma, 1997; Dunleavy et al., 2009; Dede, 2009; O’Shea & Elliott, 2015). El propósito de este trabajo de investigación es plantear un sistema de aprendizaje situado basado en la información contextual, para estudiantes de ingeniería, que les permita interactuar con su entorno y aprender de mejor forma. Está organizado de la siguiente manera: motivación, trabajos relacionados, arquitectura del sistema, metodología y resultados, conclusiones y trabajos futuros.

## Motivación

Los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica e Industrial de la Universidad del Sinú y de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba cursan la asignatura denominada Introducción a la Ingeniería. En este curso ven los aspectos generales que abordarán en el transcurso de su formación como ingenieros, de acuerdo con el programa académico en el que están circunscritos. El problema se presenta cuando los estudiantes tienen que ver contenidos que presentan un grado de complejidad y no son fáciles de entender, debido a que están iniciando. Al igual que el uso de laboratorios o las visitas a ellos, en las cuales deben observar instrumentos y objetos propios de su área de formación. Por ejemplo, para un estudiante de ingeniería mecánica de primer semestre, comprender el funcionamiento de un motor de combustión interna no es tan sencillo; como tampoco el de un *router* de redes de telecomunicaciones para un estudiante de ingeniería de sistemas; o el de un transformador de inducción para un ingeniero eléctrico. Otro inconveniente se presenta cuando los estudiantes, acceden a los laboratorios por primera vez y se encuentran con equipos e instrumentos que para ellos son extraños, debido a que no están familiarizados con estos. En cierta medida tienen una dependencia con el

tutor asociado al curso o al monitor del laboratorio. Aunque seguramente al finalizar sus carreras tendrán una excelente base conceptual, al inicio, por lo general, se sienten desubicados.

En la práctica, cada objeto o lugar posee información y un contexto asociado, por lo que el contenido disponible para las personas que interactúan con estos escenarios o cosas proporciona una experiencia más rica. En la medida en que los profesores pueden proporcionar a los estudiantes un amplio contexto para entender el mundo real, éstos se exponen más a comprender lo que están aprendiendo y recordarlo posteriormente; la información también puede provenir de los propios estudiantes, quienes en una clase de ingeniería mecánica, por ejemplo, pueden utilizar un sistema de realidad aumentada para capturar sus pensamientos o impresiones al trabajar con artefactos. Ese contenido puede ser puesto a disposición de los demás durante las sesiones de laboratorio posteriores, que les permite tener un conocimiento más profundo de la asignatura y una mejor experiencia de aprendizaje.

## Trabajos relacionados

La tecnología ofrece sistemas y recursos que pueden mejorar el aprendizaje situado, al aumentar la realidad de manera más eficaz. La naturaleza de la tecnología utilizada para el acoplamiento con realidad aumentada ha pasado del uso de PDA y teléfonos móviles al de dispositivos como tabletas y teléfonos inteligentes; los cuales contienen un mayor número de sensores, lo que permite que la RA sea más significativa y situada (FitzGerald, 2013). De Pietro & Frontera (2012) plantean una técnica de integración entre un agente conversacional de simulación (TutorBot) y códigos QR para etiquetar objetos reales durante las actividades de aprendizaje en contextos educativos directos. Con esta técnica, la actividad de aprender haciendo, aprendizaje situado, aprendizaje auténtico y aprendizaje colaborativo, se pueden realzar y virtualizar, aumentando la eficiencia de la educación. Wu et al. (2012) proponen un sistema de aprendizaje móvil sensible al contexto para apoyar cursos de formación de enfermería. Durante las actividades de aprendizaje, cada estudiante está equipado con un dispositivo móvil. Por otra parte, los dispositivos de detección se utilizan para detectar si el alumno ha realizado las operaciones en el lugar correcto del

