

Conectando teoría y práctica: enseñando electrónica digital con sistemas embebidos a estudiantes universitarios. Un estudio cualitativo desde la experiencia docente y estudiantil

Connecting theory and practice: teaching digital electronics with embedded systems to university students. a qualitative study from the teaching and learning experience

Cristian CASTRO VARGAS ¹

Maritza CABANA CÁCERES ²

¹ Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. Perú. Email: ccastrov@unfv.edu.pe

² Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. Perú. Email: mcabana@unfv.edu.pe

RESUMEN

Este estudio cualitativo analiza las experiencias de estudiantes y docentes en un curso universitario de Electrónica Digital, donde se integraron sistemas embebidos de bajo costo como Arduino y ESP32 mediante proyectos prácticos, respetando el sílabo oficial. Se identificaron mejoras en la comprensión técnica, motivación y autonomía. La investigación destaca el potencial pedagógico de estas tecnologías en contextos de recursos limitados, y aporta evidencia sobre el valor de enfoques cualitativos en la formación en ingeniería.

Palabras clave: sistemas embebidos, metodología cualitativa, electrónica digital, enseñanza en ingeniería

ABSTRACT

This qualitative study analyzes the experiences of students and teachers in a university-level Digital Electronics course, where low-cost embedded systems such as Arduino and ESP32 were integrated through practical projects while respecting the official syllabus. Improvements were identified in technical understanding, motivation, and autonomy. The study highlights the pedagogical potential of these technologies in resource-limited contexts and provides evidence of the value of qualitative approaches to understanding how engineering competencies are developed in real educational environments.

Key words: embedded systems, qualitative methodology, digital electronics, engineering education

1. INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de Ingeniería, especialmente en cursos como Electrónica Digital, uno de los desafíos recurrentes es lograr que los estudiantes no solo comprendan los conceptos teóricos, sino que también

puedan aplicarlos en situaciones reales (Botello et al., 2016; Gil Sánchez et al., 2024). En este contexto, los sistemas embebidos como Arduino o ESP32 se han convertido en herramientas pedagógicas accesibles, las cuales permiten enriquecer el aprendizaje (Andrés y Perdomo, 2025; Laura Arpi y Silva Narvaste, 2025; Patricia et al., 2024). Por lo que estas plataformas permiten la construcción activa del conocimiento, al permitir a los estudiantes diseñar, experimentar y validar sus ideas de manera tangible (Rolando et al., 2024). Así tenemos en universidades públicas en Perú, actualmente los cursos de tecnologías enfrentan además el reto de mantenerse actualizados pese a las limitaciones presupuestales y de infraestructura. A pesar de tener una base teórica sólida dentro del plan curricular, se ha identificado que muchos estudiantes no logran consolidar correctamente sus aprendizajes cuando los contenidos se abordan de manera abstracta o descontextualizada (MINEDU, 2023; Tello Miranda et al., 2021).

Estudios recientes destacan que el uso de tecnologías con sistemas embebidos favorece la motivación, la autonomía y el desarrollo de competencias técnicas en estudiantes de ingeniería, especialmente en entornos de recursos limitados (Álvarez Ariza, 2024; Maxworth, 2023). Con las actuales opciones metodológicas que permiten el desarrollo de enseñanzas activas relacionadas al contexto más realista al entorno propuesto a mejorar permitiendo mostrar una enseña en clase y su aplicación práctica en contextos profesionales (Portero y Medina, 2025). Así también demostró que el uso de laboratorios económicos con actividades experimentales fortaleció la mejora del aprendizaje técnico, también generó confianza y reducir la ansiedad por la adquisición de nuevos aprendizajes (Mercedes et al., 2025). De igual manera, Pietersen y Smit (2024) sostienen que estas herramientas permiten combinar estrategias activas y espacios de reflexión crítica, logrando un aprendizaje más significativo, el cual está orientado a resolver problemas concretos. En este escenario, se hace evidente la necesidad de replantear cómo se enseñar el curso de Electrónica Digital, especialmente en universidades públicas que es en donde los recursos tecnológicos e infraestructurales suelen ser limitados. Por tal motivo, el presente estudio propuso integrar actividades con sistemas embebidos como parte del desarrollo habitual del curso, respetando el diseño del sílabo oficial. Se toma al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como la estrategia pedagógica a desarrollar, estructurando, de manera organizada, las actividades alineadas con cada unidad temática para que el estudiante interactúe directamente con los conceptos, sin necesidad de reformular el plan curricular (Parra et al., 2023). Hay tienien investigaciones recientes que muestran cómo el ABP mejora el rendimiento académico de cursos asociados a la carrera de ingeniería debido que incorporan tecnologías emergentes (Delgado--Rodríguez et al., 2024; Rocio et al., 2024).

Desde esta manera, el estudio tuvo como propósito principal comprender cómo los docentes y estudiantes experimentan una sinergia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en este nuevo contexto. Para averiguar ello, se realizaron entrevistas semiestructuradas entre estudiantes y docentes, con respecto a observaciones de clase y análisis de productos académicos como prototipos y guías prácticas para cada sesión de clase orientadas al ámbito profesional. Estas herramientas permitieron explorar las emociones, percepciones y aprendizajes que emergen cuando se aplica una metodología activa con enfoque práctico. El enfoque metodológico se inscribe en una corriente educativa que prioriza la comprensión profunda de las experiencias formativas, entendiendo que el aprendizaje no es solo un proceso técnico, sino también emocional, social y humano (López-Gómez et al., 2023; Velásquez-Pérez et al., 2023). Esto es especialmente relevante en el campo de la ingeniería, particularmente, en el curso de electrónica digital, donde hoy más que nunca se requiere formar profesionales con conocimientos sólidos, pero también con habilidades transversales como el trabajo en equipo, la autonomía y la capacidad de resolver problemas de forma creativa para que tengan más opciones de acceder al mercado laboral de la Ingeniería de su carrera. Con base en ello, el estudio se propuso analizar, desde una perspectiva cualitativa, cómo se configuran las experiencias educativas dentro del curso de Electrónica Digital, integrando actividades con sistemas embebidos como Arduino y ESP32, sin alterar la estructura formal del curso.

