

Aprendizaje basado en retos en práctica: un caso de estudio

Title: *Challenge-based learning in practice: a case study*

Título: *Aprendizagem baseada em desafios na prática: um estudo de caso*

Zobeida J. Guzmán
Universidad de las Américas Puebla
ORCID: 0000-0002-3163-8862
zobeida.guzman@udlap.mx

Resumo

As novas gerações trouxeram mudanças drásticas no estilo de vida e nas preferências de aprendizagem. Embora as mudanças geracionais sempre tenham existido, nas últimas décadas essas transformações se tornaram mais rápidas e abruptas. Por um lado, as novas gerações tendem a buscar experiências de aprendizado imediatas, muitas vezes sem paciência para reter o conhecimento até sua aplicação prática. Por outro lado, estratégias educacionais consolidadas e emergentes buscam gerar um impacto significativo na sala de aula. No entanto, ainda há um grande espaço entre a teoria e a prática. Em resposta a essa transformação, diversas estratégias educacionais foram desenvolvidas para aprimorar as experiências de aprendizado, embora sua implementação eficaz continue sendo um desafio. Este estudo tem como objetivo analisar a implementação da aprendizagem baseada em desafios (ABD) em um curso universitário, avaliando seu impacto no processo de ensino-aprendizagem, no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na motivação dos estudantes. A questão central de pesquisa que orienta esta análise é: De que maneira a aplicação da ABD em um contexto universitário impacta a aquisição de conhecimento, a capacidade de resolução de problemas e o engajamento dos estudantes? Para responder a essa questão, foi adotado um desenho de estudo de caso, com uma abordagem qualitativa e elementos quantitativos. A ABD foi implementada em um curso avançado de Visão Computacional, estruturando a experiência em várias fases: identificação de problemas, desenvolvimento de soluções, implementação de protótipos e avaliação formativa. Os dados foram coletados por meio de observação direta, análise de trabalhos dos estudantes e questionários. Os resultados indicam que a ABD promove uma aprendizagem significativa, fortalece o pensamento crítico e aumenta a motivação dos estudantes ao permitir que apliquem seus conhecimentos em projetos do mundo real.

Palavras-Chave: aprendizagem em sala de aula; aprendizagem baseada em desafios; educação em engenharia; pensamento crítico.

Abstract

New generations have brought about drastic changes in lifestyle and learning preferences. While generational shifts have always existed, these changes have become faster and more abrupt in recent decades. On the one hand, younger generations gravitate toward immediate learning experiences, often lacking the patience to retain knowledge until it is practically applied. On the other hand, both well-established and emerging educational strategies aim to have a significant impact on the classroom. However, there is a considerable gap between theory and practice. Various educational strategies have been developed to enhance learning experiences in response to this transformation, yet their effective implementation continues to pose challenges. This study aims to analyze the implementation of challenge-based learning (CBL) in a university course, assessing its impact on the teaching-learning process, cognitive skill development, and student motivation. The central research question guiding this analysis is: How does the application of CBL in a university setting impact knowledge acquisition, problem-solving abilities, and student engagement? A case study design was employed, incorporating both qualitative and quantitative elements to address this question. CBL was implemented in an advanced Computer Vision course, structuring the experience into several phases: problem identification, solution development, prototype implementation, and formative assessment. Data was collected through direct observation, analysis of student work, and surveys. The results indicate that CBL

promotes meaningful learning, enhances critical thinking skills, and increases student motivation by allowing them to apply their knowledge to real-world projects.

Keywords: *learning in the classroom; challenge-based learning; engineering education; critical thinking.*

Resumen

Las nuevas generaciones han marcado cambios drásticos en el modo de vida y también en las preferencias al aprender. Si bien, el salto generacional siempre ha existido, en las últimas décadas, el cambio es más rápido y con saltos más bruscos. Por un lado, los intereses de las nuevas generaciones se reenfocan a lo inmediato y sin tener paciencia para retener lo aprendido hasta el momento de utilizarlo. Por otro lado, las sólidas estrategias educativas, junto con las emergentes, buscan generar un impacto en las aulas de clase. Pero de la teoría a la práctica, hay también espacio muy amplio. En respuesta a esta transformación, han surgido estrategias educativas que buscan generar un impacto en el aula, aunque su implementación efectiva sigue representando un desafío. Este estudio tiene como objetivo analizar la implementación del aprendizaje basado en retos (ABR) en un curso universitario, evaluando su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el desarrollo de habilidades cognitivas y la motivación de los estudiantes. La pregunta central de investigación que guía este análisis es: ¿de qué manera la aplicación del ABR en un contexto universitario impacta la adquisición de conocimientos, la resolución de problemas y la participación estudiantil? Para abordar esta cuestión, se adoptó un diseño de estudio de caso con un enfoque cualitativo y elementos cuantitativos. Se implementó el ABR en un curso de Visión Artificial de nivel superior, estructurando la experiencia en diversas fases: identificación de problemas, desarrollo de soluciones, implementación de prototipos y evaluación formativa. Los datos fueron recopilados mediante observación directa, análisis de productos de aprendizaje y encuestas a los estudiantes. Los resultados muestran que el ABR fomenta un aprendizaje significativo, fortalece el pensamiento crítico y aumenta la motivación de los estudiantes al permitirles aplicar conocimientos en proyectos reales.

Palabras clave: *aprendizaje en el aula; aprendizaje basado en retos; educación en ingeniería; pensamiento crítico.*

1 Introducción

Las personas cambian, las generaciones y sus actualidades locales y globales las definen. En la actualidad, los agigantados avances tecnológicos dejan ver cambios bruscos en las nuevas generaciones. El caso específico de las generaciones Z (nacidos entre 1997 y 2012 aproximadamente) y Alfa (los nacidos después del 2013 aproximadamente) comparte un contexto digital. Se habla de personas que se consideran nativas digitales, que han crecido con internet, redes sociales y teléfonos inteligentes. Ambos grupos etarios prefieren la comunicación visual y rápida. De la misma manera, prefieren aprender a través de contenido interactivo y digital. Por su parte, la generación Alfa ha vivido con la tecnología más avanzada (como inteligencia artificial y dispositivos inteligentes) y con entornos educativos híbridos (aprendizaje presencial y en línea).

Las generaciones Z y Alfa se pueden beneficiar de tener la tecnología y los datos literalmente en la palma de sus manos. Previamente, las habilidades de pensamiento estaban más relacionadas con la retención del conocimiento, ahora, mientras se tenga acceso a internet, los estudiantes pueden gozar del acceso ilimitado a la información. Muchas veces, el conocimiento es adquirido de manera autodidacta mediante videos bajo demanda, blogs, Vlogs, y contenidos compartidos en las propias redes sociales. Sí, Internet permite conectarse con personas en otros lados del mundo, con otras culturas e información que llegaría lentamente a los países subdesarrollados de no ser por la conexión global. Con las tecnologías y herramientas digitales emergentes se avanza rápidamente en cuestiones de productividad, creatividad y aprendizaje en general. Esas herramientas sirven para estudiar y aprender, sin duda, pero además permiten expandir el pensamiento a soluciones no vistas previamente y para solucionar problemas más rápidamente. Por ejemplo, se solucionan problemas cotidianos con perspectivas globales, pero también adaptadas a nuestro contexto nacional.