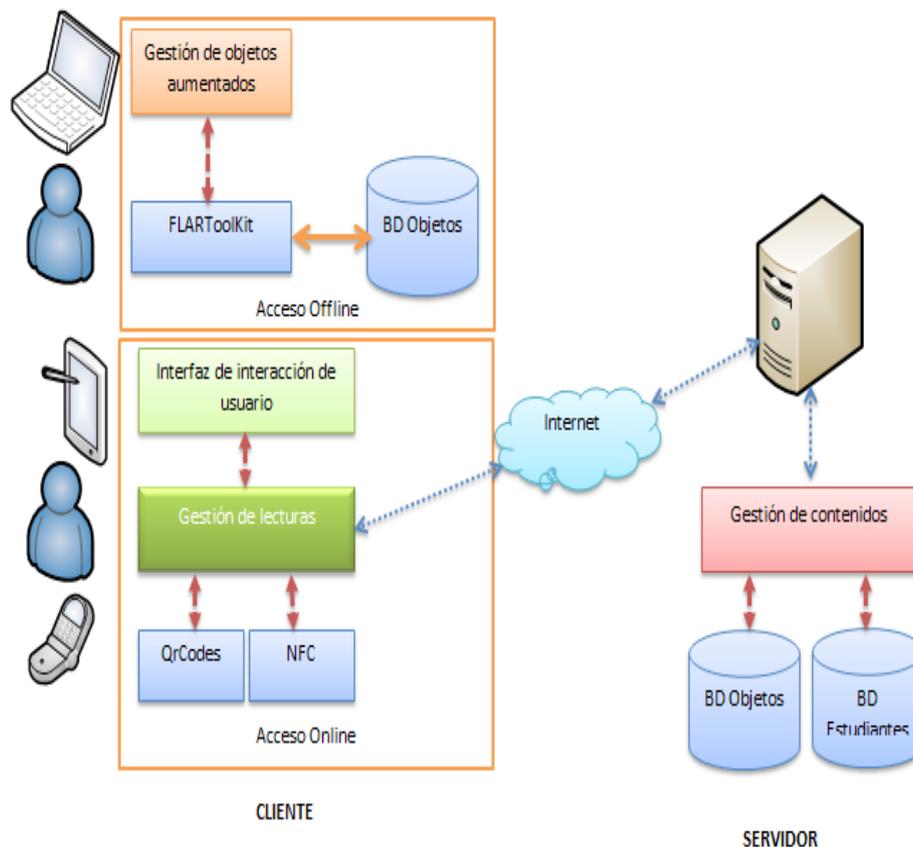
cuerpo del paciente simulado, para evaluar el estado físico de la enfermedad específica. El sistema de aprendizaje no sólo guía a los estudiantes individuales para realizar cada operación del procedimiento de evaluación física en pacientes simulados sino que también proporciona información instantánea y materiales complementarios si las operaciones o la secuencia de operación son incorrectas. Los procesos experimentales muestran que los resultados de aprendizaje de los alumnos mejoran notablemente mediante la utilización del sistema de aprendizaje móvil para la formación de enfermería. En Hwang et al. (2012) se presenta un sistema de aprendizaje ubicuo consciente del contexto, que emplea la tecnología RFID (*Radio Frequency Identification*) para detectar los comportamientos de aprendizaje de los estudiantes y proporcionar orientación en una actividad de investigación científica, llevada a cabo en un ambiente auténtico. Hung et al. (2014) proponen un enfoque basado en *video prompt* consciente del contexto para mejorar los niveles de reflexión

y la satisfacción de los estudiantes, mediante la orientación oportuna y personalizada, utilizando comunicación móvil, inalámbrica y tecnologías de detección. Los resultados muestran que los niveles de reflexión de los alumnos mejoraron significativamente con el uso del enfoque propuesto. Se observaron actitudes positivas hacia el uso de mensajes basados en video en el ambiente de aprendizaje ubicuo sensible al contexto.

## Arquitectura del sistema

La arquitectura se fundamenta en la filosofía cliente servidor. Con este sistema se pretende que el estudiante adquiera experiencias enriquecedoras según el contexto, que puede ser un salón de clases, un laboratorio, un objeto físico. Para tal propósito se usan las técnicas de realidad aumentada y objetos aumentados mediante NFC y QR Code. A continuación se describen sus componentes (figura 1).

Figura 1. Arquitectura del sistema.



## Cliente

El lado del cliente está configurado para proporcionar acceso *offline* y *online*.