1.1. Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se orienta en el empleo de dos vertientes fundamentales que son la integración de tecnologías emergentes en la educación y las estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje activo.

1.1.1. Los sistemas embebidos y la educación en Ingeniería: Los sistemas embebidos, comprende la combinación del hardware y software las cuales están diseñadas para cumplir funciones específicas; han evolucionado desde ser herramientas técnicas para convertirse en componentes pedagógicos relevantes. Así, diversas investigaciones recientes han demostrado que el uso de dispositivos como Arduino y ESP32 permiten facilitar el aprendizaje práctico al lograr que los estudiantes puedan

materializar los diferentes conceptos teóricos, simular distintos procesos y diagnosticar problemas en tiempo real (Kaisti et al., 2013; I. Mercedes et al., 2023).

1.1.2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la formación técnica: El ABP se ha consolidado como una opción metodológica eficaz para la enseñanza de la ingeniería, debido a que fomenta la resolución de problemas asociados a una la realidad y el trabajo colaborativo. Según señalan Augusta et al., 2025 y Gino et al., 2025, aplicar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el entorno educativo de recursos limitados permite favorecer una mejor comprensión de los contenidos técnicos, así como también impulsa el desarrollo de habilidades blandas indispensables para el futuro profesional de los estudiantes. Se enfatiza así que al trabajar en proyectos les permite planificar, implementar y evaluar soluciones reales, así los estudiantes no solo aprenden de manera más activa, sino que también logran una apropiación más duradera del conocimiento, en contraste con enfoques tradicionales centrados únicamente en la transmisión teórica de contenidos.

1.1.3. Integración de sistemas embebidos y ABP: El empleo de los sistemas embebidos en conjunto con la metodología ABP permiten realizar una mejor estrategia pedagógica. Por una parte, los sistemas embebidos permiten generar múltiples oportunidades para estructurar diferentes experiencias tangibles como la experimentación, programación y construcción de soluciones interactivas, fomentando así el aprendizaje a través de la experiencia directa. Así, el ABP está estructurado a través de un conjunto de fases que permiten realizar el proceso formativo en etapas claramente definidas que promueven la planificación metódica, la ejecución autónoma y la evaluación crítica de proyectos, integrando de manera coherente la teoría con la práctica (Romero-Yesa et al., 2023). Para lograr ello se precisa de un conocimiento previo del empleo de la metodología ABP para poder orientarlo según las diversas necesidades cada vez más cambiante, así como la disposición de materiales y entornos adecuados, pueden suponer un reto considerable en instituciones con bajos recursos presupuestales (Angamarca et al., 2025; Sosa et al., 2025).

2. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque y diseño de investigación

La metodología de investigación es cualitativa, está enfocada en la investigación y detallado de fenómenos educativos en un contexto real (De Educación, 2022). Se consideró este método debido a que permite una mejor comprensión de la complejidad que hay en el ambiente universitario, de las diversas interpretaciones que normalmente tiene cada participante, otorgando a sus experiencias adquiridas, vivencias y dinámicas específicas, que alcanzan en la ejecución del desarrollo de proyectos empleando los sistemas embebidos.

2.2. Participantes y contexto

La investigación se realizó en una universidad pública de Lima, Perú, siendo el curso de Electrónica Digital correspondiente al cuarto ciclo de una carrera de ingeniería. Participaron 20 estudiantes matriculados y dos docentes responsables del curso. La muestra fue seleccionada de forma intencional, en función de su participación directa en las actividades académicas vinculadas al uso de sistemas embebidos y proyectos prácticos. El contexto institucional estuvo caracterizado por restricciones presupuestarias comunes en las universidades públicas, lo cual motivó el uso de tecnologías de bajo costo como Arduino y ESP32, que demostraron ser viables y eficaces para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje sin necesidad de grandes inversiones (Rahimi & khatooni, 2024; Tajik et al., 2025).

2.3. Técnicas de recolección de información

Se emplearon tres técnicas principales para la recolección de datos cualitativos; el empleo de estas tres técnicas permitió realizar una triangulación sobre la información recogida y, de esta manera, permitió reforzar la validez interna del estudio (Elizabeth & Chaves, 2021).

- Entrevistas semiestructuradas: realizadas a una muestra intencional de estudiantes ($n=20$) y docentes del curso ($n=2$). Las entrevistas exploraron aspectos clave como el nivel de comprensión de los contenidos, la motivación de los estudiantes, las emociones experimentadas durante el desarrollo de los proyectos y la forma en que percibieron la conexión entre la teoría aprendida y su aplicación práctica.

- Observación participativa: se realiza durante las actividades de clases en forma presencial del curso, registrando interacciones, actitudes, dinámicas de grupo y resolución de problemas técnicos en aula y laboratorio.
- Análisis de artefactos: se examinaron distintos prototipos desarrollados por cada equipo de trabajo estudiantil durante el desarrollo de sus proyectos, tales como prototipos funcionales, informes técnicos, simulaciones y finalmente la implementación física lograda.

2.4. Procedimientos éticos y análisis

Se realizó la solicitud de consentimiento informado a todos los estudiantes y docente, indicándoles que se mantendrá la privacidad de sus identidades. La gestión de la información se realizó mediante un proceso de codificación temática inductiva, que comprendió las etapas de reconocimiento de conceptos fundamentales, clasificación en categorías y creación de patrones de interpretación (Barraza Macías, n.d.). Para garantizar la consistencia en el análisis, se utilizaron matrices manuales y una revisión cruzada entre codificadores, lo que posibilitó contrastar y confirmar los descubrimientos de forma estricta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las actividades realizadas, tales como: entrevistas semiestructuradas, observación en el aula y análisis de los productos creados por los estudiantes, los hallazgos obtenidos se han estructurado en tres dimensiones que representan las unidades principales del sílabo del curso; además, para tener una mejor evaluación, se realizó una cuarta participación que fue recoger la perspectiva del punto de vista del lado docente. Cada dimensión abarca categorías en auge, conceptos fundamentales derivados del análisis y citas relevantes que representan las voces de los asistentes. Igualmente, se han integrado representaciones visuales a través de nubes de palabras, que facilitan la identificación visual de los términos más frecuentes en las narraciones de estudiantes y docentes.