Mientras tanto, ChatGPT dice que “el salto generacional es una oportunidad para que las generaciones se complementen”. Las generaciones mayores aportan experiencia y sabiduría, mientras que las más jóvenes traen innovación y nuevas perspectivas. En el ámbito educativo, esta interacción puede ser la clave para construir modelos de enseñanza más inclusivos, dinámicos y efectivos.” (OpenAI, 2024). Todo lo mencionado es identificable a simple vista; sin embargo, pareciera que algunas instancias educativas y sus profesores no logran asimilarlo. En algunos salones de clase se siguen implementando estrategias no adecuadas para el aprendizaje de las nuevas generaciones, quienes prefieren vivir experiencias, jugar videojuegos y hacer un uso, a veces hasta excesivo, de las herramientas interactivas. Con esta reflexión en mente, es necesario probar diferentes estrategias educativas para sobrevivir a las transiciones generacionales en el aula de clases en un contexto universitario. Para ello, este documento muestra un caso de éxito aplicando una estrategia que permite a los docentes y dicentes poner en práctica el aprendizaje que se va adquiriendo en el aula.

1.1 Objetivo de la investigación

El propósito de este estudio es analizar la implementación de la estrategia de aprendizaje basado en retos (ABR) en un contexto universitario, específicamente en la enseñanza de la materia de Visión Artificial dentro de un programa de ingeniería en sistemas computacionales.

Se busca evaluar el impacto de esta metodología en el desarrollo del pensamiento crítico, la capacidad de resolución de problemas y la aplicación de conocimientos teóricos en situaciones prácticas. Asimismo, se pretende identificar los desafíos y beneficios que emergen al aplicar esta estrategia en entornos educativos que requieren la integración de herramientas tecnológicas avanzadas. Este trabajo deriva de la pregunta de investigación: ¿De qué manera la implementación del aprendizaje basado en retos en un curso universitario de Visión Artificial impacta el proceso

de enseñanza-aprendizaje, el desarrollo de habilidades cognitivas y la motivación de los estudiantes?

1.2 Metodología

Este estudio adopta un enfoque cualitativo con elementos cuantitativos, basado en un diseño de estudio de caso. La estrategia de ABR se implementó en una asignatura de nivel superior, en la cual los estudiantes trabajaron en la identificación de problemas reales y el desarrollo de soluciones aplicadas mediante el uso de técnicas de Visión Artificial.

Se siguieron los principios metodológicos del ABR para la aplicación del aprendizaje basado en retos, estructurando la experiencia en las siguientes fases:

- Definición del problema: Los estudiantes identificaron un desafío alineado con un contexto real.
- Generación de soluciones: Se promovió el pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos previos en la formulación de respuestas al reto.
- Desarrollo e implementación: Se diseñaron prototipos funcionales utilizando tecnologías de aprendizaje automático y procesamiento de imágenes.
- Evaluación y retroalimentación: Los proyectos fueron analizados con base en criterios de viabilidad técnica, impacto en el contexto propuesto y calidad de la solución desarrollada.

Los datos se recopilaron mediante observación directa, análisis de productos de aprendizaje (posters y prototipos), encuestas aplicadas a los estudiantes y la evaluación de su desempeño en la asignatura. Se empleó un análisis descriptivo para caracterizar los resultados obtenidos y evaluar el impacto de la metodología en el aprendizaje de los estudiantes.

2 Trabajo relacionado: estrategias de aprendizaje y su adaptación a las nuevas generaciones

Diversos campos y contextos educativos buscan promover el pensamiento crítico mediante la resolución de problemas en situaciones de aprendizaje auténticas y realistas (Yew & Goh, 2016). En general, las estrategias que se han ido adaptando para buscar estos fines están estrechamente vinculadas con buscar colaboración entre pares y sus mentores o líderes para obtener mayores beneficios en lo individual, además que requieren de un aprendizaje interdisciplinario. Se han identificado estrategias potencialmente efectivas que logran la inmersión integral de los participantes durante el desarrollo de soluciones, todas ellas incorporan un pensamiento crítico y creativo basado en experiencias reales o realistas y que permiten aprender de experiencias y soluciones previas.

Por ejemplo, el aprendizaje basado en experiencias (APE) analiza la postura de la apropiación privada de aprendizajes significativos personales (Andresen, Boud, & Cohen, 2020). Esto es, la experiencia del alumno ocupa un lugar central en todas las consideraciones de enseñanza y aprendizaje. La implementación del APE es “el intento consciente de establecer situaciones que proporcionen aprendizaje en un contexto real o en uno que sea lo más cercano posible a algún aspecto del contexto real.”

Por su parte, se tienen estrategias de aprendizaje basado en proyectos (ABP). ABP busca que los estudiantes o participantes se enfoquen en competencias de pensamiento con entornos de aprendizaje flexibles. ABP se basa en cuatro medidas: definir objetivos significativos para los alumnos y para los profesores, cambiar el entorno de aprendizaje, llevar a cabo proyectos

originales que aprovechen las habilidades y capacidades especiales de los alumnos, y cambiar los métodos de evaluación para las actividades de aprendizaje basadas en proyectos en un entorno informático (Doppelt, 2003). Cuando se reta a los estudiantes con problemas reales en el ámbito científico-tecnológico, se elevan la motivación y la autoimagen de los alumnos en todos los niveles y se logra un aprendizaje afectivo significativo.

Estrategias similares a ABP se basan en problemas; por ejemplo, en (Yew & Goh, 2016), se estudia este tipo de estrategias que permiten a los estudiantes oportunidades de resolver problemas en un entorno colaborativo. Con la presentación de esos problemas a resolver se crean modelos mentales para el aprendizaje, fomentando hábitos de aprendizaje autodirigidos a través de la práctica y la reflexión "constructiva, autodirigida, colaborativa y contextual". Otras estrategias de aprendizaje constructivista se basan en casos (Kolodner, Owensby, & Guzdial, 2004).

También, se han analizado las contribuciones de ambas estrategias a la vez en el aprendizaje por diseño (LBD) (Kolodner, y otros, 2009) que "utiliza lo que se sabe sobre la cognición para diseñar un entorno de aprendizaje apropiado para aprender en profundidad los conceptos y habilidades científicas y su aplicabilidad, en paralelo con el aprendizaje de habilidades cognitivas, sociales, de aprendizaje y de comunicación." LBD hace que los estudiantes aprendan ciencias en el contexto de lograr desafíos de diseño y construcción. De manera paralela, el aprendizaje basado en simulaciones para la enseñanza y el entrenamiento ha sido un éxito en el área médica para mejorar la competencia clínica a la vez que contribuye a mejorar la seguridad del paciente y reducir los costos de la atención médica mediante la mejora de las competencias del proveedor médico (Alq-Elq, 2010).

Otras estrategias basadas en el método socrático buscan la reflexión crítica, el razonamiento lógico y el desarrollo de argumentos sólidos con base en la formulación de preguntas guiadas y la indagación. El aprendizaje basado en indagación (IBL) es una forma de aprendizaje activo en la que a los estudiantes se les da una secuencia cuidadosamente estructurada de tareas matemáticas y se les pide que las resuelvan y les den sentido, trabajando individualmente o en grupos (Ernst, Hodge, & Yoshinobu, 2017); esto es, se basa en preguntas en torno a problemas reales.

