

Artículo de Investigación

Mejora de la comprensión espacial en Ingeniería Civil a través del aprendizaje activo y estudios de caso apoyados por TIC

Enhancing Spatial Understanding in Civil Engineering through Active Learning and ICT-Supported Case Studies

Víctor González Jaramillo: Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
vhgonzalez@utpl.edu.ec

Fecha de Recepción: 07/06/2024

Fecha de Aceptación: 30/07/2024

Fecha de Publicación: 18/09/2024

Cómo citar el artículo

González Jaramillo, V. (2024). Mejora de la comprensión espacial en Ingeniería Civil a través del aprendizaje activo y estudios de caso apoyados por TICs [Enhancing Spatial Understanding in Civil Engineering through Active Learning and ICT-Supported Case Studies]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-17.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-699>

Resumen

Introducción: El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) combinado con técnicas de aprendizaje activas mejoran las habilidades y capacidades en educación superior, especialmente en Ingeniería Civil. **Metodología:** Para mejorar la comprensión de la perspectiva espacial y la aplicación de conocimientos técnicos se usó estudios de caso apoyados con TIC (repositorios de videos y uso de aplicaciones especializadas). Se trabajó con estudiantes de cuarto semestre de Ingeniería Civil en el componente de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (SIG), integrando información espacial en estudios de caso. Se realizaron encuestas para recoger la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de esta metodología. **Resultados:** Los resultados mostraron que los estudiantes que participaron en estudios de caso con datos espaciales asimilaban mejor los conocimientos y demostraron una mayor capacidad para aplicarlos en situaciones prácticas. **Discusión:** La metodología basada en estudios de caso y TICs no solo mejora la comprensión espacial, sino que también fomenta un aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades críticas, creativas y de comunicación, necesarias para resolver problemas de ingeniería. **Conclusiones:** La aplicación de estudios de caso con integración de

información espacial apoyados con TIC prepara a los futuros ingenieros para enfrentar desafíos profesionales complejos.

Palabras clave: aprendizaje activo; comprensión espacial; ingeniería civil; estudios de caso; sistemas de información geográfica (SIG); tecnologías de la información y la comunicación; pensamiento crítico; habilidades técnicas.

Abstract

Introduction: The use of Information and Communication Technologies (ICTs) combined with active learning techniques enhances skills and capabilities in higher education, especially in Civil Engineering. **Methodology:** To improve spatial perspective understanding and the application of technical knowledge, case studies supported by ICTs (video repositories and specialized applications) were used. Fourth-semester Civil Engineering students in the Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing course integrated spatial information into case studies. Surveys were conducted to gather students' perceptions of the effectiveness of this methodology. **Results:** The results showed that students who participated in case studies with spatial data better assimilated the knowledge and demonstrated a greater ability to apply it in practical situations. **Discussion:** The methodology based on case studies and ICTs not only improves spatial understanding but also fosters deep learning and the development of critical, creative, and communication skills necessary to solve engineering problems. **Conclusions:** The application of case studies with spatial information integration supported by ICTs prepares future engineers to face complex professional challenges.

Keywords: active learning; spatial understanding; civil engineering; case studies; geographic information systems (GIS); information and communication technologies; critical thinking; technical skills.

1. Introducción

Los procesos de enseñanza y aprendizaje no son estáticos, sino que se presentan como un ciclo continuo, con cambios constantes en donde se trata de implementar las mejores prácticas (Nkhoma *et al.*, 2014; Raza *et al.*, 2020). Este aprendizaje es un proceso complejo en el que los estudiantes deben desarrollar habilidades profesionales, basados en la integración de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (Kazu y Kurtoglu, 2021). Para ello, es necesario que el estudiante se encuentre en el centro del proceso de aprendizaje (Mendoza y Rodríguez, 2020), empoderándose de su formación y perfeccionando dichas habilidades (Mejia *et al.*, 2022). Para que estos procesos se desarrollen de una manera adecuada se suele usar técnicas como: estudios basados en problemas, clase invertida, estudio de casos, entre otros (CELT, 2017); Dewi y Rahayu, 2023). La aplicación de estas técnicas ayuda a despertar el interés de los estudiantes, convirtiéndoles en actores y protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, desarrollando su pensamiento crítico y reflexivo, lo cual es producto del aprendizaje profundo de los temas y por lo tanto de su comprensión. Dentro de este proceso, el estudio de caso se ha convertido en una técnica que ayuda al desarrollo de estas habilidades (Ebenezer *et al.*, 2012; Raza *et al.*, 2020), ya que permite la aplicación los conceptos teóricos y el desarrollo de las habilidades de pensamiento sistémico, las cuales son requeridos en niveles superiores (Svenja *et al.*, 2016).

Según Bonney (2015), el estudio de caso es más efectivo que las clases tradicionales y/o solo lectura, ya que promueve el desarrollo de habilidades clave. Se basa en el hecho de que muchos de los estudiantes son más inductivos que deductivos, por lo que aprenden mejor de ejemplos que del desarrollo lógico con principios básicos (Boston University, 2024). Es por esto que el estudio de caso puede ser muy efectivo en la sala de clases (Davis y Wilcock, 2003; Longhofer

et al., 2017). Es así que, con el uso de esta técnica los estudiantes desarrollarán habilidades como el pensamiento analítico, juicio crítico y habilidades (Raza *et al.*, 2020), habilidades que están encaminadas hacia la toma de decisiones. En el proceso de aprendizaje de un nuevo concepto, se puede ver fácilmente la diferencia que existe entre conocer y hacer (Mindtools, 2024), en donde con la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos la lección se vuelve mucho más real.