3.1. Dimensión 1: Comprensión de componentes electrónicos analógicos

En esta dimensión 1 (Tabla 1) se examinó cómo los estudiantes alcanzaron una mejor comprensión correspondiente al funcionamiento de resistencias y bobinas mediante actividades específicas realizadas en el salón de clases. Las tareas que se asignó a cada equipo de trabajo para el desarrollo de soluciones del entorno les permitieron comprender, desarrollar simulaciones, ejercicios con componentes analógicos circuitales reales y espacios de diseño, facilitándoles la conexión entre la teoría y su aplicación práctica. La implementación de sistemas embebidos resultó de vital importancia para lograr la comprensión de los componentes analógicos mediante la interacción de actividades semanales, dado que proporcionó un ambiente palpable en el que los estudiantes pudieron vivir el funcionamiento de los componentes bajo circunstancias parecidas a las del mundo real.

Tabla 1 Comprensión de componentes electrónicos analógicos

Categorías emergentes	Hallazgos clave	Cita representativa
Reconocimiento de resistores y bobinas.	Se comprendió el comportamiento de la corriente, la función de limitación de voltaje y el almacenamiento magnético.	"Gracias a los proyectos entendí cómo los resistores limitan corriente y cómo las bobinas afectan la ganancia de la señal."
Aplicación práctica en simulación y diseño.	Uso de herramientas como Proteus y Wokwi para analizar frecuencias y voltajes.	"Ver la señal en el osciloscopio me ayudó a entender la frecuencia y la respuesta del circuito."
Desarrollo del pensamiento crítico.	Resolución de errores de diseño en equipo y selección adecuada de componentes.	"Nos equivocamos con la resistencia al inicio, pero después lo calculamos bien con el profe."

Estos resultados logrados coinciden con Álvarez Ariza (2024), quien mencionan que la interacción directa con dispositivos electrónicos analógicos fundamentales permite promover una comprensión más consistente de los conceptos en los programas electrónicos. Esto, debido a que les permiten tener la oportunidad de experimentar a través de la manipulación; examinar y ver en vivo el comportamiento de estos componentes permitiendo que los estudiantes generen su conocimiento a través de la experiencia, superando la teoría abstracta.

3.2. Dimensión 2: Comprensión de componentes electrónicos activos

En esta dimensión 2 (Tabla 2) se agrupan las actividades relacionadas con el empleo de elementos como transistores, diodos y circuitos integrados en cada equipo de trabajo estudiantil, los cuales mediante la realización de proyectos, permite que los participantes investiguen el funcionamiento de estos aparatos, utilizando los conocimientos obtenidos teóricamente y volcarlos en contextos prácticos permitiendo potenciar su comprensión técnica y su habilidad para analizar. La ejecución de proyectos funcionales les brindó la oportunidad de observar el funcionamiento de estos componentes en situaciones reales, utilizando sus conocimientos en conmutación, amplificación y protección eléctrica.

Tabla 2 Comprensión de componentes electrónicos activos

Categorías emergentes	Hallazgos clave	Cita representativa
Funcionamiento de transistores y diodos.	Comprensión del transistor como interruptor o amplificador, y el uso del diodo como protección.	"Al controlar ventiladores con ESP32, entendí cómo los transistores comutan y los diodos protegen de picos de voltaje."
Polarización y amplificación.	Aplicación de conceptos para diseñar etapas de ganancia y ajuste de señal.	"Ahora entiendo cómo polarizar un transistor para que trabaje en corte o en saturación."
Uso de circuitos integrados.	Integración de CIs en el diseño funcional y experimental de sistemas electrónicos.	"Pudimos usar el 555 y otros ICs sin solo copiar el diagrama; entendimos cómo funcionan."

De acuerdo con Patricia et al., (2024) el empleo de los sistemas embebidos permite facilitar la experimentación con elementos activos tales como el transistor, diodo, entre otros circuitos integrados de manera eficaz y accesible.

3.3. Dimensión 3: Comprensión del funcionamiento del Arduino, ESP32 y fuentes de alimentación

En la dimensión 3 (Tabla 3) se estudió la forma de cómo lograr el entendimiento y uso de los microcontroladores, a través de la realización de la configuración y funcionamiento de microcontroladores, la administración de energía y su integración con sensores. Los estudiantes adquirieron competencias para diseñar sistemas funcionales e inteligentes, considerando criterios técnicos como consumo, voltaje y conectividad.

Tabla 3 Comprensión del funcionamiento del Arduino, ESP32 y fuentes de alimentación

Categorías emergentes	Hallazgos clave	Cita representativa
Programación de microcontroladores.	Desarrollo de lógica de control para automatizar tareas con sensores y actuadores.	"Hicimos que el ESP32 lea temperatura y encienda un ventilador cuando sube."
Selección y regulación de fuentes.	Identificación de necesidades de consumo y regulación de voltajes para proteger componentes.	"Tuve que aprender a calcular la corriente total para elegir una buena fuente."
Integración de hardware embebido.	Conexión de sistemas al entorno real y plataformas IoT con eficiencia energética.	"Diseñamos un sistema IoT con ESP32 que enviaba datos a la nube sin dañar sensores."

Estos resultados coinciden con estudios recientes de Maxworth, (2023) que señalan la importancia de la integración tecnológica en el desarrollo de competencias técnicas y digitales en carreras de ingeniería.

3.4. Dimensión 4: Aportes desde la experiencia docente

En esta dimensión 4 (Tabla 4), se rescató la percepción del docente sobre el proceso, destacando la mejora en la motivación estudiantil, la autonomía y la capacidad de resolver problemas técnicos. También se valoró que todo el enfoque práctico se implementó respetando las unidades del sílabo original.