Las corrientes constructivistas también incluyen el pensamiento de diseño (el popular *design thinking*). El proceso del pensamiento de diseño prevé pasos que permiten a los participantes analizar, sintetizar, divergir y generar perspectivas de diferentes dominios a través del dibujo, la creación de prototipos y la narración de historias. Durante el proceso de pensamiento de diseño, el facilitador anima a los alumnos a ver las limitaciones como inspiración y sus resultados normalmente no están dirigidos a una "solución rápida" tecnológica, sino a nuevas integraciones de signos, cosas, acciones y entornos (Panke, 2019).

Este breve recorrido muestra algunas estrategias de aprendizaje basadas en modelos constructivistas ampliamente conocidos y aplicados desde inicios de siglo. La importancia de revisarlos es que han sido de base para algunas otras estrategias modernas, e incluso, algunas han sido meras adaptaciones para llevarlos a un salón de clases. No cabe duda de que los favoritos para las nuevas generaciones son aquellos basados en juegos. La gamificación, así como la inclusión de herramientas de realidad virtual, aumentada, mixta y todas sus posibles combinaciones, enriquecen y transforman la enseñanza y el aprendizaje tradicionales. De acuerdo con varias revisiones sobre las estrategias basadas en gamificación, éstas ofrecen ambientes más motivadores, atractivos e interactivos con más oportunidades para el aprendizaje personalizado y colaborativo, en comparación con los entornos de aprendizaje tradicionales (Lampropoulus & Kinshuk, 2024). La gamificación promete cambios positivos en la actitud, el comportamiento y la mentalidad de los estudiantes, así como un mejor desarrollo cognitivo, físico y socioemocional. En general, las más efectivas son aquellas que ponen en el centro a los estudiantes como

buscadores activos de conocimiento y cocreadores que organizan nuevas experiencias relevantes en representaciones mentales personales o esquemas con la ayuda del conocimiento previo y con los méritos de la interacción social en el desarrollo cognitivo (Yew & Goh, 2016).

El aprendizaje basado en retos (ABR o CBL por *challenge-based learning* en inglés) se ha vuelto clave en la última década para desarrollar las habilidades de pensamiento crítico y de autorregulación en los estudiantes universitarios. Esto lo afirma un estudio de revisión sistemática de (Galdames-Calderón, Stavnskær Pedersen, & Rodriguez-Gomez, 2024), que identifica las prácticas docentes asociadas con el ABR en la educación superior. Los autores analizaron 20 estudios, se destacan cuatro dimensiones clave: enfoques pedagógicos, integración tecnológica, colaboración con la industria y apoyo al desarrollo. Los resultados indicaron una transición hacia roles docentes que promueven la resolución innovadora de problemas enfatizando el crecimiento de los estudiantes en múltiples disciplinas.

Conclusiones similares obtuvieron en (Gallagher & Savage, 2020), que revisaron de manera exploratoria un conjunto de 100 artículos con variantes del ABR definidos en entornos de educación superior entre 2009 y 2020 con metodologías de casos de estudio descriptivos, cuantitativos, cualitativos y mixtos. Las variantes pueden incluir las seis etapas del ABR que son: establecer el reto, revisar múltiples perspectivas, investigar, revisar, probar y publicar. Otras variantes se enfocan más hacia la propuesta de la Comunidad de Educación de Apple (Apple Inc, 2008), publicada como parte de su proyecto *Apple Classrooms of Tomorrow Today* motivando aún más su adopción en la educación superior para transformar el aprendizaje.

Los resultados obtenidos por diversos autores, ver (Apple Education Community, 2025), muestran la factibilidad de utilizar la estrategia de aprendizaje basado en retos en clases teóricas y prácticas, especialmente en áreas ingenieriles y aquellas que permiten interactuar con retos y problemas reales con soluciones basadas en el desarrollo del pensamiento crítico y analítico.

3 Método: Aprendizaje basado en retos

Tal vez alguien se preguntó: ¿si ponemos todo esto en práctica a la vez que motivamos a nuestros estudiantes a desarrollar una propuesta digna de una competencia? De acuerdo con la propuesta de (Apple Inc, 2008), “el aprendizaje basado en retos ofrece un marco para adquirir conocimientos y desarrollar estrategias de aprendizaje permanente. El marco permite a cualquier persona abordar desafíos personales, comunitarios y globales mientras adquiere conocimientos de contenido en áreas como alfabetización, matemáticas, ciencia, tecnología y artes.”

El documento guía del aprendizaje basado en retos, en su apartado de comunidad de educación, se encuentra disponible en <https://www.apple.com/ca/education/docs/Apple-ChallengedBasedLearning.pdf>. El documento invita a que los estudiantes sean guiados en un espacio que promueva la creatividad, autodirigida, pero con una guía de soporte. Los pasos del proceso propuesto que se han seguido para el diseño y desarrollo del proyecto narrado en este documento involucran:

1. Establecer un entorno colaborativo
2. Introducir una gran idea y generar una pregunta relacionada
3. Formar los equipos de trabajo
4. Describir la tarea a desarrollar junto con su rúbrica de evaluación
5. Generar actividades de guía proveyendo los recursos adecuados
6. Proponer soluciones mediante un prototipo
7. Seguir con el desarrollo de sus prototipos base hasta llegar a una implementación mínimamente satisfactoria
8. Evaluar

9. Documentar
10. Publicar
11. Obtener retroalimentación

Sin duda, el aprendizaje basado en retos se adapta a las necesidades de las nuevas generaciones que son más reflexivas, les encanta interactuar y, sobre todo, ver materializadas sus soluciones y ponerlas a prueba.

3.1 Desafíos y retos para los profesores universitarios

Algunas veces es falta de creatividad, pero la mayoría de las veces solo hace falta generar retos más grandes, lo suficiente para adoptar tecnologías educativas emergentes. Las estrategias educativas actuales tienden a utilizar herramientas tecnológicas con plataformas especializadas de gestión de aprendizaje (LMS), pizarras digitales, recursos interactivos y con gamificación y hasta educación personalizada para adaptar el contenido al ritmo y estilo de aprendizaje de cada alumno. Todo esto depende del recurso financiero de las instituciones educativas; sin embargo, también existen otras estrategias que pueden ser menos costosas y más efectivas a la vez. Por ejemplo, para fomentar el pensamiento crítico, hacen falta actividades que enseñen a evaluar y analizar la información en lugar de solo memorizar datos. También es requerido poner un mayor énfasis en el desarrollo de habilidades blandas con competencias de comunicación, resiliencia y colaboración. Además, los profesores, requieren tener apertura a la colaboración intergeneracional, aprender de sus estudiantes y mantenerse actualizados para trabajar con las nuevas tecnologías y tendencias. Específicamente, el aprendizaje basado en retos es de gran ayuda para los fines recién listados.

Independientemente de los pasos a seguir designados por los creadores o quienes adaptan estos modelos, para incorporar esta estrategia se necesita informar y concientizar a los estudiantes sobre problemas de nuestro mundo que requieren una solución urgente, empezar a revisar qué hay más allá de la burbuja o nuestro mini mundo en el que las personas vivimos. ¿Cuál es realmente el problema?, ¿quiénes están involucrados en el problema y a quiénes les afecta?, ¿qué tipo de soluciones se podrían tener?, ¿quiénes deben solucionar la situación?, hasta llegar a la más importante, ¿cómo puedo contribuir a la solución? Estas preguntas forman parte de la identificación del problema para dar paso a la formulación de la solución.