El estudio de caso se usa dentro de las diferentes ramas de las ciencias (Dewi y Rahayu, 2023), y puede integrarse con la revisión de conceptos, recursos y herramientas, lo que ayuda en la formación y adquisición de conocimiento. Una de las herramientas que se puede usar de manera conjunta pertenece a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Las TICs permiten la interacción con información en dispositivos lo cual puede ser independiente de la conexión a internet que se disponga, en donde estos pueden incluso estar desconectados del internet (Duart y Reparaz, 2011; Santos *et al.*, 2019; Abayeva *et al.*, 2023), lo que permite que se complemente el material y las experiencias durante el desarrollo de metodologías activas. El uso combinado de los estudios de caso apoyados en las TICs han sido un elemento fundamental en el aprendizaje del componente espacial de los distintos fenómenos ocurridos en nuestro entorno y que son aplicados dentro de procesos de ingeniería por medio del uso de datos espaciales (Brockmüller *et al.* 2016; Huang *et al.*, 2024) y técnicas de Sistema de Información Geográfica (SIG) (Viehrig y Siegmund, 2012). Los datos espaciales son básicos y a la vez transversales en todos los aspectos de las ciencias, especialmente en el área de las ingenierías, donde para la planificación y/o ejecución de obras de infraestructura es necesario este tipo de datos (Gonzalez-Jaramillo y Gonzalez-Bustan, 2024). Pues permiten ubicar con exactitud los hechos de estudio accediendo a características del terreno, variables del entorno entre otros, lo cual es información indispensable en el modelado de las soluciones.

El uso de metodologías activas en el contexto de los procesos de enseñanza – aprendizaje en la educación superior ha sido ampliamente estudiada en los últimos años. Algunos de los hallazgos revelan un impacto positivo en la participación y el rendimiento académico de los estudiantes (Emezirinwune *et al.*, 2024). Las TICs permiten un amplio acceso a la información y la forma en que los estudiantes interactúan con los contenidos educativos, disponibles principalmente por medio del Internet (Abayeva *et al.*, 2023). Otros estudios indican que el uso de herramientas digitales como los SIG con la implementación de información espacial ayudan a tener una perspectiva espacial amplia, lo que ayuda a desarrollar las relaciones entre lo espacial y el pensamiento sistemático en contextos geográficos, así como a la aplicación de estos conceptos en contextos prácticos (Viehrig, 2014; Huang *et al.*, 2024).

Sin embargo, a pesar de los avances expuestos anteriormente, todavía existen lagunas significativas en la literatura. La mayoría de los estudios se han centrado en contextos de aprendizaje en línea o híbridos, dejando un vacío en la comprensión de cómo estas metodologías pueden ser integradas de manera efectiva en entornos de aprendizaje tradicionales (Engel y Coll, 2022). Además, hay una necesidad de estudios que exploren el impacto de estas técnicas en disciplinas específicas como la Ingeniería Civil, una carrera que por su naturaleza sigue impartándose exclusivamente de manera presencial. En este contexto, la comprensión espacial y la capacidad de aplicar conocimientos técnicos son cruciales (Ma *et al.*, 2023).

La literatura existente sugiere que, aunque los estudiantes se benefician de metodologías activas y del uso de TICs, el impacto específico en el desarrollo de habilidades críticas y creativas, así como en la capacidad de aplicar conocimientos en situaciones prácticas, no ha sido suficientemente explorado en el área de la Ingeniería Civil. El estudio conducido por Malang *et al.* (2023) encontró que los casos están enfocados en las áreas de salud, química, física

y biología. Este estudio busca llenar esta laguna investigativa al evaluar en una etapa inicial la efectividad de una metodología basada en estudio de caso complementados con TICs en la mejora de la comprensión espacial y la capacidad de aplicar conocimientos técnicos en proyectos de Ingeniería Civil.

La necesidad de mejorar la educación en Ingeniería Civil es imperativa, especialmente en contextos latinoamericanos donde los recursos pueden ser limitados y los desafíos educativos son únicos (Carvajal *et al.*, 2023). Estos no solo incluyen el acceso a la tecnología y conectividad, sino que se relaciona con cuestiones políticas, inequidad social, diversidad cultural, género e incluso el propio acceso al sistema de educación, sin considerar su calidad. En este contexto, el estudio se desarrolla en una universidad latinoamericana dentro de la carrera de Ingeniería Civil, donde participan los estudiantes de tercer año y se hace énfasis en los datos espaciales usados dentro de proyectos de ingeniería que abarcan desde la ubicación geográfica de un sitio hasta el análisis espacial de alguna característica relevante requerida dentro de un estudio o proyecto.

El objetivo de esta investigación es lograr la comprensión espacial en la ingeniería. El estudio se desarrolla en una universidad latinoamericana dentro de la carrera de Ingeniería Civil, donde participan los estudiantes del cuarto semestre en el componente académico de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, en donde se hace énfasis en el estudio de caso y los datos espaciales requeridos dentro de proyectos de ingeniería que abarca desde la ubicación geográfica de un sitio hasta el análisis espacial de alguna característica relevante necesaria dentro de un estudio o proyecto. Esta investigación está organizada de la siguiente forma. En el apartado dos se encuentran los materiales y métodos, se explica el grupo de estudiantes donde se aplica la investigación, así como los distintos momentos de aplicación del estudio de caso. En el apartado 3 se describe los resultados encontrados con respecto al uso de estudio de caso, la percepción de los estudiantes con respecto a su uso. Finalmente se exponen las conclusiones.