Tabla 4 Aportes desde la experiencia docente

Categorías emergentes	Hallazgos clave	Cita representativa
Aprendizaje significativo.	Se observó mayor apropiación conceptual y autonomía por parte del estudiante.	"Pasaron de repetir teoría a plantear soluciones concretas, resolviendo problemas reales."

Enfoque práctico sin alterar el sílabo.	Se logró cumplir los objetivos del curso mediante actividades alineadas a las unidades.	"No necesité cambiar el sílabo; lo que hice fue aplicar la práctica en cada unidad."
Mayor motivación y autonomía.	El trabajo con proyectos despertó el interés y la participación constante del grupo.	"Veía que trabajaban incluso fuera del horario de clase para mejorar su prototipo."

Estos testimonios refuerzan lo señalado por Pietersen & Smit (2024) sobre el rol transformador del docente como mediador en experiencias de aprendizaje activas y contextualizadas.

3.5. Análisis global e interpretación visual

Además del análisis categorial, se generaron nubes de palabras a partir de las respuestas abiertas de 20 estudiantes y 2 docentes, organizadas según las tres dimensiones temáticas del estudio. Estas visualizaciones muestran gráficamente los términos más frecuentes en los testimonios, lo que permite complementar y reforzar los hallazgos obtenidos en las tablas. A continuación, se describen los resultados visuales por dimensión y nivel de análisis.

3.5.1 A nivel estudiantil

Dimensión 1: Componentes electrónicos analógicos

Las nubes de palabras correspondientes a esta dimensión revelan una alta frecuencia de términos como proyecto, resistores, bobinas, circuito, voltaje y simulación, lo cual evidencia la apropiación conceptual y práctica de los contenidos.

En la primera pregunta ¿Cómo ha influido la metodología basada en proyectos en tu capacidad para comprender y aplicar resistores y bobinas en un circuito analógico? (Relación directa con la metodología y su impacto en la competencia técnica.), referida esta a mostrar al impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la comprensión y aplicación de resistores y bobinas, los términos predominantes en la nube de palabras fueron proyecto, resistores, bobinas, circuito y voltaje. Esto demuestra que la experiencia práctica propició un entendimiento más preciso del funcionamiento y comportamiento eléctrico y de cómo se relaciona la teoría y su aplicación específica (Figura 1).



Figura 1 Nube de palabras sobre impacto metodológico

En relación con la pregunta ¿Qué habilidades específicas en Electrónica Digital has desarrollado al trabajar con componentes analógicos en los proyectos que has realizado? Los estudiantes respondieron como mejoraron el aprendizaje por el empleo de competencias desarrolladas al manipular componentes analógicos. Las respuestas mostraron el progreso de habilidades técnicas y comunicativas. Incluyen la definición de pines, simulaciones, trabajo colaborativo, osciloscopio, reducción de ruido y filtrado de señales. Estas palabras demuestran que los estudiantes no solo aprendieron a manejar instrumentos y componentes auténticos, sino que también potenciaron la cooperación y la habilidad para examinar el funcionamiento de los componentes dentro del circuito (Figura 2).

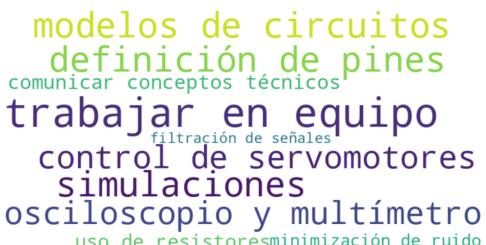


Figura 2 Nube de palabras sobre habilidades adquiridas

Dimensión 2: Componentes electrónicos activos

Al preguntar ¿De qué manera la metodología basada en proyectos te ha ayudado a comprender mejor el uso de transistores y diodos en tus circuitos? Los estudiantes indicaron cómo el ABP contribuyó a que entiendan mejor la utilización de transistores y diodos, expresaron también que la mezcla de teoría y práctica les facilitó la aplicación de estos conceptos en contextos reales o simulados. Las palabras más utilizadas fueron transistor, amplificación, diodo, control, corriente y protección, evidenciando un entendimiento más práctico y efectivo de estos elementos en sus proyectos (Figura 3).



Figura 3 Nube de palabras sobre uso de transistores y diodos

En cuanto a la pregunta ¿Qué competencias en Electrónica Digital crees que has mejorado al integrar componentes activos en tus proyectos? (Enfoque en el desarrollo de habilidades prácticas y competencias técnicas adquiridas.). Los estudiantes indicaron que las habilidades adquiridas al trabajar con elementos activos se clasifican en tres subcategorías principales:

Diodos: entendimiento adecuado de su uso en la protección, corrección y regulación del paso de la corriente y su empleo dentro del circuito. Transistores: uso del dispositivo electrónica como amplificación, bloqueo y regulación de señales, según la personalización de cada proyecto. Circuitos integrados (CI): incorporación en sistemas más complejos, enfocados en el funcionamiento y uso en la gestión y procesamiento de señales.

Asimismo, es notable la adquisición de competencias vinculadas a la comprensión de los CI, lo que demuestra un avance progresivo en la complejidad técnica en el diseño de sistemas electrónicos. El trabajo en equipo basado en proyectos facilitó a los estudiantes no solo la aplicación de conceptos teóricos, sino también la resolución de problemas específicos, la modificación de configuraciones y la toma de decisiones de diseño más acertadas a partir del estudio del comportamiento real de los circuitos. Temas como la rectificación, la polarización, la integración y el procesamiento evidencian esta adecuada técnica y el fortalecimiento de un entendimiento funcional y aplicado en la utilización de componentes activos, facilitando una mejor comprensión para los estudiantes (Figura 4).