Dado que las soluciones pueden ser muy variadas, es requerido que exista una guía de solución ajustada a los objetivos de aprendizaje de cada clase o tema estudiado en nuestras aulas. Definir inicialmente las herramientas tecnológicas a utilizar es preponderante, ya que las diversas soluciones pueden ser tan creativas y dispersas que no se ajustan a los objetivos de la clase, o incluso ser no incluyentes o injustas si no todos los estudiantes tienen acceso a ellas. Las retroalimentaciones de seguimiento son primordiales para acompañar a los creadores de soluciones.

3.2 Caso de estudio

Durante el periodo de agosto a noviembre de 2024 se tuvo la oportunidad de poner en práctica y evaluar la estrategia de aprendizaje basado en retos para la clase de Visión Artificial, con clave LIS4042, impartida para estudiantes de licenciatura de la Universidad de las Américas Puebla, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. La clase de tipo teórico se impartía dos días a la semana, 3 horas por semana, durante un periodo de 16 semanas de clase en el periodo. El objetivo general del curso es “aplicar técnicas de procesamiento de señales multimedia, de audio, imagen y video, mediante el análisis de métodos matemáticos, hardware, software y algoritmos diversos para desarrollarlos en aplicaciones de visión artificial”. Este es un curso impartido una vez al año que es de suma importancia por los siguientes motivos:

- Visión artificial, subdisciplina de la Inteligencia Artificial, es una materia de trascendencia actual y de rápida evolución dados los avances tecnológicos. Se tienen poderosos sistemas de hardware especializado, plataformas de implementación que permiten el uso de recursos computacionales gratis o a bajo costo, existen competencias y camas de prueba que dan paso al diseño de algoritmos específicos, y el número de aplicaciones creciente en casi cualquier industria o campo.
- El objetivo general de la materia permite ampliar el alcance de los temas clásicos de la visión artificial para estudiar modelos y técnicas de última generación combinando aprendizaje profundo con un alto impacto y un ritmo de desarrollo acelerado en la última década. (*Deep Learning* es subdisciplina de Aprendizaje de Máquina, que a la vez es parte de Inteligencia Artificial.)
- Los objetivos educativos del curso están alineados con los objetivos educacionales del programa de estudio que son:
 - Objetivo educacional del programa #2 – practicar: “Practicar la ingeniería de sistemas computacionales en el diseño e implementación de software y aplicaciones, demostrando experiencia técnica y colaborando y comunicándose eficazmente.”
 - Objetivo educacional del programa #4 – liderazgo y compromiso profesional: “Lograr y mantener posiciones de influencia en la comunidad de profesionales de Ingeniería de Sistemas Computacionales, mostrando compromiso organizacional, responsabilidad social y ética.”
- Este curso se enfoca en aplicar y evaluar los atributos de egreso de los estudiantes del programa. Estos atributos o habilidades están claramente identificados para ser desarrollados, practicados y evaluados para garantizar la calidad del programa educativo. Estos atributos se encuentran alineados de manera institucional con las acreditadoras nacionales e internacionales del programa. Específicamente, se practican dos atributos:
 - Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.
 - Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
- La clase es impartida en una universidad privada en México, donde el 90% de estudiantes son de habla hispana, el resto son estudiantes de intercambio. Por ello, el curso se imparte y evalúa en inglés. Este es un reto adicional para todas las personas cuyo inglés es su segundo o tercer idioma, siendo este el caso del 100% de los estudiantes del curso en el periodo de otoño de 2024 (de agosto a noviembre).

Los estudiantes del curso son informados de los objetivos educacionales de la materia, los temas a estudiar, los criterios de evaluación, los proyectos a desarrollar a lo largo del semestre, los productos esperados y sus rúbricas de evaluación desde el primer día de clase.

El proyecto presentado en este documento como caso de estudio es el que se describe a continuación.

3.2.1 Descripción del proyecto de clase

A los estudiantes del curso de Visión Artificial se les presentó un documento que explícitamente indicaba que la evaluación de aprendizaje se basaría en un reto en específico, el cual debían discutir en equipo para 1) identificar un problema alineado al reto en su comunidad, 2) formular apropiadamente una solución basándose en principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, con los temas revisados en la clase de visión artificial, 3) evaluar de manera lógica

y exhaustiva sus resultados y hallazgos, y 4) Aplicar los recursos tecnológicos apropiados para su problema.

Sobre la identificación del problema debían enfocarse en un problema de índole comunitario que pueda resolverse mediante el análisis de visión artificial y una aplicación móvil con disponibilidad de usar la cámara del dispositivo. Se trabajó con equipos de cuatro personas para desarrollar el proyecto enfatizando que cada miembro del equipo debería tener un rol específico y actividades independientes para realizar la evaluación final de forma individual. Además de identificar el problema a resolver en este reto, la aplicación móvil debería incluir el análisis de video o imágenes fijas, formulando una solución adecuada con principios formales de técnicas clásicas y modernas de visión artificial.

Hasta el punto donde los estudiantes de Ingeniería en Sistemas inscriben la materia de Visión Artificial, ya han cursado otras materias cuyos aprendizajes deben utilizar en el desarrollo de este proyecto, a saber: materias fundamentales (algoritmos y programación, programación orientada a objetos, estructuras de datos, bases de datos, sistemas operativos, matemáticas discretas), materias especializadas en desarrollo de software (interacción humano-computadora, graficación y videojuegos, ingeniería de software), y materias especializadas relacionadas con visión artificial (inteligencia artificial y la mayoría de ellos cursan al mismo tiempo la materia de temas selectos en aprendizaje de máquina).

Un elemento esencial del proyecto era proponer una solución mediante una aplicación, la cual podría ser móvil usando tecnologías de *Apple* o *Android*, o bien, una aplicación web, siempre que la solución accediera a la cámara del dispositivo para la adquisición de imágenes o video. Cada equipo debería elegir la plataforma para su desarrollo con base en sus conocimientos previos y confianza en el uso de dichas tecnologías. Es importante señalar que los estudiantes podrían usar kits de desarrollo y herramientas disponibles de cada plataforma para agilizar el desarrollo de su aplicación siempre que realizaran el análisis profundo de las imágenes o videos con diferentes modelos de aprendizaje de máquina (esto es, modelos de visión artificial basados en *machine learning* y *deep learning*). Para tal fin, las evaluaciones de los modelos podrían desarrollarse directamente en las plataformas de Apple (Apple Inc., 2025), Google (Google Cloud, 2025), Hugging Face (Hugging Face, 2023), Roboflow (Roboflow, 2025), u otras, incluyendo las bibliotecas y modelos disponibles en PyTorch (PyTorch, 2025) con VisionTorch, Tensorflow (Tensorflow, 2024), o incluso OpenCV (OpenCV, 2025).

El proyecto lo habrían de desarrollar a lo largo del semestre, incorporando las técnicas de análisis estudiadas en clase, además de las investigadas de manera independiente. Finalmente entregarían el código fuente de su aplicación, y presentarían con ayuda de un póster en formato libre un avance pasando la mitad del semestre, más la solución al final. Un póster tiene las bondades de requerir una presentación concisa, estructurada y con un buen balance entre texto y elementos visuales, siendo este un reto adicional. En al menos una clase previa, la de Matemáticas Discretas, los estudiantes han tenido la oportunidad de aprender, desarrollar, o aplicar sus habilidades de comunicación oral y escrita con el uso de un póster. Aun así y para efectos de justicia, se tomaron dos sesiones de la clase para explicar los formatos para el póster, la información que deberían contener y la rúbrica a utilizar para su evaluación. Después de la presentación con su avance al medio término, los estudiantes obtuvieron retroalimentación en lo general y comentarios específicos cuando fueron requeridos. La descripción tal cual se le presentó a los alumnos se encuentra en el Apéndice A.