### Acceso *offline*

A pesar de los inmensos avances con los sistemas de comunicación como los amplios anchos de banda, las instituciones de educación superior aún no cuentan con la infraestructura para ofrecer calidad de servicio en materia de conectividad, en cierta medida por la gran demanda de los estudiantes de acceso a internet y la falta de políticas de planificación de las redes de comunicaciones inalámbricas. De ahí la iniciativa de contemplar el componente *offline* dentro de la arquitectura, con el objeto de garantizar el acceso a los contenidos, sin importar si hay o no acceso a internet.

Los objetos modelados en 3D se almacenan en los computadores portátiles. Para acceder a ellos, los estudiantes usan la cámara del computador y hacen la lectura del *tracker*. Luego, el gestor de contenidos aumentados envía los datos a Flartoolkit, que procesa las etiquetas y presenta en la pantalla del usuario los objetos en tercera dimensión, que se superponen a los objetos físicos. La capa de gestión de objetos aumentados tiene un control sobre los estudiantes que han leído el *tracker* y el tiempo de interacción con el sistema. A continuación se aprecia una experiencia de realidad aumentada en la asignatura de Introducción a la Ingeniería de Sistemas, con el tema partes internas de la computadora (figura 2). Los modelos 3D se almacenan localmente en el computador de escritorio, para que se procese de forma más rápida por *Flartoolkit*.

Figura 2. Acceso *offline* con realidad aumentada.



### Acceso *online*

El estudiante selecciona dentro de la aplicación el tipo de lectura por realizar, es decir; si es por NFC o por *QR Code*. En el eventual caso de tomar lectura por *QR Code*, activa la cámara del dispositivo móvil. Posteriormente, la capa de gestión de lectura envía por WebSocket al servidor una solicitud de un objeto de aprendizaje que bien puede ser una animación, un audio, una página web, un video o simplemente un texto. Lo mismo ocurrirá si el estudiante decide hacer la lectura con NFC. Cabe señalar que para hacer esta operación el estudiante debe tener acceso a internet todo el tiempo. Cuando la capa de gestión de contenidos por parte del servidor procesa los datos vía WebSocket, posteriormente retorna los objetos aumentados al estudiante en la interfaz gráfica de usuario, en donde obtiene la información solicitada sobre la lectura realizada. En la siguiente figura se aprecia el acceso *online* en una experiencia de aprendizaje, en la asignatura Introducción a la Ingeniería Eléctrica, tema Transformadores de Inducción (figura 3).

Figura 3. Acceso *online*.



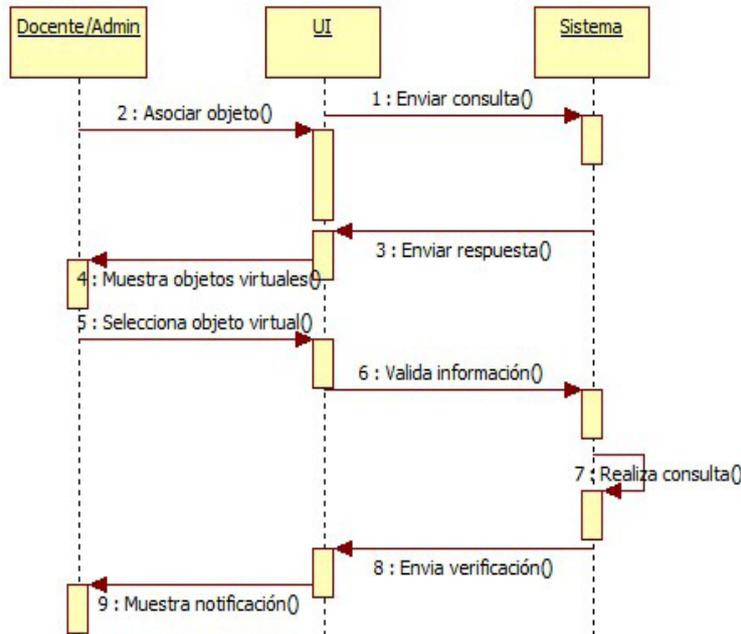
## Servidor

El servidor recibe las solicitudes del cliente y las procesa por la capa de gestión de contenidos, responsable del acceso de los estudiantes y la búsqueda de los repositorios de los objetos alojados en la base de datos. El sistema tiene conocimiento de la interacción de los estudiantes con los objetos que lee, bien sea con NFC o con *QR Code*. La capa de gestión permite que el docente administre los objetos físicos y virtuales para asociar los objetos