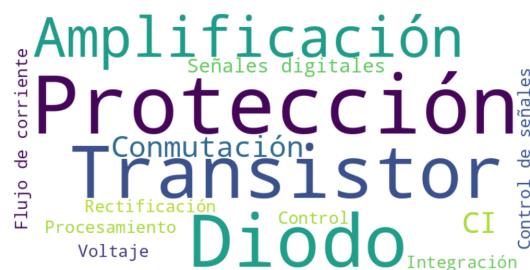


Figura 4 Nube de palabras sobre integración de componentes activos

Dimensión 3: Arduino, ESP32 y fuentes de alimentación

Respecto a la pregunta ¿Qué habilidades específicas en Electrónica Digital sientes que has adquirido al integrar Arduino y fuentes de alimentación en tus proyectos?, los estudiantes indicaron un mejor entendimiento del funcionamiento de Arduino y las fuentes de energía, los conceptos más comunes en las respuestas incluyeron alimentación, proyecto, Arduino, programación, energía y componentes. Las nubes de palabras (Figura 5) evidencian que los estudiantes apreciaron la posibilidad de poner en práctica los conocimientos teóricos en proyectos reales, abordando retos técnicos como la regulación del voltaje, la creación de fuentes apropiadas y la eficiencia energética. En esta fase, el uso de sistemas embebidos resultó ser más habitual.



Figura 5 Nube de palabras sobre el uso del Arduino y las fuentes de alimentación

Al analizar las habilidades específicas adquiridas en esta dimensión, se resaltan competencias como el diseño de circuitos, programación de microcontroladores, integración de sensores y actuadores y la gestión eficiente de la energía. Palabras como optimización, diseño, eficiencia, sistema y resolución de problemas reflejan la consolidación de aprendizajes fundamentales en el área de sistemas embebidos y control digital (Figura 6).



Figura 6 Nube de palabras sobre habilidades específicas adquiridas

3.5.2. A nível docente

Dimensión 1: Componentes electrónicos analógicos

En la primera pregunta, sobre cómo el ABP facilitó la comprensión de los estudiantes en relación con resistores y bobinas, los docentes destacaron términos como aprendizaje basado en proyectos, exploración práctica, entornos controlados, integración teórico-práctica y análisis de componentes. La nube de palabras resultante (Figura 7) evidencia la valoración positiva de una enseñanza situada, donde los estudiantes comprenden el efecto de los componentes analógicos al experimentarlos directamente en circuitos reales.

Respecto a las competencias desarrolladas por los estudiantes en esta misma dimensión, los docentes resaltaron aspectos como el análisis de circuitos, el rol del resistor y la optimización del diseño. Estos elementos sugieren que el enfoque práctico permitió fortalecer la capacidad de diagnóstico, ajuste y toma de decisiones técnicas. La Figura 8 refleja esta apreciación.

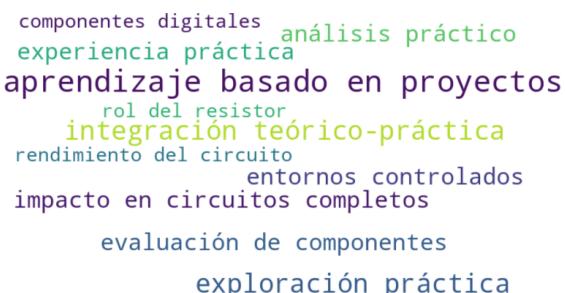


Figura 7 Nube de palabras sobre percepción que el ABP ha facilitado la comprensión



Figura 8 Nube de palabras sobre competencias con los componentes

Dimensión 2: Componentes electrónicos activos

Evaluación del impacto de la metodología en la comprensión de transistores y diodo

En respuesta a la pregunta ¿Consideras que el enfoque basado en proyectos ha sido efectivo para que los estudiantes comprendan el uso de transistores y diodos? ¿Por qué?, ambos docentes confirmaron en que el empleo de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha jugado un papel importante en fomentar la comprensión detallada, contextual y relevante, de estos elementos activos (transistor y diodo) fundamentales en la Electrónica Digital. El estudio cualitativo posibilitó clasificar las respuestas en tres subcategorías fundamentales que muestran progresos significativos en la capacitación técnica de los estudiantes.

Primero, el método de realización de proyectos orientados a una mejora del entorno real simplificó la comprensión funcional del uso y disposición de ubicación de los transistores y su empleo o bien como interruptores o como amplificadores, al posibilitar su observación directa en circuitos auténticos entendiendo mejor los lugares donde debían ubicarse dichos componentes activos. En segundo lugar, los estudiantes asimilaron mejor la utilización de diodos como el de ser componentes de protección y regulación, entendiendo su papel en la prevención del flujo inverso de corriente y la estabilización de señales para la protección de las etapas del circuito, lo que robusteció tanto su fundamento teórico como su habilidad para su aplicación práctica. Finalmente, al incorporar ambos elementos en sistemas integrales, adquirieron habilidades para evaluar el rendimiento conjunto de los dispositivos activos, tomar decisiones basadas en información y perfeccionar el diseño de circuitos electrónicos, demostrando los estudiantes un avance hacia una comprensión sistemática del funcionamiento de estos.

El conjunto de palabras obtenidas de las respuestas abiertas (Figura 9) resaltan conceptos como transistores, amplificación, protección, corriente e integración. Esto corrobora que el aprendizaje adquirido se basa en experiencias concretas, fundamentadas en la exploración práctica, el análisis reflexivo y la interacción directa con el comportamiento auténtico de los componentes.



Figura 9 Nube de palabras sobre el análisis de respuestas de la evaluación del impacto del ABP sobre la comprensión de componentes activos

Evaluación del desarrollo de competencias en componentes activos

Ante la interrogante ¿Qué habilidades en Electrónica Digital relacionadas con los componentes activos consideras que los estudiantes han mejorado su desarrollo?, los docentes mencionaron que la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha sido muy importante en esta etapa debido a que permitió potenciar las destrezas técnicas aplicadas, al incorporar soluciones con el empleo de transistores y diodos en situaciones reales. El estudio cualitativo facilitó la clasificación de las respuestas en tres subcategorías relevantes:

Los estudiantes mostraron una sólida comprensión práctica en la utilización de transistores como interruptores y amplificadores, demostrando habilidad en su adecuada polarización, elección y uso personalizado en diferentes diseños, lo que les permitió reconocer la influencia directa en el empleo funcionamiento de los diversos proyectos de circuitos personalizados. Además, adquirieron habilidades fundamentales en el uso de diodos como componentes de protección y regulación de corriente, entendiendo su función en la prevención de daños por inversión de polaridad, la estabilización de señales y la regulación del flujo eléctrico en las etapas del circuito donde correspondería considerar la colocación de los componentes electrónicos activos. Finalmente, se notó un progreso hacia una perspectiva sistemática del diseño electrónico, al incorporar transistores, diodos y circuitos integrados en las diversas estructuras funcionales. Esto posibilita a los estudiantes lograr un mejor desempeño global del sistema, detectar fallos, modificar parámetros y tomar decisiones basadas en la respuesta auténtica del circuito.