4 Resultados

4.1 El reto

La Universidad de las Américas Puebla cuenta con un laboratorio de desarrollo para aplicaciones llamado iOS Development Lab – UDLAP, con objetivos de capacitación académica en el tema, desarrollo de proyectos estudiantiles de investigación y de servicio social. Asimismo, el laboratorio, organiza competencias tipo hackathon para que equipos de estudiantes representen al iOS Development Lab en las competencias nacionales como parte de una red de laboratorios. Al tiempo del desarrollo del reto en la clase de visión artificial se estaba desarrollando la convocatoria para los equipos a participar en el Changemakers Social Challenge (CSC 2024) organizado por ENACTUS México (Enactus, 2025) y el comité Community Chagemakers con miembros de la red de iOS Development labs en México.

El CSC2024 estuvo orientado al desarrollo de propuestas alineadas al objetivo de desarrollo sostenible de la organización de las naciones unidas ODS 11 que es “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes, y sostenibles.” (Naciones Unidas, 2015). El objetivo de la competencia incluía que cada iOS Development Lab de México propusiera tres equipos para representar a su universidad. Cada equipo conformado por cuatro estudiantes activos debería desarrollar una aplicación móvil para iOS y tener un prototipo listo para presentarlo frente a un grupo de jueces especialistas. Se tenían tres ligas diferentes, la liga 1 buscaba proponer una aplicación con “perspectiva de mujeres” (el equipo debería estar conformado por mujeres), liga 2 para proponer soluciones en ciudades, y la liga 3 para comunidades rurales. Las reglas de la competencia de ENACTUS eran claras y directas: que la solución propuesta fuera una aplicación para la plataforma iOS, usando Swift como lenguaje de programación.

El empate fue ideal: la clase pedía como proyecto para evaluación una aplicación móvil que resolviera un reto real en su comunidad, mientras que el iOS Development lab debía proponer tres equipos para representar al laboratorio en la competencia CSC2024. La siguiente actividad fue proponerles a los estudiantes del curso competir con su proyecto de clase, a desarrollar en el mismo periodo que el CSC lo pedía. De esta manera, se convocó a los estudiantes a mostrar su compromiso en competir mediante una encuesta diseñada a responder de manera electrónica. La encuesta original se muestra en el Apéndice B. Coincidentemente, de entre un total de 29 estudiantes, nueve de ellos seleccionaron la opción de participar en la conferencia y las tres personas faltantes fueron seleccionadas de entre los estudiantes que respondieron un “tal vez” cuando se les preguntó su intención en participar en el CSC2024 con su proyecto de clase. El siguiente criterio de selección fue que tuvieran experiencia programando con el lenguaje Swift.

4.2 El resultado

Durante las primeras dos semanas después de designar los equipos de trabajo y la temática a abordar, todos los equipos conformados de la clase debían presentar el problema identificado. A continuación, la Tabla 1, presenta el listado de los proyectos presentados por los estudiantes de la clase.

Tabla 1: Proyectos presentados por los estudiantes del curso de LIS4042 Visión Artificial

Temática	Competidores del CSC2024	Descripción del proyecto	Reto (alineado a ODS 11)	Reto (alineado a los objetivos de aprendizaje en la clase de visión artificial)
Ciudades	Sí	Aplicación para detectar peligros al conducir y alertar al conductor.	Transporte	Análisis de video. Mejorar la imagen aplicando filtros con base en el pronóstico del tiempo. Detectar objetos y estimar distancia con base en

Temática	Competidores del CSC2024	Descripción del proyecto	Reto (alineado a ODS 11)	Reto (alineado a los objetivos de aprendizaje en la clase de visión artificial)
				la localización del objeto y la velocidad del vehículo usando el GPS
Rural	Sí	Aplicación para detectar cultivos infectados o enfermos con consejos de uso de medidas con menor impacto ambiental y de selección de cultivos adaptándose al cambio climático	Reducción del impacto ambiental	Análisis de imágenes. Detectar insectos y enfermedades en las hojas de los cultivos. Correlacionar con los pronósticos de tiempo e históricos para anticipar infestaciones de pestes de acuerdo con la temporada para recomendar cultivos más resistentes.
Mujeres	Sí	Aplicación que ayuda a fortalecer la confianza de mujeres al ayudarlas a practicar para una entrevista de trabajo o presentación.	Ciudades incluyentes	Ánalisis de video. Detector de gestos faciales y clasificador de emociones
Ciudades	No	Aplicación para alertar de baches en el camino y señales de tránsito	Transporte seguro	Ánalisis de video. Detectar de objetos a bajo contraste y de manera eficiente.
Ciudades	No	Aplicación para leer el precio de la gasolina de manera automática y comparar con precios reportados por la red de usuarios de la aplicación	Transporte asequible	Ánalisis de imágenes. Detector de dígitos y conexión de red social
Ciudades	No	Aplicación para identificar las rutas de transporte público	Transporte seguro	Ánalisis de imágenes. Detectar códigos QR y rastrear la ruta del transporte público en el mapa del dispositivo
Rural	No	Aplicación para clasificar el tipo de suelo	Reducción del impacto ambiental	Ánalisis de imágenes. Clasificador de tipo de suelo para selección de cosechas y sus nutrientes

Todos los proyectos presentados por los estudiantes cubrían los requisitos de identificación del problema, formulación de soluciones basadas en análisis de imágenes y video con visión artificial y análisis con aprendizaje profundo usando la cámara de un dispositivo móvil. Todos ellos resolvían un reto en su comunidad a la vez que tenían que realizar investigación y trabajos de desarrollo independiente para la integración de todas las herramientas en una sola aplicación móvil que fuera eficiente y soportada por la arquitectura de un dispositivo móvil de uso general.

Para efectos de ilustrar los resultados en este documento, se presenta el proyecto del equipo de cuatro estudiantes. El equipo de los desarrolladores y su mentora han otorgado su permiso para presentar su proyecto en este documento. Los detalles técnicos de la aplicación desarrollada se listan en la Tabla 2, mientras que la Figura 1 muestra ejemplos de las vistas y el flujo de información de la aplicación.