2. Metodología

En este apartado se tendrá una visión de la metodología usada y se revisará las diferentes secciones abordadas en la investigación. Iniciando con la descripción del curso, la selección de los participantes, la descripción de la innovación docente, así como la recolección y procesamiento de los datos.

2.1. Descripción del curso

El curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección abarca los contenidos básicos para poder representar fenómenos espaciales, lo cual incluye los formatos vectorial y ráster, los componentes de la información espacial, operaciones de geo-procesamiento, búsquedas temáticas y espaciales, así como la exploración de los Modelos Digitales de Terreno (MDT) y variables derivadas. También brinda las bases necesarias para que los estudiantes estén en la capacidad de incorporar información proveniente de sensores remotos, así como su aplicación en diferentes procesos sobre la superficie de la Tierra, lo cual incluye algunos de los índices de vegetación más empleados como el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Estos datos permiten que se pueda representar de manera general los fenómenos que ocurren sobre la superficie terrestre y que luego serán el objeto de estudio y de aplicación en ámbitos específicos de la Ingeniería Civil. El curso está organizado en 16 semanas, divididas en dos bimestres de 8 semanas cada uno y se dicta de manera presencial. La organización del

aprendizaje corresponde a: aprendizaje en contacto con el docente (clases y tutorías), aprendizaje práctico experimental y aprendizaje autónomo. Esto corresponde a un total de 96 horas (2 créditos académicos).

2.2. Selección de los participantes

Para desarrollar el estudio se trabajó con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja. Intervinieron 3 grupos de estudiantes pertenecientes al cuarto semestre (de un total de 9 semestres de carrera). Siendo un total de 61 estudiantes. Los grupos de estudiantes se dividen de la siguiente manera:

- Grupo A. Con 25 participantes.
- Grupo B. Con 13 participantes.
- Grupo C. Con 23 participantes.

La metodología fue aplicada en un grupo de estudiantes heterogéneo de hombres y mujeres, los cuales recibieron sus clases basados en esta metodología. De estos estudiantes, dos grupos corresponden al experimental y uno corresponde al grupo de control. El Grupo B, con 13 estudiantes recibirá clases con una instrucción tradicional, mientras que los otros dos grupos (A y C) estarán en el proceso de enseñanza activa a través del estudio de caso apoyados con las herramientas TICs.

2.3. Estudio de caso como innovación docente

Para lograr una abstracción de los fenómenos de estudio en la carrera de Ingeniería Civil, es necesario poder conceptualizar los fenómenos y representarlos por medio de datos espaciales, en donde cada variable pueda ser representada con los modelos usados en los SIG y describan al fenómeno de estudio. La finalidad es obtener un aprendizaje, en donde el estudiante aparte de adquirir los conceptos pueda desarrollar un aprendizaje crítico y reflexivo, el cual también tenga un nivel de profundidad donde el estudiante sea capaz de representar los fenómenos espaciales por medio de los distintos tipos de modelos de datos. Lo cual luego será usado en los diferentes proyectos en el campo de la ingeniería.

Como técnica de innovación docente se usa el aprendizaje activo, con una participación dinámica y experiencial en el proceso de formación por parte del estudiante. Para esta finalidad de aprendizaje se usa el estudio de caso (Davis y Wilcock, 2003), el cual en este contexto específico es complementado con el uso de datos espaciales (Viehrig, 2014; Ma *et al.*, 2023) El docente guía la clase mediante el desarrollo del tema, donde se presenta algunos conceptos generales, los cuales son acompañados de:

- Clases teóricas con ayuda audiovisual basada en: presentaciones, artículos científicos o Recursos Educativos Abiertos (REA). En este punto se ha usado uno o dos recursos, pero no todos a la vez para evitar sobrecarga de actividades.
- Estudio de caso, el cual se presenta de acuerdo a la temática a desarrollarse. No se aplicó en todas las clases estudios de caso.
- Uso de videos complementarios, creados por el profesor o provenientes de fuentes secundarias, lo cual ayuda a afianzar los conceptos estudiados y ver su aplicación.

En la Figura 1 se puede ver un esquema general del desarrollo de la asignatura, en esta se introduce el uso de los estudios de caso conjuntamente con el uso de TIC, lo cual pretende una

mejora dentro del proceso de aprendizaje, comprensión espacial y representación de fenómenos por medio de los datos geográficos. Este proceso está centrado en el estudio de caso y para afianzar los conceptos teóricos se genera debates, en donde por medio de pensamiento crítico y reflexivo, el estudiante amplía sus conocimientos. A partir del estudio de caso ese desarrolla las siguientes actividades: a) resolución de problemas, b) uso de herramientas analíticas, cuantitativas o cualitativas, dependiendo del tema, y c) toma de decisiones en situaciones complejas, afrontamiento con ambigüedades.

Los estudios de caso apoyados en las herramientas TIC se enfocan en la comprensión, desarrollo y/o resolución del problema planteado. Para ello se hace uso de una serie de preguntas que apuntan a desarrollar ese pensamiento crítico y reflexivo, así como a obtener un conocimiento profundo basados en aprender haciendo, según nos indica Boston University (2024); algunas preguntas a plantearse a los estudiantes pueden incluir:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Qué pregunta tiene?
- ¿Qué problemas necesita resolver?
- ¿Cuáles son algunas de las soluciones o estrategias?
- ¿Qué información necesita?
- ¿Dónde / cómo se puede encontrar esta?
- ¿Qué criterio podría usar para evaluar la solución?
- ¿Qué variables pueden representar los datos espaciales?
- ¿Qué técnicas se puede usar para generar los datos espaciales?
- ¿Qué aplicaciones se puede dar a estos datos dentro de la ingeniería?