La correspondiente nube de palabras (Figura 10) muestra conceptos como polarización, amplificación, gestión de señales, protección, diseño sólido e integración, lo que demuestra una adecuada técnica del idioma y de las funciones particulares de cada elemento. Evidenciándose el logro de competencias vinculadas al empleo de circuitos integrados, lo que señala un avance hacia una mayor dificultad técnica para posteriores proyectos. Asimismo, la vivencia práctica entre los equipos de estudiantes, a través del empleo de la metodología ABP, no solo propició el desarrollo de estas habilidades, sino que también fomentó una comprensión contextualizada, reflexiva y adaptable a contextos reales de la ingeniería electrónica.



Figura 10 Nube de palabras sobre competencias vinculadas a los componentes activos que los estudiantes han desarrollado mejor

Dimensión 3: Arduino, ESP32 y fuentes de alimentación

Respecto a la pregunta ¿Hasta qué punto crees que ha sido eficaz la metodología basada en proyectos para que los estudiantes entiendan y empleen Arduino y las fuentes de alimentación?, ambos docentes coincidieron en la importancia del empleo de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) resultó ser eficaz para lograr potenciar el entendimiento técnico de los estudiantes acerca de microcontroladores y administración energética en sistemas embebidos. Las respuestas se agruparon en tres subcategorías que facilitan el análisis del efecto pedagógico desde diversas visiones. Primero, los estudiantes como equipos de trabajos consiguieron entender la administración de la energía eléctrica como un elemento crucial para la estabilidad de los circuitos digitales. Al afrontar retos concretos en sus proyectos personalizados, adquirieron destrezas para elegir fuentes de energía apropiadas, calcular las necesidades de energía y modificar la distribución de voltaje, logrando de esta manera llegar a hacer funcionar apropiadamente sus prototipos. En segundo lugar, también se observó una notable progresión cuando realizaban la programación y control de los dispositivos a través de las interfaces de plataformas tecnológicas como Arduino y ESP32. Por lo cual esta práctica les facilitó no solo la configuración de microcontroladores y la manipulación de sensores y actuadores, sino también la creación y diseño de una lógica de control eficaz y ajustada a las metas de sus distintos proyectos propuestos. Finalmente, el método promovió el análisis del problema asociado a una realidad, la anticipación y organización de necesidades energéticas, facilitando a los estudiantes prever posibles errores, mejorando en la elección del correcto consumo energético y creación de circuitos embebidos más eficaces y sostenibles. La Figura 11, que muestra la agrupación de ideas de acuerdo con la obtención de evaluación del estudio cualitativo de estas respuestas, enfatiza conceptos esenciales como administración de energía, programación, estabilidad, planificación y microcontroladores. Estos datos corroboran que la metodología ABP no solo simplificó el aprendizaje práctico, sino también un enfoque reflexivo y analítico sobre los elementos esenciales del sistema.

De forma adicional, la pregunta ¿Qué habilidades en Electrónica Digital vinculadas a Arduino y fuentes de alimentación consideras que han progresado en los estudiantes mediante la metodología de proyectos?, permitió facilitar la identificación de progresos significativos en las habilidades técnicas obtenidas. Los docentes indicaron que los estudiantes lograron un mayor avance en la programación de Arduino y en la incorporación de sensores y actuadores, además de la correcta identificación de alternativas de elección y estimación de fuentes de energía adecuadas a cada diseño circuital, lo que conllevo en un resultado del incremento en la eficiencia, estabilidad y autonomía funcional de sus prototipos. Así, este progreso se sintetiza en tres ejes competenciales: (a) comprensión y aplicación de criterios técnicos para la alimentación de sistemas embebidos; (b) dominio de herramientas de programación y control de microcontroladores; y (c) planificación energética orientada a la sostenibilidad y rendimiento del circuito. La nube de palabras correspondiente (Figura 12) visualiza conceptos como optimización de circuitos, eficiencia energética, integración de dispositivos, control de consumo, lo que evidencia un aprendizaje profundo, contextualizado y funcional. En resumen, los descubrimientos señalan que la aplicación del ABP en esta dimensión no solo fomentó una comprensión instrumental de las tecnologías utilizadas, sino que también fomentó el crecimiento de habilidades transversales enfocadas en la solución de problemas, el diseño eficaz y la independencia en la toma de decisiones técnicas en sistemas electrónicos reales.



Figura 11 Nube de palabras sobre metodología ABP en sistemas embebidos



Figura 12 Nube de palabras sobre respuestas del desarrollo de competencias

Síntesis visual y pedagógica

La utilización de conceptos técnicos relacionados con acciones prácticas y de pensamiento evidencia la eficacia de la metodología empleada. Tanto los estudiantes como los docentes observaron avances en el entendimiento, uso y elaboración de soluciones electrónicas en un contexto de recursos escasos. Este estudio visual corrobora lo que Álvarez Ariza (2024) indicaba al demostrar cómo el aprendizaje situado y reflexivo se potencia a través de la vinculación entre la teoría y la práctica.

4. CONCLUSIONES

Este análisis posibilitó entender que el desarrollo de actividades como equipos de trabajo permitió el desarrollo y mejoras personales de los estudiantes y docentes. La incorporación de los sistemas embebidos y la metodología aprendizaje basado en proyectos permitió la aplicación de técnicas activas aportando de manera positiva al progreso del curso de Electrónica Digital en una universidad pública de Perú. Al llevar a cabo diferentes proyectos prácticos en concordancia con el contenido del sílabo oficial, los estudiantes consiguieron un mejor entendimiento de los conceptos teóricos en aplicaciones reales, potenciando su dominio técnico y competencias como el trabajo colaborativo, la independencia y la solución de problemas.