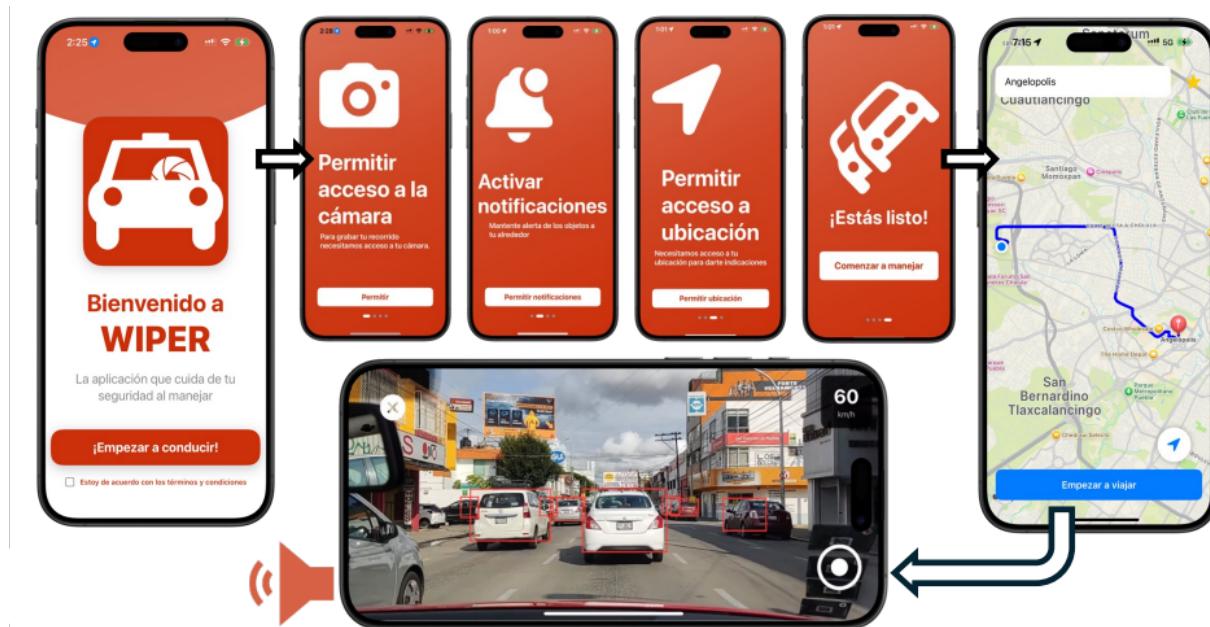


Figura 1. Flujo de las vistas de la aplicación presentada por el equipo de estudiantes de la clase de visión artificial.

Tabla 2 Características de la aplicación propuesta por el equipo de estudiantes.

Características	Recursos de software utilizados
Detección de objetos en tiempo real: identifica: "persona", "autobús", "automóvil", "perro", "bicicleta", "camión".	Lenguajes de programación: Swift y Python (para entrenamiento de modelos y análisis de preprocesamiento)
Grabación de vídeo con cuadros delimitadores: graba sesiones de conducción con anotaciones de peligros superpuestas directamente en el vídeo.	Plataforma iOS: SwiftUI, AVFoundation, CoreML, WeatherKit, CoreLocation, MapKit.
Adaptación al clima: mejora el rendimiento de detección mediante el preprocesamiento de imágenes en función de las condiciones meteorológicas mediante filtros como CLAHE, modelos de eliminación de neblina y mejora nocturna.	Modelos de aprendizaje profundo: YOLOv5 y modelos en PyTorch
Funcionalidad sin conexión: funciona sin dependencia de Internet, lo que garantiza una seguridad ininterrumpida.	Herramientas para entrenamiento: Google Colab
Integración de mapas: visualiza rutas y peligros detectados durante las sesiones de conducción.	CoreML para la integración del modelo entrenado y procesamiento en el dispositivo
Enfocado en accesibilidad: Todas las vistas se adaptan al sistema del dispositivo incluyendo las configuraciones de accesibilidad. La paleta de colores se basa en las guías de desarrollo de interfaces con alto contraste y sin afectar a personas con debilidad visual o de identificación de colores.	
Enfocado en la privacidad: recopila datos mínimos y se adhiere a estrictos estándares de privacidad.	

El equipo de estudiantes presentó su aplicación llamada WIPER en la competencia CSC2024. Presentaron un prototipo MVP (las siglas en inglés de Producto Mínimo Viable) con las características mínimas necesarias para ofrecer valor a los primeros usuarios y recopilar comentarios para un desarrollo futuro. El equipo buscaba que su aplicación proporcionara funcionalidades básicas para ayudar a la seguridad en la conducción. Las características del MVP son:

Características mínimas: detección de objetos en tiempo real para identificar peligros críticos en la carretera, con las clases persona, autobús, automóvil, bicicleta. La aplicación muestra las cajas de localización de los objetos y etiquetas en la transmisión de la cámara en vivo. Grabación de video con anotaciones y captura sesiones de conducción con anotaciones de peligros integradas

directamente en el video. La aplicación se enfoca en la privacidad, sin dependencia de Internet y todo el procesamiento se realiza en el dispositivo, lo que garantiza la privacidad.

Características de viabilidad: Funcionalidad confiable, adaptación en función del clima, ajusta automáticamente el rendimiento de detección mediante filtros de mejora de la imagen para condiciones soleadas, con neblina y para conducción nocturna con poca luz. La aplicación muestra alertas en tiempo real cuando se detectan peligros a distancias inseguras. Integra la aplicación de mapas para visualizar las rutas de conducción y peligros para una mejor navegación. La aplicación fue diseñada para funcionar sin problemas sin conexión a Internet, lo que garantiza una seguridad ininterrumpida.

Características de Producto: Compatible con iPhone XR y superiores. Tiene una interfaz sencilla para que los conductores inicien una sesión, detecten peligros y revisen los videos grabados.

El equipo obtuvo el segundo lugar en la liga Ciudades. Se hace mención en este documento que el equipo con la aplicación cultivo sano de la liga Rural obtuvo el tercer lugar en la competencia. El Apéndice C, muestra el póster presentado en clase por la alumna Andrea Lima Blanca. Y el Apéndice D, muestra las fotos de las placas a los equipos premiados.

4.3 Los otros equipos

Con respecto del resto de los equipos, durante el periodo de desarrollo del proyecto, se iba avanzando en contenido teórico durante las sesiones de clase. La explicación de los temas se realizaba en modo general y al concluir cada tema, se generaban sesiones de trabajo en equipo para aplicar lo visto en clase en su proyecto. Antes de avanzar con un tema nuevo, se realizaban sesiones de asesoría de la profesora de la clase para cada equipo de desarrolladores. Al medio término del periodo de clases, todos los equipos presentaron sus proyectos para efectos de evaluación parcial en la clase de visión artificial. La tabla a continuación presenta el calendario de clases utilizado a partir del momento de distribución del trabajo en los diferentes equipos.

Fecha	Tema y actividad en la sesión
24-sep	Clase: Derivadas - Bordes - Rúbrica
26-sep	Trabajo independiente - avance de proyecto y asesorías
01-oct	Suspensión oficial
03-oct	Clase: Extractores de características
08-oct	Clase: Deep Learning CNN
10-oct	Clase: Extractores de características
15-oct	Clase: Modelos de clasificación
17-oct	Evaluación parcial - Presentación de póster
22-oct	Evaluación parcial - Presentación de póster
24-oct	Trabajo independiente - avance de proyecto y asesorías
29-oct	Clase: Modelos de clasificación
31-oct	Clase: Modelos de segmentación semántica
05-nov	Clase: Modelos de detección de objetos
07-nov	Trabajo independiente - avance de proyecto y asesorías
12-nov	Trabajo independiente - avance de proyecto y asesorías
14-nov	Trabajo independiente - avance de proyecto y asesorías
19-nov	Clase: Procesamiento de video y flujo óptico
21-nov	Clase: Procesamiento de video y flujo óptico

Fecha	Tema y actividad en la sesión
26-nov	Evaluación final - Presentación de póster
28-nov	Evaluación final - Presentación de póster