físicos a un entorno real. A continuación se puede apreciar el proceso de asociación de objetos físicos a entornos físicos (figura 4). También es posible determinar el tiempo exacto en que podrá ser utilizado un entorno físico, en el que los estudiantes de un

curso desarrollarán una actividad, basados en un cronograma estipulado. El docente podrá monitorear el historial de actividad con el fin de conocer los avances de los estudiantes en forma individual, grupal o general (todo el curso).

Figura 4. Asociación de objetos físicos a entornos.



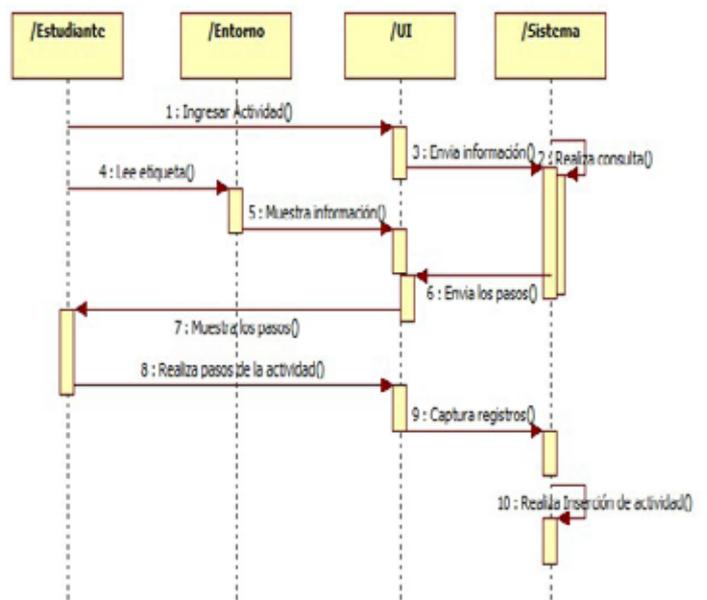
### Metodología y resultados

Para validar la eficiencia del sistema desarrollado se realizaron tres experiencias de aprendizaje situado con los programas de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica en el curso Introducción a la Ingeniería.

#### Experiencia en Ingeniería Mecánica

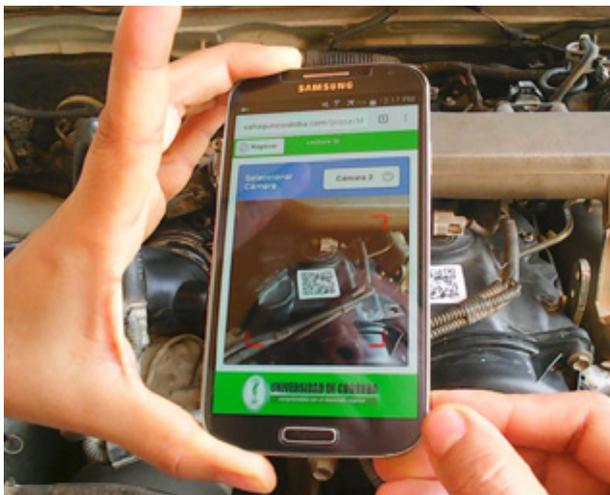
En esta experiencia participaron 40 estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba, quienes fueron divididos en dos grupos de 20. Uno tuvo acceso al sistema desarrollado, el cual se denominó grupo experimental y el grupo control recibió la clase de la forma tradicional. La unidad de aprendizaje correspondía a motores de combustión interna. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar con objetos reales, los cuales fueron etiquetados con códigos QR y NFC. En la siguiente figura (figura 5) se puede apreciar el diagrama de secuencia correspondiente al desarrollo de la actividad.

Figura 5. Diagrama de secuencia de desarrollo de la actividad.



El propósito fue comprender cómo operaba un motor de combustión interna. Además de conocer un poco las partes internas y externas del motor en términos generales, también se pretendía mostrar mediante simulaciones que podían observar desde su dispositivo móvil el funcionamiento del motor. De igual forma, se etiquetaron las herramientas e instrumentos necesarios para realizar el mantenimiento al motor. El sistema orientaba a los estudiantes acerca de los instrumentos y herramientas que debían observar, de tal forma que el docente, sin necesidad de estar presente, podía monitorear qué estudiantes habían interactuado con los objetos y por cuánto tiempo. Los estudiantes tenían la oportunidad de ejecutar el sistema *offline* con realidad aumentada y *online* con acceso a internet; con objetos aumentados. A continuación se ilustra la experiencia (figura 6).

Figura 6. Funcionamiento del sistema *online*.



### ***Diseño experimental***

El diseño de investigación usado es una experiencia de carácter experimental con preprueba, posprueba y grupo de control. En este tipo de diseños experimentales se manipula deliberadamente por lo menos una variable independiente, para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. Así también, los sujetos no se asignan al azar a los grupos, son grupos intactos, es decir, la razón por la que surgen y la manera como se formaron son independientes del experimento (Aguirre et al., 2002; Lewis & Currie, 2003; Fisher, 1995).

### ***Definición de población y muestra***

Para el experimento se consideraron todos los estudiantes de los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Sinú y el de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba. La asignatura corresponde a Introducción a la Ingeniería, la cual se dicta durante el primer semestre de la carrera en los programas señalados. La población corresponde a todos los estudiantes de los programas de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica de primer semestre. La muestra utilizada en este estudio fueron grupos intactos de acuerdo con la disponibilidad de los cursos para la experimentación. Ésta estuvo compuesta por un total de 140 alumnos del curso de Introducción a la Ingeniería en los programas de Ingeniería de Sistemas (28 estudiantes para el grupo experimental y 28 para el grupo control), Ingeniería Eléctrica (22 para el grupo experimental y 22 para el grupo control) e Ingeniería Mecánica (20 para el grupo experimental y 20 para el grupo control).

### ***Análisis pretest y postest en Ingeniería de Sistemas***

El objetivo fue determinar si las puntuaciones iniciales de los dos grupos, experimental y control eran comparables en la experimentación. Esta comparación se realiza con el fin de validar las conclusiones obtenidas. Como las pruebas evidenciaron normalidad de los datos, se aplicó una prueba T para contrastar la hipótesis paramétrica de igualdad de medias. En esta prueba los resultados muestran que no hay diferencia significativa entre las medias de las puntuaciones iniciales de los grupos experimentales y de control para ambos casos de estudio, con un nivel de confianza del 95 %.

En el postest, debido a que el análisis exploratorio de los datos muestra que no se puede asumir normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica W de Mann-Whitney para comparar las medianas de las poblaciones de donde se extraen las muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los “rankeos” promedio de las dos muestras, en los datos combinados. Debido a que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas, con un nivel de confianza del 95 %.

Los resultados obtenidos a partir de la validación experimental realizada al sistema propuesto es la siguiente: en el postest el grupo experimental obtiene un promedio de rendimiento académico de 4,0 y el grupo de control 3,15. De igual manera, en la prueba de hipótesis no paramétrica el “valor p” obtenido es

de 0,00000205927, lo cual indica que hay diferencias altamente significativas en el rendimiento académico a favor del grupo experimental. A continuación (tabla 1) se muestra el comportamiento entre los grupos control y experimental, tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 1. Análisis de pretest – postest de ingeniería de sistemas.

Test	Grupo	Media	Int. Confianza	Mediana
Pre	Experimental	2,82857	+ - 0,206228	2,9
	Control	2,81071	+ - 0,125467	2,75
Post	Experimental	3,98214	+ - 0,152954	4,0
	Control	3,175	+ - 0,220521	3,15

### ***Análisis pretest – postest de Ingeniería Eléctrica***

El resultado del análisis exploratorio de los datos del pretest arrojó que se puede asumir normalidad, por lo tanto se aplicó la prueba T para contrastar la hipótesis de igualdad de promedios de las poblaciones de donde se extraen las muestras. Los resultados demostraron que no hay diferencia significativa entre las medias de las puntuaciones iniciales de los grupos experimentales y de control para ambos casos de estudio, con un nivel de confianza del 95 %.

La prueba en el postest arrojó un valor P es menor que 0,05, con lo que se concluye que existe una diferencia

estadísticamente significativa entre las medianas, con un nivel de confianza del 95 %.

Los resultados obtenidos a partir de la validación experimental realizada al sistema propuesto son los siguientes: el grupo experimental obtiene un promedio de rendimiento académico de 3,73 y el grupo de control obtiene 3,11 durante el postest. De igual manera, en la prueba de hipótesis no paramétrica el “valor p” obtenido es de 0,00676416, lo cual indica que hay diferencias significativas en el rendimiento académico a favor del grupo experimental. Se muestra (tabla 2) el comportamiento entre los grupos control y experimental, tanto en el pre-test como en el postest, realizados en el Programa de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 2. Análisis de pretest – postest de ingeniería eléctrica.

Test	Grupo	Media	Int. Confianza	Mediana
Pre	Experimental	1,62273	+ - 0,518675	1,5
	Control	1,53182	+ - 0,389755	1,5
Post	Experimental	3,73591	+ / - 0,13883	3,71
	Control	3,11818	+ / - 0,40651	3,15

### ***Análisis pretest – postest de ingeniería mecánica***

El resultado del análisis exploratorio de los datos del pre-test arrojo que se puede asumir normalidad, por lo que se aplicó la prueba T para contrastar la hipótesis de igualdad de medias de las poblaciones de donde se toman las muestras. Los resultados demostraron que

no hay diferencia significativa entre las medias de los grupos experimentales y de control, con un nivel de confianza del 95%.

En el post-test los resultados revelan que el valor-P es menor que 0,05; lo cual indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas, con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 3. Análisis pretest – postest de ingeniería mecánica.

Test	Grupo	Media	Int. Confianza	Mediana
Pre	Experimental	1,975	+/- 0,56036	2,0
	Control	1,9	+/- 0,581189	2,0
Post	Experimental	3,95	+/- 0,127495	4
	Control	3,04	+/- 0,224401	3

Los resultados obtenidos a partir de la validación experimental realizada al sistema propuesto son los siguientes: el grupo experimental obtiene un promedio de rendimiento académico de 3,95 y el grupo de control alcanza 3,04 durante el postest. De igual manera, en la prueba de hipótesis no paramétrica el “valor p” obtenido es de 0,00000320107, lo cual indica que hay diferencia altamente significativa en el rendimiento académico a favor del grupo experimental. Anteriormente se mostró (tabla 3) el comportamiento entre los grupos control y experimental, tanto en el pretest como en el postest, aplicados en estudiantes de ingeniería mecánica.

Los resultados en pretest y postest de los grupos control y experimental de los programas de ingeniería, sugieren que la utilización del sistema desarrollado mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes.

### Conclusiones y trabajos futuros

Los resultados obtenidos a partir de la validación experimental realizada al sistema de aprendizaje situado como apoyo a la enseñanza de las ingenierías, demostraron que los grupos experimentales de los tres programas obtuvieron un promedio de rendimiento académico superior, con respecto a los grupos control, durante el postest. De igual manera, en la pruebas de hipótesis de los experimentos se hallaron diferencias significativas en el rendimiento académico a favor de los grupos experimentales en cuestión.

El aprendizaje situado apoyado con las tecnologías de la información y las comunicaciones permite que los estudiantes tengan la posibilidad de interactuar

con entornos auténticos, capaces de ofrecerle información útil realizar una actividad, lo que mejora el entendimiento de los contenidos de aprendizaje.