Los hallazgos indican que tecnologías de sistemas embebidos como el empleo de sensores, Arduino, ESP32, entre otros componentes electrónicos, no solo facilitan la mejora pedagógica de la enseñanza, sino que también constituyen una opción factible para instituciones con recursos escasos. Además, la

implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos, sin la necesidad de alterar el plan de estudios oficial, propició un ambiente estimulante que unió de manera efectiva la teoría con la práctica.

Desde el punto de vista docente, se expuso que esta propuesta fomenta una pedagogía más integral, activa y contextual, facilitando a los estudiantes la participación interactiva en el desarrollo de sus propios aprendizajes. En resumen, este estudio cualitativo proporciona pistas evidentes acerca del valor de estas herramientas tecnológicas (los sistemas embebidos) como respaldo en la educación de ingenieros, y propone una opción legítima para otros entornos educativos que se encuentren en circunstancias parecidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Ariza, J. (2024). *Bringing active learning, experimentation, and student-created videos in engineering: A study about teaching electronics and physical computing integrating online and mobile learning*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2406.00895>
- Andrés, C., & Perdomo, C. (2025). Implementación de arduino y trabajo por proyectos en la educación media técnica en electrónica: un estudio de caso utilizando google classroom. *Línea imaginaria*, 1(20). <https://doi.org/10.56219/lneaimaginaria.v1i20.3721>
- Angamarca, M. M. H., Angamarca, M. M. H., Sagñay, S. E. A., Sánchez, M. C. T., & Vera, P. E. P. (2025). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como Enfoque Pedagógico Innovador: Una Revisión Bibliográfica. *Polo Del Conocimiento*, 10(2), 2035–2055. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i2.9021>
- Augusta, M., Viteri, R., Mauricio, D., Andrade, C., Rocío, A., & Toapanta, T. (2025). Relación entre el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el desarrollo de competencias de innovación y emprendimiento. *Revista Social Fronteriza*, 5(1). [https://doi.org/10.59814/Resofro.2025.5\(1\)615](https://doi.org/10.59814/Resofro.2025.5(1)615)
- Barraza Macías, A. (n.d.). *Metodología de la investigación cualitativa. Una perspectiva interpretativa* METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA UNA PERSPECTIVA INTERPRETATIVA. <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/MetodologiaInvestigacion.pdf>
- Botello, J. Á., Velázquez, A. M. T., & Salinas, E. M. C. (2016). Diagnóstico del liderazgo educativo en las Instituciones de Educación Superior del Valle de Toluca. *Revista de Investigación Educativa*, 34(1), 51–68. <https://doi.org/10.6018/RIE.34.1.206881>
- Cárdenas-Tapia, J., Pesántez-Avilés, F., Villagómez-Rodríguez, M. S., & Moscoso-Merchán, F. (Eds.). (2025). *Formación docente y transformación curricular en la era digital. Retos y perspectivas en la integración de tecnologías en la práctica educativa*. <https://doi.org/10.36006/09686-1
REFERENCIA>:
- De Educación, F. (2022). *Pontificia Universidad Católica del Perú La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación*. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182854>
- Delgado--Rodríguez, F. R., Cacoango-Yucta, W. I., & Maliza-Cruz, W. I. (2024). Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico de las Matemáticas para los estudiantes del propedéutico de ingenierías. *MQRInvestigar*, 8(4), 6479–6505. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.6479-6505>
- Elizabeth, V., & Chaves, J. (2021). Triangulación metodológica cualitativa y cuantitativa. *Revista Sobre Estudios e Investigaciones Del Saber Académico*, 14, 76–81. <https://doi.org/10.70833/RSEISA14ITEM276>
- Gil Sánchez, L., Tormos, Á., Coll Arnau, S., & Royo Carratalá, E. (2024). Enseñanza de Electrónica Digital y FPGAs mediante el aprendizaje basado en proyectos y la robótica: un estudio de caso. *XVI Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de La Electrónica: TAE 2024. Libro de Actas*, 2024, ISBN 978-84-09-63040-0, Págs. 431-440, 431-440. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9757983&info=resumen&idioma=SPA>
- Gino, I., Felix, M. B., Daniel, I. J., Rodríguez, V., Nicolás, I., Vasconcellos Fernández, A., & Odette Martínez Pérez, A. (2025). Aplicación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos en la educación técnica. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1), ág. 2372-2395-ág. 2372 – 2395. <https://doi.org/10.60100/RCMG.V6I1.520>
- Kaisti, M., Rantala, V., Mujunen, T., Hyrynsalmi, S., Könnölä, K., Mäkilä, T., & Lehtonen, T. (2013). Agile methods for embedded systems development - a literature review and a mapping study. *EURASIP Journal on Embedded Systems* 2013:1, 2013(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1687-3963-2013-15>
- Kevin, M., Rimando, V., & Corpuz, R. R. (2022). A Real Time Tracking System for School Forms Using QR Codes with Watermarking Algorithm. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network*, 2(03), 24–33. <https://doi.org/10.55529/JAIMLNN.23.24.33>

Kroff, F. J., Coria, D. F., Ferrada, C. A., Kroff, F. J., Coria, D. F., & Ferrada, C. A. (2024). Inteligencia Artificial en la educación universitaria: Innovaciones, desafíos y oportunidades. *Revista Espacios*, 45(5), 120-135. <https://doi.org/10.48082/ESPACIOS-A24V45N05P09>

Laura Arpi, E. A., & Silva Narvaste, B. (2025). Competencias tecnológicas en futuros docentes de zonas rurales: Un estudio en Puno, Perú. *Revista Espacios*, 46(1), 58-67. <https://doi.org/10.48082/ESPACIOS-A25V46N01P05>