De la evaluación de los estudiantes se tiene que el promedio de calificación del póster en su presentación de avances de medio término usando la rúbrica con los criterios de identificación del problema, formulación, evaluación y uso de recursos tecnológicos fue de 7.5/10 con una desviación estándar de 1.2; la moda fue calificación de 7.5. Después de la evaluación parcial, se tuvo una ronda de comentarios de retroalimentación con respecto de la forma de la presentación oral y de su poster. Después de los comentarios de retroalimentación a los estudiantes, siguieron avanzando con sus proyectos y para el momento de evaluación final la calificación final para su póster en promedio fue de 8.4/10 con una desviación estándar de 2.8; la moda fue calificación de 10. Estos números reflejan que la retroalimentación a los estudiantes fue adecuada para que ellos identificaran sus puntos de oportunidad y crecimiento. En lo general, los estudiantes presentaron con mucho entusiasmo sus resultados con excepción de dos equipos de estudiantes que tuvieron problemas de comunicación y coordinación con sus equipos. Este hecho fue reflejado en su calificación final. En total trabajaron siete equipos diferentes, tres de ellos participaron en la competencia CSC2024 presentando sus proyectos de clase. Dos personas reprobaron la materia por no haber presentado proyecto.

5 Conclusiones

La implementación del aprendizaje basado en retos (ABR) en el curso universitario de Visión Artificial ha demostrado ser una metodología efectiva para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Al involucrar a los estudiantes en la identificación y resolución de problemas reales mediante la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático, se ha observado un incremento en la capacidad de integración de conocimientos teóricos y su aplicación práctica. Los resultados del estudio reflejan que los estudiantes lograron no solo comprender los fundamentos de la visión artificial, sino también diseñar soluciones funcionales mediante el desarrollo de aplicaciones móviles, alineadas con problemas concretos en sus comunidades. Esta conexión entre teoría y práctica fomentó una mayor retención del conocimiento y un aprendizaje significativo, reduciendo la brecha entre la enseñanza tradicional y las necesidades de la industria tecnológica actual.

Desde el punto de vista del desarrollo de habilidades cognitivas, la estrategia permitió fortalecer la capacidad de análisis, resolución de problemas y pensamiento crítico de los estudiantes. El diseño de retos específicos les exigió explorar nuevas herramientas, investigar de manera independiente y trabajar de manera colaborativa en la construcción de soluciones viables. Además, la metodología incentivó la creatividad y la autonomía en la toma de decisiones, habilidades fundamentales en entornos profesionales altamente dinámicos. La evaluación formativa aplicada durante el curso, a través de la retroalimentación y revisión de avances, favoreció la mejora continua de los proyectos y permitió a los estudiantes perfeccionar sus enfoques metodológicos y técnicos.

En términos de motivación, el ABR generó un mayor compromiso de los estudiantes con su propio aprendizaje. La posibilidad de desarrollar una solución tangible, sumado a la oportunidad de participar en una competencia nacional, incrementó la implicación activa y el sentido de pertenencia al proyecto. Además, la estrategia potenció la confianza en sus capacidades, al permitirles experimentar con tecnologías de vanguardia y obtener resultados concretos. Sin embargo, el estudio también evidenció la necesidad de un seguimiento estructurado y una guía adecuada para garantizar que todos los participantes mantuvieran un ritmo de trabajo equilibrado

y lograran los objetivos planteados. En general, el impacto de la metodología en el curso fue positivo, consolidando al aprendizaje basado en retos como una estrategia pedagógica altamente efectiva para la enseñanza de disciplinas tecnológicas y de ingeniería.

El trabajo y aprendizaje en el aula siempre será un reto, nunca las personas dicentes son las mismas, los temas a estudiar y hasta las herramientas van evolucionando. En el caso de la materia de Visión Artificial, como en la mayoría de los cursos, los temas a estudiar deben actualizarse y adaptarse a las soluciones modernas que utilizan tecnología de punta y avances propios de la modernidad. Lo que este caso de estudio muestra es que la motivación de los estudiantes, el trabajo en equipo y ofrecerles identificar y resolver un reto en su comunidad abonan integralmente a su formación. Con todas las actividades diseñadas, coordinadas y llevadas a cabo se cumplieron las metas educacionales planteadas.

6 Referencias

- Alq-Elq, A. (2010). Simulation-based medical teaching and learning. *Journal of family and community medicine*, 35-40 . <https://doi.org/10.4103/1319-1683.68787>.
- Andresen, L., Boud, D., & Cohen, R. (2020). Experience-based learning. En G. Foley, *Understanding adult education and training. 2a ed.* Routledge. Taylor & Francis Group.
- Apple Education Community. (14 de Febrero de 2025). *Apple Education Community Forum*. Obtenido de Challenge Based Learning (CBL): <https://education.apple.com/tag/challenge-based-learning>
- Apple Inc. (2008). *Challenge based learning*. Obtenido de Education Community: <https://education.apple.com/forum/apple-groups/challenge-based-learning>
- Apple Inc. (enero de 2025). *Challenge based learning: take action and make a difference*. Obtenido de <https://www.apple.com/ca/education/docs/Apple-ChallengedBasedLearning.pdf>
- Apple Inc. (14 de Febrero de 2025). *Documentation*. Obtenido de Apple Developer: <https://developer.apple.com/documentation>
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and Assessment of Project-Based Learning in a Flexible Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 255–272 <https://doi.org/10.1023/A:1026125427344>.
- Enactus. (2025). *Enactus Mexico*. Obtenido de <https://enactusmexico.com.mx/>
- Ernst, D., Hodge, A., & Yoshinobu, S. (2017). What is inquiry-based learning. *Notices of the AMS*, 570-574.
- Galdames-Calderón, M., Stavnskær Pedersen, A., & Rodriguez-Gomez, D. (2024). Systematic Review: Revisiting Challenge-Based Learning Teaching Practices in Higher Education. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci14091008>.
- Gallagher, S. E., & Savage, T. (2020). Challenge-based learning in higher education: an exploratory literature review. *Teaching in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1863354>.
- Google Cloud. (14 de Febrero de 2025). *Cloud Vision API*. Obtenido de Google: <https://cloud.google.com/vision>
- Hugging Face. (2023). *Vision*. Obtenido de Models: <https://huggingface.co/models?other=vision>

- Kolodner, J., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., & otros, y. (2009). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design(tm) Into Practice. *Journal of learning sciences*, 495-547 https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1204_2.
- Kolodner, J., Owensby, J., & Guzdial, M. (2004). Case-Based Learning Aids. En D. Johassen, *Handbook of research on educational communications and technology. 2a ed.* Routledge. Taylor & Francis Group.
- Lampropoulus, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development*, 1691-1785.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- OpenAI. (Diciembre de 2024). *Prompt: ¿que están haciendo los profesores de generaciones anteriores para poder enseñar eficazmente a la generación Z y alfa?* Obtenido de ChatGPT [Large language model].: <https://chatgpt.com>
- OpenCV. (2025). *OpenCV modules*. Obtenido de <https://docs.opencv.org/4.x/index.html>
- Panke, S. (2019). Design thinking in education: perspectives, opportunities and challenges. *Open education studies*, 281-306.
- PyTorch. (2025). *Torchvision*. Obtenido de Docs: <https://pytorch.org/vision/stable/index.html>
- Roboflow. (2025). *Computer Vision Models*. Obtenido de Developers: <https://roboflow.com/models>
- Tensorflow. (2024). *Computer Vision with Tensorflow*. Obtenido de Learn: <https://www.tensorflow.org/tutorials/images?hl=en>
- Yew, E. H., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 75-79 <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>.