Figura 1.

Metodología de aprendizaje basada en el estudio de caso apoyada con TICs, cuyo objetivo es desarrollar un aprendizaje y comprensión de los datos espaciales.



Fuente: Elaboración propia (2024).

La técnica de estudio de caso se usó en algunos de los temas específicos orientados por semanas. En este caso, el estudio puntual se centra en la primera semana, correspondiente a la introducción de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, en donde es necesario contextualizar el uso de los datos espaciales, cuál es su importancia y cómo podemos usarlos dentro del área de Ingeniería Civil. En la Tabla 1 se puede ver los estudios de caso usados, la semana a la que corresponden y el sector al cual pertenecen.

Los estudios de caso son complementados con el uso de información espacial. Esta información corresponde a dos tipos principales de datos espaciales: archivos vectoriales (shapefiles, provenientes de ESRI (2021)), y archivos ráster (imágenes satelitales u otra información en formato de imágenes). Estos datos son la base de los estudios con análisis espacial y la aplicación práctica en proyectos de ingeniería.

Tabla 1.

Estudios de caso abordados en el curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

Estudio de caso	Semana de aplicación	Área de estudio
1. Questions GIS could answer in Happy Valley	Semana 1	Ingeniería Civil, Turismo
2. Issues raised by the NIREX case study	Semana 2	Ingeniería Civil, Planificación
3. Monitoring coastal change with GIS	Semana 6	Planificación Ambiental
4. Modeling remote sensing in mountain areas	Semana 11	Manejo medioambiental
5. Raster analysis of the nuclear waste siting example	Semana 14	Ingeniería Civil, Manejo medioambiental

Fuente: Adaptado de Heywood *et al.* (2006).

2.3.1. Archivos Shapefiles

Los archivos en formato shapefile son un estándar adoptado de la empresa ESRI, y sirven para representar los datos en formato vectorial por medio de puntos, líneas y polígonos y una de las principales formas de almacenamiento de datos espaciales utilizados en SIG. En este estudio, se emplearon shapefiles que contienen información geográfica relevante del Ecuador a diferentes escalas y con distintos sistemas de proyección (PSAD 56 y WGS 84), en la zona 17 sur y 17 norte. La información corresponde a datos de Ecuador a diferentes escalas, esta información incluye: centros poblados, redes viales, hidrografía, áreas y bosques protegidos, topografía, uso de suelo, y división política a diferentes niveles.

2.3.2. Datos ráster e Imágenes Satelitales

Los datos ráster y las imágenes satelitales proporcionan una visión detallada de la superficie de la Tierra. Estas imágenes pueden proporcionar incluso datos históricos que nos permiten hacer análisis temporales de los cambios que ha sufrido una determinada área. Entre las imágenes satelitales utilizadas tenemos: Landsat, Sentinel 1 y 2, Alos Palsar, entre otros. Estos datos provenientes de satélites permiten el monitoreo ambiental, evaluar la estructura del suelo, y los cambios que sobre estos se producen. Estos datos ofrecen datos en mediana, alta y super alta resolución. Por ejemplo, los datos que se puede consumir a partir de Google, como lo son Google Satellite que poseen una resolución de 0.25 m, pero no ofrecen las distintas bandas espectrales, las cuales son fundamentales para realizar análisis o calcular índices espectrales.

2.3.3. Integración y Aplicación de los Datos espaciales – Uso de QGIS

Los datos en formatos vectorial y ráster fueron integrados en un entorno de SIG para permitir un procesamiento y análisis espacial robusto. Los estudiantes utilizaron el software QGIS (2024), el cual es una herramienta que sirve para visualizar, gestionar, analizar y modelar estos datos espaciales, los cuales han sido planteados para su uso dentro de los estudios de caso. El

software tiene integradas funciones de otras aplicaciones como: GDAL, GRASS, SAGA GIS. Estas funciones permiten realizar análisis complejos, y usar estos resultados en las distintas etapas de proyectos de ingeniería (González-Jaramillo, 2015) y son encaminados a la toma de decisiones.

2.4. Recolección de los datos

La recolección de datos se realizó de dos fuentes: las calificaciones de los estudiante y la percepción de los estudiante. Los datos correspondientes a las calificaciones las obtuvo el instructor con base en las ponderaciones a cada actividad de donde se calculó el promedio del grupo. También se registraron las medias de las notas finales obtenidas por cada uno de los otros grupos. Por otro lado, se obtuvo respuestas de la percepción de los estudiantes, lo cual recolectado por medio de un formulario web, en donde se usó una escala de Likert con opciones de entre de 1 a 4, en donde 1 representa “muy insatisfecho” y 4 representa “muy satisfecho”.

Entre las preguntas formuladas a los estudiantes y relacionadas directamente con el uso de la metodología para mejorar la comprensión espacial de los fenómenos y su aplicación dentro del ámbito de la ingeniería, se puede mencionar:

- ¿Con el desarrollo del curso ha podido expresar sus ideas de forma estructurada y clara?
- ¿Puede ilustrar un problema de ingeniería y su componente espacial usando sus ideas, integrando ejemplos, analogías, metáforas y otros recursos adecuadamente?
- ¿El curso ha permitido potenciar su orientación hacia la innovación y la investigación?
- ¿El curso ha tenido aplicabilidad dentro de su carrera?
- ¿Está satisfecho con el uso de la metodología de estudio de caso?
- ¿Los estudios de caso desarrollados han sido útiles y ve aplicabilidad dentro de su carrera?
- ¿Puede abstraer un problema de la vida real y representarlo mediante datos espaciales?

2.5. Procesamiento de los datos

Para procesar los datos se ha usado Microsoft Excel, en donde se han obtenido medias aritméticas y se ha realizado el tratamiento de los datos provenientes de las encuestas, en donde se han promediado los valores provenientes de la escala de Likert.

3. Resultados

Los resultados obtenidos reportan las calificaciones que se ha obtenido en los tres grupos que tiene el curso. También se presenta la percepción de los estudiantes frente a la metodología usada. Finalmente, en la sección de resultados se muestra el impacto que ha tenido el uso de estudios de caso y la interacción de los estudiantes con las TIC.

3.1. Calificaciones finales

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes presentan pequeñas variaciones, en donde destacan el Grupo A y el C (Tabla 2). En el primer grupo nombrado se ha aplicado los estudios de caso con herramientas TIC, mientras que el grupo B es el más pequeño de los tres y corresponde al grupo de control. En todos los grupos la mayoría de los estudiantes superan la nota mínima de 7, con lo cual aprueban el curso, aunque mantienen promedios bajos. En los grupos B y C existen estudiantes que reprueban el curso, pues sus notas son inferiores a la mínima. En el grupo B, aunque es un grupo pequeño existen estudiantes con notas superiores a la media, lo cual influye de manera significativa en sus promedios, así como en la nota máxima registrada para este grupo.

Tabla 2.

Calificaciones obtenidas por los estudiantes del curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

Grupo	Mínima	Media	Máxima
A	7,00	7,23	8,30
B	2,50	7,12	9,20
C	3,75	7,24	8,70

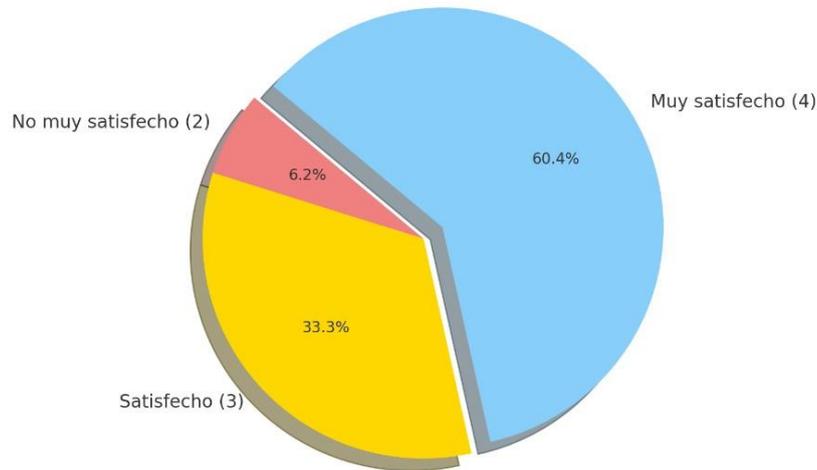
Fuente: Elaboración propia (2024).

3.2. Percepción de los estudiantes

La percepción sobre la utilidad de la metodología se obtuvo mediante una encuesta realizada a los 48 estudiantes con los que se aplica el aprendizaje activo con estudios de caso y uso de TIC. Las preguntas corresponden a las planteadas en la Sección 2.4, que incluyen aspectos generales del componente académico, así como de datos específicos de la metodología usada. De los resultados obtenidos se puede indicar que el grupo donde se aplicó la metodología responde de mejor manera, especialmente en la interacción alumno - profesor, así como con los estudios de caso usados. El porcentaje que responde de manera afirmativa a la pregunta "¿Los estudios de caso desarrollados han sido útiles y ve aplicabilidad dentro de su carrera?" están en los niveles superiores de la escala de Likert, indicando que se encuentran satisfechos y muy satisfechos. Esto se puede observar en la Figura 2. La respuesta a las otras preguntas tiene un comportamiento similar, en donde los estudiantes que participaron de los estudios de caso están satisfechos o muy satisfechos.

Figura 2.

Percepción de los estudiantes frente a la pregunta de aplicabilidad de dentro de la carrera de Ingeniería Civil.



Fuente: Elaboración propia (2024).

En la Figura 3 se puede observar el material que complementa a los estudios de caso. En este caso el video es parte de una cuenta de YouTube que el docente ha usado con la finalidad de proporcionar material complementario. Adicional a ello, se usa un texto de acceso libre que el estudiante puede consultar para enriquecer la parte conceptual, y se complementa con un artículo “Open Access” para ejemplificar la aplicación dentro de la rama de estudio.

Figura 3.

Material complementario y uso de TIC como apoyo al estudio de caso 4.

En el siguiente video puede ver la aplicación de uno de los modelos de interpolación, en este caso el IDW o modelo de ponderación de distancia inversa, el cual es un modelo exacto, en donde los valores máximos y mínimos solo pueden producirse en puntos de muestra.

En la siguiente sección encontrará información que le servirá para reforzar el tema desarrollado. En el Libro de SIG de Pucha et al, (2017), puede encontrar información básica de los algoritmos para realizar las interpolaciones.

En el artículo González-Jaramillo et al, (2019) puede encontrar una aplicación de los datos LiDAR y la aplicación usada para generar Modelos Digitales de Superficie (MDS) y los Modelos Digitales de Terreno (MDT).

Recursos para el aprendizaje

- [Libro SIG](#)  
- [Artículo LiDAR](#)  

Fuente: Elaboración propia (2024).

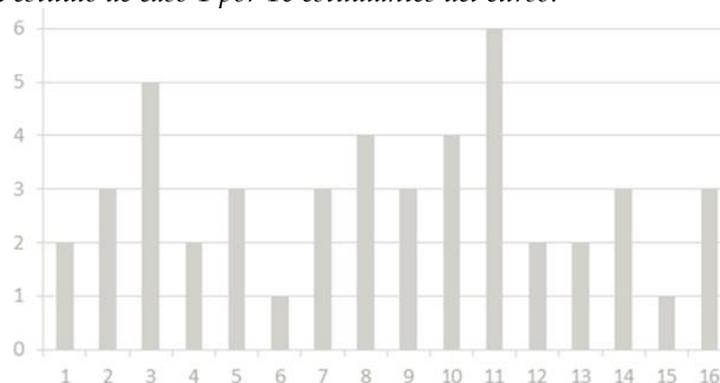
3.3. Impacto del uso de estudios de caso en la interacción estudiante-docente y la comprensión espacial en Ingeniería Civil

Dentro del desarrollo del curso se ha podido evidenciar que el uso de estudio de caso ha permitido que exista una mayor interacción entre el estudiante y el docente y/o material usado. En este apartado se presenta las visitas del estudio de caso 1 “Questions GIS could answer in Happy Valley”, el cual es una introducción a los SIG para que el estudiante comprenda conceptos básicos, así como pueda abstraer con un ejemplo real la presentación de distintos fenómenos mediante el uso de datos geográficos. Estos datos espaciales están relacionados con las áreas de Ingeniería Civil y Turismo, por lo que también sirve para dar una visión general a las aplicaciones que se pueden abordar. Los formatos vectorial y ráster usados en el SIG permiten hacer posible la abstracción de la realidad para este estudio de caso y representarlo con información que permite afianzar la comprensión espacial (Mejia *et al.*, 2022), donde las vías, infraestructura, sitios de recreación, sitios que presentan riesgo el clima del lugar de estudio son presentados.

En la Figura 4 se puede observar el número de visitas del estudio de caso para 16 estudiantes de uno de los cursos involucrados en el estudio. Como se puede evidenciar, en general el número de visitas al recurso supera una visita.

Figura 4.

Visitas realizadas al estudio de caso 1 por 16 estudiantes del curso.

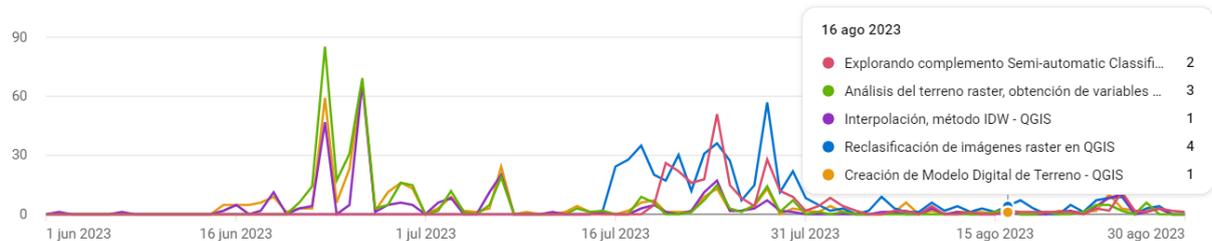


Fuente: Elaboración propia (2024).

En la Figura 5 podemos ver un incremento significativo del número de visualizaciones de los recursos agregados en la plataforma YouTube, en donde el docente procedió con la creación de videos explicativos que acompañaron como material de apoyo a los estudios de caso. Estos videos realizados a medida para el curso fueron revisados por los estudiantes de los cursos de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección durante el desarrollo de las clases entre junio y julio de 2023. A partir de la creación del material a mediados de junio se registra el incremento de actividad, la cual luego de terminado el curso continúa con accesos en la plataforma.

Figura 5.

Visita general de visitas a los recursos de video creados para los estudiantes del curso.



Fuente: Adaptado de la plataforma YouTube (2023).

4. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación reflejan varios aspectos importantes sobre el uso del aprendizaje activo usando la metodología basada en estudios de caso y tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de Ingeniería Civil, específicamente para la mejora de la comprensión espacial, lo cual fue implementado en el curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

En cuanto a los resultados de calificaciones, los datos muestran que los estudiantes de los Grupos A y C, que se beneficiaron del uso de estudios de caso apoyados con TIC, obtuvieron calificaciones mínimas y medias comparables, aunque ligeramente superiores al Grupo B, que sirvió como grupo de control. Esto sugiere que la integración de estudios de caso y TIC tiene un efecto positivo en el rendimiento académico general, aunque no de manera significativa en comparación con los métodos tradicionales (Rhodes *et al.*, 2020). Sin embargo, es importante destacar que el Grupo B, a pesar de ser el grupo de control y más pequeño, presentó la mayor calificación máxima, lo cual puede estar atribuido a factores individuales de los estudiantes o la dinámica de grupo reducido.

La percepción de los estudiantes sobre la metodología utilizada fue notablemente positiva. La mayoría de los participantes en los grupos que utilizaron estudios de caso y TICs manifestaron satisfacción y una percepción positiva sobre la aplicabilidad de los contenidos aprendidos a su futura carrera profesional, especialmente por la incorporación de los datos espaciales y como estos se aplican a la resolución de problemas usando técnicas aplicadas al SIG (Ma *et al.*, 2023). La escala de Likert utilizada en las encuestas mostró que los niveles de satisfacción eran altos, indicando una aceptación y valoración favorable de la metodología. Este hallazgo es significativo, ya que sugiere que los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también los encuentran relevantes y útiles para su formación profesional.

El impacto del uso de estudios de caso y TIC también se reflejó en la mayor interacción entre los estudiantes y los repositorios de información, así como con el material de estudio. El análisis de las visitas a los recursos educativos, incluyendo estudios de caso y videos complementarios en plataformas como YouTube, mostró un alto nivel de compromiso y reutilización de estos recursos por parte de los estudiantes. Este aumento en la interacción y el uso de materiales de apoyo indica que los estudiantes están más involucrados y encuentran valiosa la información proporcionada, lo que puede traducirse en un aprendizaje más profundo y desarrollo del pensamiento crítico.

El planteamiento de estrategias de aprendizaje activo mediante la implementación de estudios de caso apoyados por TIC en el curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección

ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar tanto el rendimiento académico como la percepción de los estudiantes sobre la relevancia de los contenidos y la importancia del componente espacial. Esta metodología fomenta un aprendizaje activo y contextualizado, esencial para la formación de ingenieros civiles capaces de enfrentar desafíos complejos en su campo profesional, dando lugar al desarrollo de habilidades técnicas. Los resultados sugieren que la adopción de enfoques similares en otros contextos educativos podría tener beneficios significativos para la enseñanza de disciplinas técnicas en entornos con recursos limitados y desafíos únicos, como sucede en muchos contextos latinoamericanos (Carvajal *et al.*, 2023).

5. Conclusiones

El uso de estrategias de aprendizaje activo complementado con estudio de caso y apoyado en herramientas TIC, esto ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión espacial en el ámbito de la Ingeniería Civil, específicamente en el curso de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. La incorporación de esta metodología no solo ha generado una mayor interacción entre el profesor y el alumno, sino que ha permitido al estudiante poner en práctica los conceptos teóricos usando una herramienta de SIG. Al generar interés en los estudiantes se ha logrado un desarrollo de habilidades técnicas en el manejo de información espacial y el uso de herramientas de SIG. El estudio de caso combinado con documentos teóricos / artículos y el uso de videos tutoriales ha permitido superar la barrera que a menudo existe entre la parte teórica y la práctica. De esta manera, los estudiantes no solo comprenden y se relacionan con el componente espacial de los fenómenos estudiados, sino que también son capaces de abstraer la realidad para presentarla por medio de modelos, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos.

En cuanto a la satisfacción estudiantil, los resultados indican que una mayor interacción entre el estudiante, el profesor y los recursos disponibles conducen a los estudiantes a un mayor compromiso y por lo tanto a mejores resultados académicos. Los estudiantes se sienten más involucrados en su proceso de aprendizaje, lo que corresponde con el modelo académico de la universidad y que es crucial para su éxito académico y profesional. Esta experiencia práctica, apoyada por datos geoespaciales, es esencial para preparar a los futuros profesionales de la Ingeniería Civil, los cuales estarán preparados para enfrentar los desafíos profesionales.

Adicionalmente, el uso de las TIC ha permitido que los estudiantes desarrollen capacidades y habilidades, preparándolos para el mundo real, como la comprensión y adaptación a nuevas tecnologías y metodologías. Finalmente, una limitación de esta práctica de innovación educativa es el enfoque aislado en estudios de caso individuales. Se recomienda trabajar en proyectos integradores que aborden múltiples perspectivas académicas fomentando el uso de datos espaciales y herramientas SIG, lo cual podría mejorar los resultados de aprendizaje al permitir una solución más amplia del problema planteado, a la vez que se reduce la carga académica generada por múltiples tareas.

6. Referencias

- Abayeva, G. A., Orazayeva, G. S., Omirbek, S. J., Ibatova, G. B., Zakirova, V. G. y Vlasova, V. K. (2023). A cross-database bibliometric analysis of ubiquitous learning: Trends, influences, and future directions. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), ep471. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13648>
- Bonney, K. M. (2015). Case study teaching method improves student performance and perceptions of learning gains. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 16(1), 21-28. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.846>

- Boston University. (2024). *Using case studies to teach*. <https://n9.cl/w0ub2>
- Brockmüller, S., Viehrig, K., Schuler, C., Mrazek, J., Volz, D. y Siegmund, A. (2016). Enhancement of geographical systems thinking through the use of models. En J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto y K. Hahl (Eds.), *Science education research: Engaging learners for a sustainable future* (pp. 158-168). <http://hdl.handle.net/11654/17938>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Cordero Garcés, M. O., Cañarte Baque, G. A. y Zavala Vasquez, C. J. (2023). Exploring diversity and inclusion issues in the civil engineering field in Latin America. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 6323-6333. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1054>.
- Center for Excellence in Learning and Teaching (CELT). (2017). *226 active learning techniques*. Iowa State University. <https://n9.cl/d0mdxj>
- Davis, C. y Wilcock, E. (2003). *Teaching materials using case studies*. UK Centre Material Education. <https://edcuration.com/resource/vendor/595/Case%20Study.pdf>
- Dewi, C. A. y Rahayu, S. (2023). Implementation of case-based learning in science education: A systematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 20(4), 729-749. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.041>
- Duart Montoliu, J. M. y Reparaz Abaitua, C. (2011). Enseñar y aprender con las TIC. *Estudios Sobre Educación*, 20(20), 9-19. <https://n9.cl/7oaj1>
- Ebenezer, J., Columbus, R., Kaya, O. N., Zhang, L. y Ebenezer, D. L. (2012). One science teacher's professional development experience: A case study exploring changes in students' perceptions of their fluency with innovative technologies. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 22-37. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9277-9>
- Emezirinwune, M., Babatunde, D., Emezirinwune, D. y Denwigwe, I. (2024). The role of information and communication technologies in university education: Taxonomies, perspectives, and challenges. *World Scientific News*, 192, 289-309. <https://n9.cl/0id8g>
- Engel, A. y Coll, C. (2022). Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), 225-242. <https://doi.org/10.5944/ried.25.1.31489>
- ESRI. (2021). *¿Qué es un shapefile?* <https://n9.cl/b6tu6>
- González-Jaramillo, V. H. (2015). Use of geographic information systems with open source solutions, an approach to access e-democracy & e-government. *2nd International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2015* (art. no. 7114459), 7-8. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2015.7114459>
- Gonzalez-Jaramillo, V. y Gonzalez-Bustan, A. (2024). Assessment of spatial data obtained by means of the use of unmanned aerial vehicle (UAV). En E. Villacís, C. Ayarza, J. Bucheli, S. Yazdani y A. Singh (Eds.), *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*. [https://doi.org/10.14455/ISEC.2024.11\(1\).EPE-07](https://doi.org/10.14455/ISEC.2024.11(1).EPE-07)

- Heywood, D. I., Cornelius, S. y Carver, S. (2006). *An introduction to geographical information systems*. Pearson Prentice Hall. <https://n9.cl/qmga93>
- Huang, Z., Yang, Y., Dong, L., Gao, A., Guo, Z., Wang, J., Zhang, X., Zhao, Y. y Xiaoxu, L. (2024). Fostering students' geographical synthetic thinking using geographic subject mind maps. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 788. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03312-x>
- Kazu, I. Y. y Kurtoglu Yalçın, C. (2021). The effect of STEM education on academic performance: A meta-analysis study. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(4). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1313488.pdf>
- Longhofer, J., Floersch, J. y Hartmann, E. (2017). A case for the case study: How and why they matter. *Clinical Social Work Journal*, 45(3), 189-200. <https://acortar.link/ZriAqG>
- Ma, Q., Duan, Y. y Yao, Z. (2023). Meta-analysis of the impact of geospatial technologies on learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 28, 15739-15764. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11712-w>
- Malang, T. y Schraff, D. (2023). How differentiated integration shapes the constraining dissensus. *Journal of European Public Policy*, 1-29. <https://doi.org/10.1080/13501763.2023.2229377>
- Mejia, C., Tsou, M.-H. y Wang, M. (2022). Work-in-progress-virtual reality integration into geography education: A case study of physical geography. In *Proceedings of the 2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network, iLRN 2022*. <https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815963>
- Mendoza Moreira, M. L. y Rodríguez Gámez, M. (2020). Aprendizaje centrado en el estudiante desde la planificación en investigación. *CIENCIAMATRIA*, 6(10), 560-572. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i10.232>
- Mindtools. (2024). *Case study-based learning*. <https://acortar.link/gSX2yg>
- Nkhoma, M., Sriratanaviriyakul, N., Pham, H. C., Lam, T. K. y Nguyen, Q. B. N. (2014). Towards an understanding of the impacts of localized real case studies. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 12(1), 1690-4524. <https://www.iiisci.org/Journal/pdv/sci/pdfs/SA298DZ13.pdf>
- QGIS. (2024). QGIS. <https://www.qgis.org/>
- Raza, S. A., Qazi, W. y Umer, B. (2020). Examining the impact of case-based learning on student engagement, learning motivation and learning performance among university students. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(3), 517-533. <https://doi.org/10.1108/JARHE-05-2019-0105>
- Rhodes, A., Wilson, A. y Rozell, T. (2020). Value of case-based learning within STEM courses: Is it the method or is it the student? *CBE – Life Sciences Education*, 19(3). <https://doi.org/10.1187/cbe.19-10-0200>

- Santos, J., Figueiredo, A. S. y Vieira, M. (2019). Innovative pedagogical practices in higher education: An integrative literature review. *Nurse Education Today*, 72(September 2018), 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.003>
- Viehrig, K. y Siegmund, A. (2012). Germany: Diverse GIS implementations within a diverse educational landscape. En A. Milson, A. Demirci y J. Kerski (Eds.), *International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools* (pp. 158-168). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2120-3_12
- Viehrig, K. (2014). *Exploring the effects of GIS use on students' achievement in geography*. (Tesis Doctoral). Heidelberg University of Education, Germany. <https://acortar.link/Q0vp3N>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Financiación: Esta investigación no recibió financiación externa.

Agradecimientos: El presente texto nace en el marco de las buenas prácticas docentes de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Conflicto de intereses: No existen conflictos de intereses.

AUTOR:**Víctor González-Jaramillo.**

Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Doctor en Ciencias Naturales en la Facultad de Geografía Universidad Phillips / Marburgo - Alemania. Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación en la UTPL. Docente universitario (Establecimiento UTPL) de los componentes académicos de: Matemática, Estadística, Lenguaje de programación, Composición de textos científicos, Geoinformática, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Experiencia de trabajos desempeñados en: Grupo de Trabajo SIG (2005 - 2009); Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil, sección de Recursos Hídricos (2009 - 2015); Departamento de Ingeniería Civil (2015 - presente). Director de proyectos de investigación en las áreas relacionadas a: docencia, ciencia, tecnología y uso de datos espaciales. Autor y coautor de varios textos científicos y divulgativos.

vhgonzalez@utpl.edu.ec**Índice H:** 11**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-2150-7690>**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56183675600>**Google Scholar:** <https://scholar.google.es/citations?user=xT-dpxAAAAAJ&hl=es>**ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Gonzalez-Jaramillo-2>**Academia.edu:** <https://utpl.academia.edu/V%C3%ADctorHugoGonz%C3%A1lezJaramillo>