Para los docentes es una herramienta didáctica que les permite organizar los escenarios de aprendizaje con el objeto de facilitar la enseñanza a los estudiantes. El papel del docente es importante, pero no como el eje central sino como el guía u orientador de las clases, cuya responsabilidad es crítica para alcanzar los objetivos del curso. En estos términos, el estudiante cumple un papel activo en su proceso de formación y los sistemas de aprendizaje como el desarrollado le permiten al educando controlar su formación.

Unos de los grandes desafíos al implementar un sistema como el que se desarrolló es la carga de trabajo al diseñar los modelos de realidad aumentada y el etiquetado de los objetos. La ventaja que ofrece una infraestructura desplegada es que se pueden reutilizar los objetos de aprendizaje en los cursos de ingeniería en donde se requiera.

A la arquitectura desarrollada se le integrará un sistema de recomendación basado en las técnicas de filtrado colaborativo y filtrado basado en contenido, con el objeto de recomendar contenidos de aprendizaje soportados en el contexto. Lo anterior permite crear escenarios de aprendizaje capaces de entregar objetos de aprendizaje que se ajusten a las necesidades del estudiante y el contexto que lo rodea. De tal forma que el sistema se convierta en una herramienta didáctica que permita incentivar el aprendizaje significativo en estudiantes de educación superior, sin importar la profesión que estén cursando.

## Referencias

---

- Aguirre, G. K., Detre, J. A., Zarahn, E., & Alsop, D. C. (2002). Experimental design and the relative sensitivity of BOLD and perfusion fMRI. *Neuroimage*, 15(3), pp. 488-500.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4), pp. 355-385.
- De Pietro, O. & Frontera, G. (2012, July). Mobile tutoring for situated learning and collaborative learning in AIML application using QR-Code. In *Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (Cisis), 2012 Sixth International Conference on*, pp. 799-805. IEEE.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), pp. 66-69.
- Dey, A. K. (2001). Understanding and using context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), pp. 4-7.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), pp. 7-22.
- Fisher, R. A. (1995). *Statistical methods, experimental design, and scientific inference*. J. H. Bennett (ed.). Reino Unido: Oxford University Press.
- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented reality and mobile learning: the state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5(4), pp. 43-58.
- Herrington, J. & Oliver, R. (1995). Critical characteristics of situated learning: Implications for the instructional design of multimedia.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), pp. 23-48.
- Hung, I. C., Yang, X. J., Fang, W. C., Hwang, G. J. & Chen, N. S. (2014). A context-aware video prompt approach to improving students' in-field reflection levels. *Computers & Education*, 70, pp. 80-91.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C. & Chen, C. Y. (2012). A context-aware ubiquitous learning approach to conducting scientific inquiry activities in a science park. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(5), pp. 931-947.
- Jacquinet, Y., Takahashi, S. & Tanaka, J. (2010). Computer-assisted learning based on a ubiquitous environment-Application to Japanese Kanji learning. In *Proceedings of the Fourth Symposium on Knowledge Creation Support System*, pp. 49-54.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lewis, S. & Currie, I. (2003). A novel experimental design for comparative twodimensional gel analysis: two-dimensional difference gel electrophoresis incorporating a pooled internal standard. *Proteomics*, 3, pp. 36-44.
- McLellan, H. (1996). *Situated learning perspectives*. Educational Technology.
- O'Shea, P. & Elliott, J. (2015, March). Augmented reality in education: an exploration and analysis of pedagogical design in mobile augmented reality applications. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, Vol. 2015, No. 1, pp. 3525-3532.
- Tetchueng, J. L., Garlatti, S. & Laube, S. (2008). A context-aware learning system based on generic scenarios and the theory in didactic anthropology of knowledge. *IJCSA*, 5(1), pp. 71-87.
- Tynjälä, P. (2008). Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review*, 3(2), pp. 130-154.
- Wu, P. H., Hwang, G. J., Su, L. H. & Huang, Y. M. (2012). A context-aware mobile learning system for supporting cognitive apprenticeships in nursing skills training. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), pp. 223-236.

## Sobre los autores

---

### Jorge Eliecer Gómez Gómez

Universidad de Córdoba, Colombia

### Velssy Liliana Hernandez Correo

Universidad de Córdoba, Colombia

### Mario Alfonso Morales

Universidad de Córdoba, Colombia

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.