Apéndice A. Descripción del proyecto, tal cual se presentó a los estudiantes del curso de Visión Artificial (versión original en inglés)

LIS4042 Artificial Vision

Professor Zobeida Guzman

Fall 2024

Project description

The learning assessment in this course is Challenge-based. This term's challenge is to identify a community problem that can be solved using artificial vision analysis and a mobile application with camera availability. Following the Changemakers Social Challenge (CSC 2024) for Sustainable Cities and Communities organized by ENACTUS and the Mexican iOS Development Labs, teams will develop a proposal in one of the leagues: women's perspective, urban cities, or rural communities. Teams of four will develop the whole project. Each teammate must have a specific role and independent activities to make the final assessment individually.

In addition to identifying the problem to solve in this challenge, the mobile app must include the analysis of video or still images, formulating a suitable solution with formal principles of classic and modern artificial vision techniques. The team could choose a framework to develop the mobile app using Apple or Android technologies. It is important to note that only Apple kits and frameworks are available for this course, while Google APIs are not allowed. In any case, the strong vision analysis should be performed using PyTorch / VisionTorch or Tensorflow frameworks.

To assess the project 1 advance and the final project we use the rubric for the ABET Student Outcome 01.

1. Ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science and mathematics.				
Scale Element/Rating	4	3	2	1
Identify	Clearly identifies the characteristics of a complex engineering problem.	Adequately identifies the characteristics of a complex engineering problem.	Fails identifying the characteristics of a complex engineering problem.	Does not identify the characteristics of a complex engineering problem.
Formulate	Formulates a fully appropriate (based on principles of engineering, science and math) and clear solution to the identified problem.	Does not formulate a fully appropriate or clear solution to the identified problem.	Formulates an inappropriate or unclear solution to the identified problem.	Does not formulate a solution to the identified problem.
Evaluate solutions	Performs a logical and exhaustive interpretation of the findings.	Performs an adequate interpretation of the findings.	Performs an inadequate/incomplete interpretation of the findings.	Does not interpret the findings.
Apply resources (techniques, skills and modern tools)	Consistently applies appropriate resources to identify, formulate and solve the problem.	Generally applies resources to identify, formulate and solve the problem.	Occasionally applies resources to identify, formulate and solve the problem.	Does not apply resources to identify, formulate and solve the problem.

The format to deliver the solution is a Poster. You can use any format¹ replacing the logos in the template with the UDLAP logo and the information about this class in the header of the poster. Export your poster to a PDF file to be submitted in the Blackboard² platform.

Regarding the rubric, the criteria Identify is in accordance with the CSC 2024 guidelines, while the criteria Formulation, Evaluation, and Evaluate solutions are according to the deliveries in the following table:

Project	Theoretical and Technical requirements	Deadline	Delivery	Grading
Project 1	<ul style="list-style-type: none"> • UI prototype • preprocessing pipeline • analysis for features extraction in still images 	October 17th	A poster by teams	40%
Final Project documentation	<ul style="list-style-type: none"> • UI • preprocessing pipeline • features extraction • classification/detection/segmentation/tracking • analysis on-the-fly using the camera 	November 26th	Individual poster	20 %
Final Project source code	<ul style="list-style-type: none"> • UI • preprocessing pipeline • features extraction • classification/detection/segmentation/tracking • analysis on-the-fly using the camera 	November 26th	GitHub repository by teams (code + readme) MVP (minimum viable product)	40%

¹ Templates <https://es.overleaf.com/latex/templates/tagged/poster/page/7>

² Submissions for Project 1, the final project, and ABET SO1-M2 LIS4042

Apéndice B. Encuesta aplicada a los estudiantes del caso de estudio para definir a los participantes del reto CSC2024 organizado por ENACTUS México para los representantes de los iOS Development Labs de México.

Changemakers Social Challenge (CSC 2024) based on UN 11 Sustainable Cities and Communities

Welcome to this poll. The projects to evaluate the course of Artificial Vision will be aligned with the requisites of the CSC 2024 organized by Enactus Apple and the iOS Dev Lab UDLAP. As it was mentioned in class, the teams will be developing the designated solution using artificial vision techniques. Due to just three teams will be invited to present their solution in the CSC 2024, you need to submit this form.

The solutions for the CSC 2024 will be presented in Mexico City. November

1. Name: *

2. Are you eager to participate in the CSC 2024 and willing to travel to its venue in November to present your team proposal? *

(the travel expenses for the selected teams will be covered by the organizing committee)

- Yes
 No
 Maybe

3. Do you have some experience with app development using Swift? *

- Yes
 No

4. Do you have strong foundations on UX? *

- Yes
 No
 Maybe

5. Which challenge do you select? Goal 11 from THE 17 GOALS | Sustainable Development (un.org) *

(Every student must be part of a team to propose and develop a solution to one of these challenges, whether is selected to participate on CSC 2024 or not)

- Women perspective
 Urban cities
 Rural Communities

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.



Apéndice C. Póster final presentado por la alumna Andrea Lima en la clase de LIS4042 Visión Artificial, otoño 2024.

UDLAP Andrea Lima Blanca 174723

WIPER: Watching for Imminent Peril in the Road

Introduction

In 2019, Mexico reported 16.8 road inhabitants, more than double the EU average of 4.6 [1][2]. To tackle this, an application is being developed to detect hazards in real time. The most effective model, evaluated through photo datasets, will be used for video-based detection, aiming to enhance road safety.

Objective and goals

- 1.- Develop a mobile app to detect traffic hazards and enhance road safety.
- 2.- Use different models of Machine Learning to detect objects.
- 3.- Create a user-friendly interface with real-time driving alerts.

Technologies used

References

- [1] Davila-Cervantes, C. A. (2021). Road injury burden in Mexico 1990 to 2019: Secondary data analysis from the Global Burden of Disease Study. *Accident Analysis & Prevention*, 1, 106316.
- [2] Road safety in the EU: fatalities below/pandemic levels but progress remains too slow.
- [3] Human Mobility and Transport. *Developer Documentation*. (n.d.). Apple Developer Documentation.
- [4] Train Custom Data - [ultralytics/yolov5 Wiki](https://ultralytics.com/yolov5/).
- [5] AVCaptureSession | Apple Developer Documentation. (n.d.). Apple Developer Documentation.
- [6] DAWN2023-Data-Augmentation Object Detection Dataset by CSU. (n.d.). Roboflow.

User Interface

Figure 2.8. Interface of the app based on [3].

Dataflow

Figure 2.9. Dataflow used.

Preprocessing pipeline

Figure 3.10. Preprocessing pipeline.

Conclusion and analysis

YOLOv5 excels in accuracy and recall, making it ideal for precision-focused tasks like detecting small objects or analyzing complex scenes. While YOLOv5 offers superior speed and efficiency for real-time applications, Transfer learning shows mixed results, slightly improving recall for YOLOv5m but reducing precision and mAP in both models, emphasizing the need for dataset alignment or full retraining for diverse datasets. Models like ResNet R50FPN and R50C4, constrained by limited training, fall short of YOLOv5's robust balance of precision, recall, and efficiency, solidifying YOLOv5 as the preferred choice for most tasks.

Apéndice D. Imágenes de las placas a los equipos ganadores del reto CSC2024