López-Gómez, K., Villafuerte-Holguín, J., Solórzano, A. R., Chávez, D. Z., Moreira, B. A. R., Fuller, E. B., Garófalo, F. L., Garófalo, M. E. L., Díaz, M. M., Lebloc, A. G., Martínez, J. A. D., Parrado, R. P., Zurita, V. H. D., Quimis, D. G. M., Daza, C. L. V., Moreira, A. L. S., Quintero, L. E. M., Mero, S. M., Zambrano, A. D. R., ... Pino, C. V. C. (2023). Aprendizaje socio-emocional e inclusión educativa. *Repositorio MAWIL*. <https://doi.org/10.26820/978-9942-622-78-5>

Maxworth, A. (2023). Designing engineering courses with embedded virtual and real experimentations. *Education Sciences*, 13(6), 610. <https://doi.org/10.3390/educsci13060610>

Mercedes, I., Bernal, C., Andrés, J., & Triana, Á. (2023). Resultados de aprendizaje como un conductor del aprendizaje contextual de la ciencia y la ingeniería en el programa de Ingeniería Biomédica en La Universidad ECCI. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*, 1-7. <https://doi.org/10.26507/PAPER.3355>

Mercedes, M., Hurel, I., Antonio, Á., & Herrera, M. (2025). Impacto del uso efectivo de laboratorios en la educación universitaria: fortalecimiento de competencias profesionales en los estudiantes. *GADE: Revista Científica*, 5(1), 19-35. <https://doi.org/10.63549/RG.V5I1.572>

MINEDU. (2023). *Informe sobre infraestructura y recursos tecnológicos en universidades públicas del Perú*. Ministerio de Educación del Perú. <https://www.minedu.gob.pe>

Moura de Carvalho, T. de C., Fleith, D. de S., & Almeida, L. da S. (2021). Desarrollo del pensamiento creativo en el ámbito educativo. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 17(1), 164-187. <https://doi.org/10.17151/RLEE.2021.17.1.9>

Parra, O., Andrei, L., & Fonseca, C. (2023). Estrategia Didáctica: Plataforma Arduino, Aprendizaje Basado En Proyectos y Movimiento Maker Caso de Estudio: Educación Media Rural. *Actas Del Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 52-57. <https://doi.org/10.47300/ACTASIDI-UNICYT-2023-8>

Patricia, A., Eras, P., Ismael, J., Bueno, R., David, M., Gavilanes, G., Fernando, E., Núñez, H., & Domingo, S. (2024). Manual de Iniciación en el Uso y Aplicaciones Básicas de la Tarjeta ESP32. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), ág. 15-46. <https://doi.org/10.60100/RCMG.V5I2.254>

Pietersen, C., & Smit, R. (2024). Transforming embedded systems education: The potential of large language models. *Southern Journal of Engineering Education*, 3, 62-83. <https://doi.org/10.15641/sjee.v3i1.1572>

Portero, F. B., & Medina, R. P. (2025). Estudio teórico sobre Metodologías Activas en la educación básica. *Revista Espacios*, 46(1), 68-82. <https://doi.org/10.48082/ESPACIOS-A25V46N01P06>

Rahimi, S., & khatooni, M. (2024). Saturation in qualitative research: An evolutionary concept analysis. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 6, 100174. <https://doi.org/10.1016/J.IJNSA.2024.100174>

Ramírez-Sosa, M. A., Peña-Estrada, C. C., Ramírez-Sosa, M. A., & Peña-Estrada, C. C. (2022). B-learning para Mejorar el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 15(2), 5-16. <https://doi.org/10.37843/RTED.V15I2.309>

Rocio, M., Piñan, P., Gabriela, M., Suárez, E., María, N., Sampedro, V., Patricia, L., Almachi, A., & Abad Jiménez, N. I. (2024). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como Estrategia Didáctica para Mejorar el Rendimiento Académico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10447-10459. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I4.13186

Rolando, F., López, J., Adonayt, I., Ruge, R., Fernando, Ó., Cely, V., & Fernando, A. (2024). Explorando el impacto de la Inteligencia Artificial en la formación de ingeniería electrónica. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*, 1-13. <https://doi.org/10.26507/PAPER.3840>

Romero-Yesa, S., Fonseca, D., Aláez, M., & Amo-Filva, D. (2023). Qualitative assessment of a challenge-based learning and teamwork applied in electronics program. *Helijon*, 9(12), e22739. <https://doi.org/10.1016/J.HELJON.2023.E22739>

Salas Arriarán, A. (2025). Aprendizaje significativo de sistemas embebidos [Extracto]. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademic.upc.edu.pe/handle/10757/684944>

Sosa Cortez Investigador, K. R., Delfida, E., Tenorio Ordóñez, J., Independiente, I., Bolivia, E., Pico, M., Investigador, H., Teresa, S., Carrillo, Y., Gonzalo, L., & Samaniego, B. (2025). El Aprendizaje Basado en Proyectos (Abp) como Herramienta para el Desarrollo de Habilidades Del Siglo XXI. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 6133-6148. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V9I1.16329

Tajik, O., Golzar, J., & Noor, S. (2025). Purposive Sampling. *International Journal of Education & Language Studies*, 2, 1–9. <https://doi.org/10.22034/IJELS.2025.490681.1029>

Tello Miranda, M. A., Flores Gutiérrez, J. O., Tello Miranda, M. A., & Flores Gutiérrez, J. O. (2021). La eficiencia técnica de las universidades públicas del Perú. *Industrial Data*, 24(1), 153–177. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.19661>

Velásquez-Pérez, Y., Rose-Parra, C., Oquendo-González, E. J., Cervera-Manjarrez, N., Velásquez-Pérez, Y., Rose-Parra, C., Oquendo-González, E. J., & Cervera-Manjarrez, N. (2023). Inteligencia emocional, motivación y desarrollo cognitivo en estudiantes. *Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 9(17), 4–35. <https://doi.org/10.35381/CM.V9I17.1120>

Recibido: 19/07/2025; Aprobado: 09/09/2025; Publicado: 30/09/2025



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional