

ESTRATEGIA DIDÁCTICA BASADA EN GAMIFICACIÓN PARA PROMOVER LA COMPETENCIA DE  
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

ALFONSO TRINIDAD BOLAÑO ARGUELLO

Trabajo de grado para optar al título de  
Magíster en Ingeniería de Software

Director

Duby Sulay Castellanos, PhD-c

Codirector:

María Clara Gómez Álvarez, PhD

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

Medellín

2025

Dedicado a Dios, por permitirme ser, vivir e iluminarme en los momentos más oscuros de mi vida,  
a doña Modesta,  
a Sofi y a Sebas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis directoras de tesis, por acompañarme, guiarme, por la paciencia tan grande que me tuvieron y por todo el aprendizaje desarrollado en este tiempo.

A las directivas de la Institución Educativa San Pablo, por permitirme desarrollar las actividades necesarias para este trabajo.

## Contenido

RESUMEN .....	3
1. INTRODUCCION .....	4
1.1 Justificación.....	4
1.2 Problema de investigación.....	5
1.3 Hipótesis .....	6
1.4 Pregunta de investigación.....	7
1.5 Objetivos.....	7
1.6 Metodología.....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos.....	9
2.2 Competencias .....	10
2.3 Resolución de Problemas.....	11
2.4 Gamificación .....	13
2.5 Tecnologías 4.0 .....	15
2.6 Estrategia didáctica .....	17
3 ANTECEDENTES .....	19
3.1 Preguntas de investigación .....	19
3.2 Metodologías de enseñanza .....	21
3.3 Competencias .....	22
3.4 Tecnologías 4.0.....	22
3.5 Elementos de gamificación .....	23
3.6 Plataformas de desarrollo.....	24
4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	30
4.1 Evaluación previa .....	31
4.2 Componente curricular .....	32
4.3 Componente didáctico.....	39
4.4 Componente evaluación .....	42
5 VALIDACIÓN.....	46
5.1 Evaluación previa .....	46
5.2 Componente curricular .....	47
5.3 Componente didáctico.....	50
5.4 Componente de evaluación.....	53

5.5	Análisis de resultados. ....	60
6	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	65
7	REFERENCIAS.....	67

## Lista de Figuras

Figura 3-1. Metodologías pedagógicas más usadas.....	21
Figura 3-2. Competencias.....	22
Figura 3-3. Tecnologías 4.0.....	23
Figura 3-4. Elementos de gamificación. ....	24
Figura 3-5. Plataformas de desarrollo. ....	25
Figura 4-1. Componentes de la Estrategia.....	30
Figura 4-2. Puntos y habilidades. ....	40
Figura 5-1. Reto evaluación diagnóstica.....	47
Figura 5-2. Actividades y entregas en ClassDojo.....	51
Figura 5-3. Tabla de clasificación.....	52
Figura 5-4. Sensor de humedad. ....	52
Figura 5-5. Led IoT Blynk. ....	53
Figura 5-6. Promedios individuales por sesión.....	56

## Lista de Tablas.

Tabla 3-1. Preguntas de investigación. ....	19
Tabla 3-2. Criterios selección.....	20
Tabla 3-3.Resultados iniciales y posteriores a la aplicación de los filtros por fuente. ....	20
Tabla 3-4. Artículos RSL. ....	25
Tabla 4-1. Actividades de la evaluación previa.....	31
Tabla 4-2.Componentes guía 30.....	33
Tabla 4-3.Relación OCDE-elementos de competencia- guía 30. ....	34
Tabla 4-4.Adaptación de la propuesta de Melendez y Gómez.....	36
Tabla 4-5. Diseño curricular propuesto. ....	37
Tabla 4-6. Guía S0.....	41
Tabla 4-7.Guía S3.....	41
Tabla 4-8.Modelo de rúbrica para la evaluación. ....	43
Tabla 4-9. RúbricaS3.....	44
Tabla 5-1. Guía S0.....	46
Tabla 5-2. Retos del piloto.....	48
Tabla 5-3. Guía S1.....	49
Tabla 5-4. Situación problema, elementos de competencia y elementos de gamificación. ....	50
Tabla 5-5. Rúbrica S1.....	53
Tabla 5-6. Guía S4.....	54
Tabla 5-7. Rúbrica S4.....	55
Tabla 5-8. Promedios alcanzados en las actividades.....	56
Tabla 5-9. Diferencias entre sesiones.....	57
Tabla 5-10. Diferencia puntajes S4 - S0.....	60
Tabla 5-11. Desvíos respecto a la mediana.....	61
Tabla 5-12. Suma de cuadrados entre grupos.....	62



## RESUMEN

Esta investigación propone y valida una estrategia didáctica basada en gamificación e Internet de las Cosas (IoT) para fortalecer la competencia de resolución de problemas en estudiantes de educación media. La propuesta surge como respuesta a la brecha existente entre las competencias requeridas por la Industria 4.0, así como a las limitaciones de enfoques educativos tradicionales que no logran desarrollar habilidades de pensamiento complejo en los estudiantes.

El diseño metodológico de la estrategia se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPROY) y la Educación Basada en Competencias, integrando tecnologías emergentes y elementos de gamificación para crear un entorno de aprendizaje activo, motivador y contextualizado. La validación de esta propuesta se realizó mediante un piloto con estudiantes de grado décimo de la ciudad de Medellín, quienes participaron en una serie de sesiones en las que debieron resolver situaciones problémicas que representaban retos, en los que debieron aplicar los conocimientos abordados en dichas sesiones.

Los resultados muestran una mejora significativa en el desempeño de los estudiantes en la competencia resolución de problemas, evidenciada en el diseño, implementación y ajuste de prototipos que resolvían las situaciones planteadas en los retos. Las evaluaciones de las sesiones se implementaron mediante rúbricas diseñadas de manera específica para cada situación. La aplicación de una prueba t de Student confirmó que existen diferencias significativas entre los puntajes iniciales y finales de los estudiantes. Estos hallazgos respaldan la efectividad de la estrategia e indican que la integración de ABPROY, IoT y gamificación puede ser una vía prometedora para potenciar competencias clave en el contexto de la educación media.

**Palabras clave:** Resolución de Problemas, Educación Media, Gamificación, Internet de las Cosas, ABP, Educación Basada en Competencias.

## 1. INTRODUCCION

En este capítulo se hace una descripción de los aspectos fundamentales de la investigación, incluyendo la importancia de la misma, el problema abordado, los objetivos de investigación y la pregunta que guía la investigación.

### 1.1 Justificación

Hoy en día, no es suficiente un gran cúmulo de conocimientos en un área específica, para conseguir y mantener el éxito laboral. Los estudiantes necesitan ser entrenados en las llamadas competencias del siglo XXI, tales como solución de problemas, creatividad innovación, entre otras. En la era de la globalización, el aprendizaje basado en problemas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, son básicas y fundamentales en la formación de estudiantes capaces de enfrentar desafíos complejos (Akbar *et al.*, 2020). La resolución de problemas es un proceso que involucra observación y pensamiento crítico, para encontrar una solución apropiada y alcanzar un objetivo deseado (Mehadi, 2019), además está estrechamente vinculada con las habilidades en matemáticas y ciencias, disciplinas cruciales para desarrollar capacidades analíticas transferibles a situaciones reales (Scherer y Beckmann, 2014). Las competencias del siglo XXI no sólo hacen hincapié en el dominio de las principales materias académicas, sino también en los resultados del aprendizaje basados en competencias, para lo cual es esencial que los estudiantes adquieran, además del conocimiento específico y especializado en un campo determinado, las habilidades o competencias que les permitan aplicar tales conocimientos y lograr el cumplimiento de metas en un mundo laboral exigente y en constante cambio (Hernández Menéndez y Morales Menéndez, 2016). La competencia de resolución de problemas es una habilidad básica necesaria hoy en día en cualquier lugar de trabajo (Chatarajupalliet *al.*, 2010), además de influir positivamente en el comportamiento innovador y la capacidad de reconocer oportunidades (J. Y. Kim *et al.*, 2018). Muchos sistemas educativos fallan al momento de explotar el potencial de los estudiantes en lo concerniente a la resolución de

problemas, habilidad especialmente relevante en el éxito educativo y profesional en el siglo XXI, es por tanto necesario desarrollar estrategias para optimizar el desarrollo de esta competencia (Greiff *et al.*, 2014). Muchos expertos aseguran que el foco de la educación debe ser: la capacidad de pensar, el raciocinio y la resolución de problemas (Khoiriyah y Husamah, 2018a; Susiana, 2010), la adquisición de competencias para el trabajo emergente, pensamiento crítico y solución de problemas complejos, competencias digitales laborales, competencias socioemocionales para el trabajo en la Industria 4.0, competencias para el trabajo transdisciplinar, competencias de aprendizaje permanente y competencias lingüísticas (Mendizábal Bermúdez *et al.*, 2021).

## 1.2 Problema de investigación

Los desafíos que plantea esta nueva era requieren que los estudiantes de educación básica y media adquieran habilidades específicas para abordar problemas complejos, tomar decisiones informadas y adaptarse a entornos en constante evolución (Mendizábal Bermúdez *et al.*, 2021; Severino Parra *et al.*, 2019). La implementación de nuevas estrategias resulta necesaria para el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Además, es importante revertir la tendencia en la que los estudiantes ven en la tecnología una forma de resolver problemas técnicos, sin desarrollar un entendimiento pleno y significativo del proceso de resolución de problemas, es decir, no solo se requiere la capacidad de utilizar tecnologías 4.0, sino también la habilidad de hacer uso de estos recursos para resolver problemas (Fonseca Camargo y Ahumada Melendez, 2021). En estudiantes de ciencias de la computación, en general hay una falta de habilidades para la resolución de problemas. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de programación, por ejemplo, los estudiantes pueden comprender la sintaxis y el significado de determinadas sentencias de código en un lenguaje específico, pero no saben cómo combinar estos conocimientos para construir un programa válido (Baboriet *et al.*, 2017a). En conclusión, la actualidad educativa se ve desafiada

por la necesidad imperativa de formar estudiantes capaces de afrontar problemas complejos en un mundo marcado por las demandas de la Industria 4.0. La brecha entre las habilidades requeridas por la industria y los perfiles de los graduados presenta un desafío significativo, evidenciando la urgencia de desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan al sistema educativo satisfacer las demandas del mercado laboral (Meléndez y Gómez, 2008). La rápida evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha impactado profundamente en la educación, haciendo necesario un enfoque que no solo permita el uso de tecnologías 4.0, sino que fomente la capacidad de aplicar estos recursos de manera significativa en la resolución de problemas (González-Pérez *et al.*, 2022).

Hoy en día, el avance de la tecnología y la transformación digital ha traído consigo cambios importantes en la educación, impulsando el uso de metodologías innovadoras que enriquecen el aprendizaje. En este escenario, la gamificación y las tecnologías de la Industria 4.0 se destacan como herramientas esenciales para potenciar las habilidades de los estudiantes. Esta investigación tiene como objetivo analizar el impacto de una estrategia didáctica que combine estos elementos en la educación media, enfocándose en la competencia resolución de problemas. A partir de una pregunta de investigación que indaga cómo esta integración puede fortalecer dicha competencia, se plantean objetivos que incluyen el análisis de estrategias previas, la identificación de los elementos más efectivos, el diseño de una estrategia didáctica y la evaluación de su efectividad en un entorno educativo real. Con esto, se busca contribuir a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de enfoques innovadores que respondan a las necesidades del siglo XXI.

### 1.3 Hipótesis

Una estrategia didáctica que integre gamificación y una tecnología habilitadora de la Industria 4.0, tiene un impacto en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas del ámbito tecnológico, en estudiantes de educación media.

#### 1.4 Pregunta de investigación

¿De qué forma la integración en una estrategia didáctica, basada en gamificación y alguna tecnología habilitadora de la Industria 4.0, puede mejorar la capacidad de resolución de problemas en estudiantes de educación media?

#### 1.5 Objetivos

##### Objetivo general

Desarrollar una estrategia didáctica que integre gamificación y alguna tecnología habilitadora de la Industria 4.0, para el mejoramiento del desempeño en habilidades de resolución de problemas, orientada a estudiantes de educación media.

##### Objetivos específicos

- Analizar las estrategias de enseñanza que conjuguen gamificación y/o una tecnología habilitadora de la Industria 4.0, orientadas al desarrollo de la competencia de resolución de problemas incorporadas en educación media y universitaria.
- Identificar los elementos de gamificación y las tecnologías habilitadoras, que integradas en una estrategia de enseñanza, promuevan la competencia de resolución de problemas.
- Diseñar una estrategia de enseñanza que integre gamificación y alguna tecnología habilitadora de la Industria 4.0 para estudiantes de educación secundaria, orientada al desarrollo de habilidades de resolución de problemas.
- Verificar la efectividad de la estrategia de enseñanza diseñada en un piloto con estudiantes de una institución educativa de Medellín para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas.

## 1.6 Metodología

El cumplimiento de los objetivos de esta investigación, se realizó mediante la adopción de un enfoque metodológico de tipo cuantitativo con diseño cuasiexperimental de carácter aplicado, orientado a evaluar el impacto de una estrategia didáctica basada en gamificación e IoT en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas en estudiantes de educación media. El proceso metodológico se estructuró en las siguientes fases:

- 1) Revisión sistemática de literatura: Se realizó un análisis de estudios previos relacionados con estrategias pedagógicas basadas en gamificación, el (ABPROY) y tecnologías emergentes, con el fin de identificar referentes conceptuales y experiencias similares aplicadas en contextos educativos.
- 2) Diseño de la estrategia didáctica: A partir de los hallazgos de la revisión, se diseñó una propuesta estructurada en cuatro componentes: evaluación previa, componente curricular, componente didáctico y un componente de evaluación. La estrategia se alineó con los lineamientos de la Educación Basada en Competencias (EBC) y la guía curricular nacional (Guía No. 30 del Ministerio de Educación Nacional).
- 3) Implementación piloto: La estrategia fue aplicada en un grupo de estudiantes de grado décimo de una institución educativa en Medellín. Se desarrollaron cinco sesiones progresivas donde los estudiantes enfrentaron retos contextualizados, integrando elementos de IoT y elementos de gamificación.
- 4) Recolección de datos: Las actividades realizadas por los estudiantes se evaluaron mediante rúbricas en cada sesión, además de plataformas digitales (como ClassDojo) para seguimiento de participación y logros.
- 5) Análisis de resultados: Los datos obtenidos fueron analizados mediante herramientas de estadística descriptiva e inferencial. Se aplicó la prueba t de Student para muestras pareadas, con el objetivo de identificar cambios significativos en el desempeño de los estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia.

## 2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo establece los fundamentos de los conceptos principales que sustentan esta investigación, integrando perspectivas pedagógicas, tecnológicas y metodológicas clave para el desarrollo de la estrategia didáctica propuesta. Se abordan teorías y enfoques pedagógicos como el ABPROY, la Educación Basada en Competencias, la gamificación y las tecnologías 4.0, los cuales conforman el soporte teórico de la presente propuesta. Estos referentes no solo permiten comprender las dinámicas actuales del proceso enseñanza-aprendizaje, sino que también evidencian la necesidad de adaptar las prácticas pedagógicas para potenciar las competencias del siglo XXI (4C): Creatividad, Pensamiento Crítico, Colaboración y Comunicación, como ejes fundamentales para la formación integral de los estudiantes a los desafíos del siglo XXI (Mellon *et al.*, 2017). La síntesis de estos constructos orientará el diseño de una estrategia didáctica que articula metodologías activas con tecnologías emergentes, con el fin de potenciar el desarrollo de habilidades complejas.

### 2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos

El ABPROY, es una metodología que permite a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades esenciales para el siglo XXI al enfrentarse a proyectos que abordan problemas del mundo real. Este enfoque, junto con otras metodologías como el aprendizaje basado en tareas o problemas, descubrimientos y retos, forman parte del aprendizaje activo (Trujillo Sáez, 2015). El ABPROY se enfoca en la transmisión de conocimientos significativos, haciendo hincapié en el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y diversas formas de comunicación para abordar la pregunta guía del proyecto y llevar a cabo un trabajo. El ABPROY, junto con el aprendizaje basado en investigación, hacen parte de las estrategias más usadas para la aplicación de conocimientos, seguidas por las estrategias basadas en reflexión que son usadas para favorecer el pensamiento auto sistémico (González-Pérez y Ramírez-Montoya, 2022).

## 2.2 Competencias

La EBC es una metodología que se centra en dotar a los estudiantes de las competencias que exige la industria y los evalúa en función de lo que son capaces de hacer. Según Hernández Menéndez y Morales Menéndez (2016), las competencias contienen tres elementos fundamentales: conocimiento, habilidades y actitudes. Estos componentes se integran para llevar a cabo una tarea específica, que puede ser medible u observable e indica claramente lo que un individuo puede hacer o realizar. Una competencia comprende un conjunto de recursos y talentos que un individuo posee para ejecutar una tarea determinada. Según Hager *et al.* (2002), la competencia es un término ampliamente usado para designar un rango de cualidades (*qualities*) y capacidades (*capacities*) que son consideradas como importantes para la educación, además de habilidades de pensamiento como razonamiento lógico y analítico, solución de problemas y curiosidad intelectual Hager *et al.*, (2002, p. 3). Los autores también señalan que existe una fuerte relación entre el desarrollo de las competencias generales y métodos de enseñanza-aprendizaje como el ABPROY, el aprendizaje reflexivo, el aprendizaje activo y las habilidades para el aprendizaje continuo.

Jiménez González y Robles Zepeda (2016) afirman que las competencias son actuaciones integrales ante situaciones y problemas que se enfrentan en un contexto determinado y que implican una actuación o desempeño responsable, creativo autónomo. El desarrollo de estas competencias debe abordarse con estrategias didácticas que integren procesos de atención, adquisición, personalización, recuperación, transferencia y evaluación de dichas competencias (Jiménez González y Robles Zepeda, 2016, p. 3).

### 2.3 Resolución de Problemas

En la resolución de problemas, uno de los aspectos más importantes es entender y ser capaz de explicar el problema con sus propias palabras, comprender el contexto de dicho problema e identificar plenamente lo que se solicita (Rodríguez *et al.*, 2019). De igual manera, Ismail *et al.* (2017) resaltan que, para formar estudiantes de ingeniería con un alto potencial en el mercado laboral contemporáneo, es imperativo enfatizar los elementos relacionados con el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas.

Pérez y Ramírez (2011), sostienen que la resolución de problemas, es fundamental no solo en el contexto escolar, sino también, para enfrentar situaciones de la vida cotidiana, por lo que ocupa un lugar preponderante en la enseñanza y estimula la creatividad, la inventiva el razonamiento y el análisis.

Por otro lado, Rodríguez (2012) identificó 4 fases fundamentales para la resolución de problemas: comprender el problema, concebir el plan, ejecutar el plan y verificar la solución. Estas fases se describen a continuación.

- Comprender el problema: es fundamental asegurarse de alcanzar una comprensión clara del enunciado, identificando tanto las variables como las incógnitas involucradas. Esta fase también implica la capacidad de reformular el problema con sus propias palabras, interpretando lo que se solicita, así como sus condiciones y restricciones específicas.
- Concebir el plan: en esta etapa se desarrolla el diseño de una solución inicial que permita abordar la resolución del problema. Adicionalmente, en esta fase se realiza la selección de herramientas y procedimientos adecuados para establecer una relación entre los datos conocidos y las incógnitas planteadas, diseñar los pasos necesarios para alcanzar la solución, considerando la aplicación de principios lógicos o técnicos pertinentes al contexto del problema.

- Ejecutar el plan: en esta fase se procede a la aplicación del plan previamente diseñado, además de llevar a cabo los procedimientos establecidos, utilizando de manera adecuada las herramientas y recursos seleccionados. Es fundamental realizar cada paso con precisión, manteniendo la coherencia lógica en el desarrollo de la solución, y verificando el cumplimiento de las condiciones identificadas en el problema.
- Verificar la solución: esta etapa consiste en examinar la validez de los resultados obtenidos y comprobar que la solución satisface las condiciones y restricciones establecidas en el problema, así como verificar que no existan errores en el procedimiento utilizado, además de evaluar si la respuesta tiene sentido dentro del contexto planteado.

Estas fases definen el proceso general de resolución de problemas y servirán como guía para el planteamiento de las actividades y retos a los estudiantes en las diferentes sesiones.

En Colombia, el Ministerio de Educación plantea una educación basada en competencias, con el fin de alcanzar una educación de calidad. La guía de estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas (Ministerio de Educación Nacional, 2006), definen competencias como la capacidad de saber hacer algo en situaciones específicas que demanden la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en su proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias Clave), organización a la cual se ha vinculado Colombia desde 2020, indican que una competencia va más allá de los conocimientos y destrezas, implica la capacidad de enfrentar escenarios complejos apoyándose y movilizand recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular (UE, 2005).

## 2.4 Gamificación

Contreras y Eguia (2018), la describen como un conjunto de principios de diseño, procesos y sistemas, propios de los videojuegos, que pueden ser para influir, involucrar y motivar a individuos, grupos y comunidades para promover comportamientos y conseguir los resultados deseados. Según Molnar (2018), la gamificación busca proporcionar experiencias propias de un juego, en diferentes contextos, con el objetivo de mejorar las experiencias de los usuarios. Bajo esta premisa, los principios propios de la gamificación, aplicados a la educación, pueden ayudar tanto a la motivación de los estudiantes como a mejorar su aprendizaje. Los elementos básicos necesarios para el diseño de un sistema gamificado según (Contreras y Eguia, 2018) son: mecánicas, dinámicas y técnicas.

### Mecánicas

El objetivo de éstas es orientar el comportamiento de los jugadores ante el sistema gamificado. Son las reglas que configuran el juego y generan emociones, aventuras, satisfacción, desafío, y superación. El diseño gamificado debe insertar estos elementos de tal manera que estas emociones no se den de modo abrupto, sino que sirvan como elementos de transición entre espacios, procesos y resultados. Las principales mecánicas usadas en gamificación son:

- Cosecha de ítems: recolección de objetos para ganar recompensas.
- Puntos: es el feedback inmediato y permite asignar valores cuantitativos a las acciones desarrolladas por el jugador.
- Niveles: representa la progresión del jugador a través de la acumulación de experiencias.
- Retos: son desafíos puntuales de una actividad.
- Clasificación: muestra el posicionamiento de los jugadores.
- Premios: se obtienen al superar objetivos.
- Ofrendas: obsequios ofrecidos por el sistema para aumentar la motivación.

## Dinámicas

Son propias de los jugadores al asumir la motivación, inquietudes y deseos para superar las distintas mecánicas de juego propuestas por el sistema gamificado. Algunas de las principales dinámicas son:

- Recompensa: recompensar una acción.
- Estatus: motivación referida al posicionamiento respecto de otros jugadores.
- Logros: superación de metas, retos u objetivos.
- Autoexpresión: identidad propia del estudiante respecto al resto.
- Competición: comparación de resultados con los demás miembros del grupo.

## Técnicas

Las técnicas se basan en un sistema de puntos, insignias y clasificaciones conocido como PBL (por sus iniciales en inglés *Points, Badgets and Leaderboards*).

## Puntos

- Sirven para indicar el grado de consecución de un logro y así crear las clasificaciones.
- Permiten administrar la consecución de recompensas.
- Ofrecen una visión general del grado de cumplimiento de las tareas.

## Insignias

- Representan una forma de jerarquía.
- Hacen parte de una colección o especie más amplia. Esto motiva a la consecución de las demás insignias de una colección.
- Visibilizan la consecución de objetivos, a los demás participantes del juego.

## Tabla de clasificaciones

- Muestra la clasificación de cada jugador o equipo con respecto a los demás.
- Permite monitorizar el avance.

## 2.5 Tecnologías 4.0

Las tecnologías 4.0, también llamadas emergentes o habilitadoras se caracterizan principalmente por la integración de sistemas físicos, digitales y biológicos formando una red inteligente de producción donde los distintos elementos que la conforman interactúan y colaboran entre sí, de maneras inteligentes, autónomas y en tiempo real. Las principales tecnologías 4.0 son: sistemas de integración, máquinas y sistemas autónomos (robótica), internet de las cosas (IoT), *big data*, inteligencia artificial, realidad aumentada y realidad virtual (Basco *et al.*, 2018).

A continuación se definen las tecnologías 4.0 relevantes para el desarrollo de la presente estrategia didáctica

### Internet de las cosas

la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) define IoT como "la infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras" (ITU, 2005).

El IoT facilita la comunicación bidireccional entre máquinas, personas y productos, agilizando la toma de decisiones a partir de la información recolectada por la tecnología. Emplea sensores y actuadores avanzados junto con análisis de big data y computación en la nube para configurar máquinas autónomas y sistemas inteligentes (González *et al.*, 2020).

Kumar y Mallick (2018), proponen una arquitectura IoT basada en cuatro bloques principales:

- Cosas: representan el nivel más básico del ecosistema IoT. Estos dispositivos están compuestos principalmente por sensores que detectan variables del entorno, como temperatura, humedad, movimiento, y actuadores que responden a comandos para realizar acciones físicas, como abrir válvulas encender luces o mover motores. La característica clave

de estas Cosas es la autonomía, ya que recogen datos o ejecutan tareas sin intervención humana directa. Estos elementos son fundamentales para generar información en tiempo real desde el entorno físico.

- Gateways: son dispositivos intermediarios que permiten que las Cosas se comuniquen con redes de mayor alcance o directamente con servicios en la nube. Su función es traducir protocolos y consolidar los datos provenientes de múltiples sensores antes de enviarlos a la red o a la nube. Su papel es crucial para mantener la interoperabilidad entre dispositivos heterogéneos y garantizar la conectividad en entornos IoT complejos.
- Infraestructura de Red: proporciona los canales de comunicación que permiten el envío seguro y confiable de datos desde los *gateways* hacia los servicios de backend (como la nube). Esta infraestructura puede estar basada en tecnologías como Wi-Fi o 5G, dependiendo del caso de uso, el consumo de energía y el alcance. Además, incorpora mecanismos de seguridad, encriptación y autenticación, para proteger la integridad y privacidad de los datos durante su transmisión. Esta capa asegura el flujo continuo de información entre los elementos del sistema.
- Infraestructura en la Nube: representa la capa superior de la arquitectura. Lleva a cabo el almacenamiento masivo, procesamiento de datos y toma de decisiones. Ofrece recursos escalables para ejecutar algoritmos de analítica de datos, inteligencia artificial, aprendizaje automático y visualización. Gracias a esta capa, los usuarios o sistemas pueden acceder a la información recolectada desde cualquier lugar y tomar acciones basadas en conocimientos derivados del análisis de grandes volúmenes de datos (*big data*).

Esta arquitectura se puede agrupar en tres componentes principales, con el fin de permitir una mejor comprensión: las cosas con sensores y actuadores en red (*Things with Networked Sensors and Actuator, TNSA*), los almacenes de información cruda y datos procesados (*Raw Information and Processed Data Storage, RI-PD-S*) y los motores analíticos y de cómputo (*Analytical and Computing Engines, ACE*). Las interacciones de estos componentes siguen, de forma general, un flujo secuencial: los dispositivos (*TNSA*) recogen la información requerida, esta información capturada y se almacena en *RI-PD-S*, y los *ACE* procesan y

analizan la información almacenada, permitiendo enviar retroalimentación o comandos de control de vuelta a *TNSA*.

Aunque existen varias arquitecturas, se presentan modelos clave como la Arquitectura de tres capas y la Arquitectura de cinco capas, las cuales son una de las primeras y más básicas, y se considera una de las más fáciles de implementar (Kumar y Mallick, 2018), y consta de la capa de Percepción, la cual detecta y recolecta información, la capa de Red, que transmite los datos a internet y la capa de Aplicación que interactúa con el usuario.

En caso de aplicaciones robustas, la arquitectura de tres capas no es suficiente, por lo que se desarrolla una de cinco capas que agrega una capa de transporte que transfiere la información y una de procesamiento la cual almacena, analiza y procesa los datos, además de una capa de negocio, representada en la interacción directa con el usuario.

El abordaje de un proyecto práctico de IoT basado en estas arquitecturas por capas, permite a los estudiantes aplicar las fases de la resolución de problemas, desde comprender el problema (identificando qué detectar o medir en la capa de percepción/componente *TNSA*), pasando por concebir el plan (diseñando cómo los datos se moverán a través de las capas de Red/Transporte y se procesarán en la capa de Procesamiento/componentes *RI-PD-S* y *ACE*), ejecutar el plan (implementando o simulando la interacción de los componentes en las distintas capas) y verificar la solución (evaluando si el sistema detecta ,transmite, procesa y actúa según lo esperado).

## 2.6 Estrategia didáctica

Las estrategias didácticas son un conjunto de acciones que se realizan de manera consciente, voluntaria e intencional, con el fin de que el aprendizaje tenga un carácter significativo. Estas estrategias son procesos encomendados y orientados por el docente, y que el estudiante ejecuta con el objetivo de adquirir, relacionar, retener y recuperar información, procurando la eficacia del aprendizaje (Camargo Zamata, 2018).

Las estrategias didácticas, especialmente aquellas basadas en la indagación y uso de tecnologías, contribuyen al desarrollo de habilidades, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas en los estudiantes de educación media (Zárate-Moedano *et al.*, 2022). Adicionalmente, la implementación de estrategias didácticas contextualizadas y el aprovechamiento de recursos tecnológicos y digitales son esenciales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la educación media (Ávalos Dávila, 2016).

Feo Mora (2010), propone los siguientes pasos para el diseño de estrategias didácticas, los cuales se reflejan a través de los componentes que definen la estrategia didáctica, objeto de este trabajo de investigación:

- Definición clara de Objetivos y/o Competencias que guían el proceso de aprendizaje, que, en el caso de la estrategia didáctica propuesta, se refiere a la competencia resolución de problemas.
- Selección de Contenidos: En la estrategia didáctica propuesta estarán definidos en el componente curricular.
- Secuencia Didáctica (inicio, desarrollo, cierre, evaluación): La secuencia didáctica corresponde a los elementos definidos en el componente didáctico de la estrategia propuesta, incluyen la gamificación y las situaciones y actividades propuestas a los estudiantes.
- Recursos y Medios instruccionales pertinentes: Los recursos y medios materiales usados corresponden a las plataformas de desarrollo, plataformas IoT y cualquier recurso físico o digital empleado en el desarrollo de las sesiones de clase.
- Estrategias de Evaluación: Las estrategias de evaluación están implementadas en el componente de evaluación de la estrategia, el cual será aplicado de forma continua en cada sesión de clase.

### 3 ANTECEDENTES

El desarrollo de esta investigación implicó una revisión sistemática de literatura con el objetivo de identificar las estrategias pedagógicas más utilizadas para el desarrollo de la competencia resolución de problemas, así como las metodologías activas y tecnologías habilitadoras que contribuyen al desarrollo de dicha competencia.

#### 3.1 Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación, mostradas en la Tabla 3-1, que guiaron la revisión de literatura apuntan a metodologías de enseñanza, las competencias, tecnologías habilitadoras, elementos de gamificación y plataformas de desarrollo. Específicamente las preguntas para cada uno de estos aspectos fueron:

*Tabla 3-1. Preguntas de investigación.*

Pregunta	Texto
P1	¿Qué metodologías de enseñanza han demostrado ser más efectivas para fomentar la competencia de resolución de problemas en estudiantes de educación media?
P2	¿Cuáles son las competencias más frecuentemente desarrolladas a través de estrategias pedagógicas que integran tecnologías emergentes y metodologías activas?
P3	¿Qué tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, especialmente el Internet de las Cosas (IoT), se han implementado en contextos educativos, y con qué resultados en el aprendizaje?
P4	¿Qué elementos de gamificación se utilizan con mayor frecuencia en estrategias de enseñanza, y cómo contribuyen al desarrollo de competencias como la resolución de problemas y la motivación estudiantil?
P5	¿Qué plataformas de desarrollo (hardware y software) se emplean comúnmente en experiencias educativas mediadas por tecnologías 4.0, y cuál es su grado de accesibilidad y pertinencia en entornos escolares?

La búsqueda de artículos se realizó mediante una cadena que incorpora términos claves como resolución de problemas, gamificación, educación/enseñanza, competencia y educación media, la cual se muestra a continuación:

**("All Metadata":"Secondary School" OR "All Metadata":"High School" OR "All Metadata":"Middle School") AND ("All Metadata":problem solving) AND ("All Metadata":gamification) AND ("All Metadata":learning) AND ("All Metadata":skills)**

Los resultados se sometieron a un proceso de filtrado bajo criterios de selección como fecha de publicación, relación con la competencia de interés, idioma de publicación, nivel educativo de aplicación, uso de metodologías activas, gamificación y tecnologías 4.0. En la Tabla 3-2, se muestran estos criterios de selección, junto con sus valores posibles. La búsqueda se realizó en bases de datos reconocidas tales como IEEE, Springer, ScienceDirect y ACM.

*Tabla 3-2. Criterios selección.*

Criterios Inclusión/exclusión	
Criterios	Valores posibles
Idioma	Español / Ingles
Apuntan al ámbito educativo	Si/No
Apunta a resolución de problemas	Si/No
Metodologías activas	Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas
Gamificación	Incluye elementos de gamificación Si/No
Tecnologías 4.0	IoT / Robótica
Fecha de publicación	Posteriores 2015

Los resultados obtenidos al implementarla cadena de búsqueda y los criterios de selección mencionados, se resumen en la Tabla 3-3, donde, después de obtener un resultado inicial se realizó un filtrado basado en la fecha de publicación y posteriormente que efectivamente pertenecieran al ámbito educativo, obteniendo finalmente los resultados de la última columna.

*Tabla 3-3. Resultados iniciales y posteriores a la aplicación de los filtros por fuente.*

Fuente	Resultado inicial	Artículos publicados después de 2015	Ámbito Educativo
IEEE	5	5	5
ACM	629	218	42
Springer	2089	712	56
ScienceDirect	122	122	23
Total	2845	2857	126

A continuación, se presenta un análisis de los hallazgos basados en las preguntas de investigación, los cuales sirven como base para el diseño de la estrategia didáctica desarrollada en el capítulo siguiente.

### 3.2 Metodologías de enseñanza

Frente a la pregunta P1, ¿Qué metodologías de enseñanza han demostrado ser más efectivas para fomentar la competencia de resolución de problemas en estudiantes de educación media y superior?

Los estudios destacan la efectividad de enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, particularmente el ABPROY. Según los datos recopilados y resumidos en la Figura 3-1, la metodología de enseñanza predominante es el ABPROY, con aparición en 14 de los 18 artículos revisados. Esta metodología fomenta la participación activa de los estudiantes, promueve el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo (AzizHussin, 2018). A continuación, aparece el aprendizaje basado en problemas, con un 9 de apariciones en dichos artículos. Estas metodologías se enfocan en la resolución de situaciones reales, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.

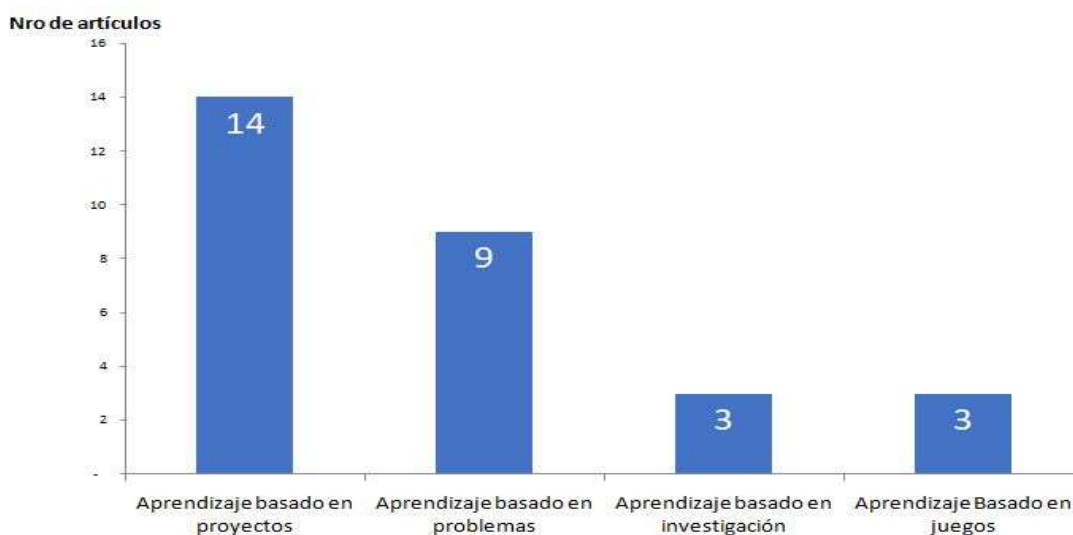


Figura 3-1. Metodologías pedagógicas más usadas.

### 3.3 Competencias

Frente a la pregunta P2, ¿Cuáles son las competencias más frecuentemente desarrolladas a través de estrategias pedagógicas que integran tecnologías emergentes y metodologías activas?

La competencia de resolución de problemas fue la más recurrente, al ser promovida en 17 de los 18 estudios analizados. Le siguen el trabajo en con 10, el pensamiento computacional y pensamiento crítico con 6, la motivación con 5 y el pensamiento creativo con 3. El análisis de estos artículos revela la existencia de una relación entre enfoques pedagógicos basados en proyectos, que centran el aprendizaje en la actividad del estudiante, y las competencias necesarias para el desarrollo intelectual de ellos (ver Figura 3-2).

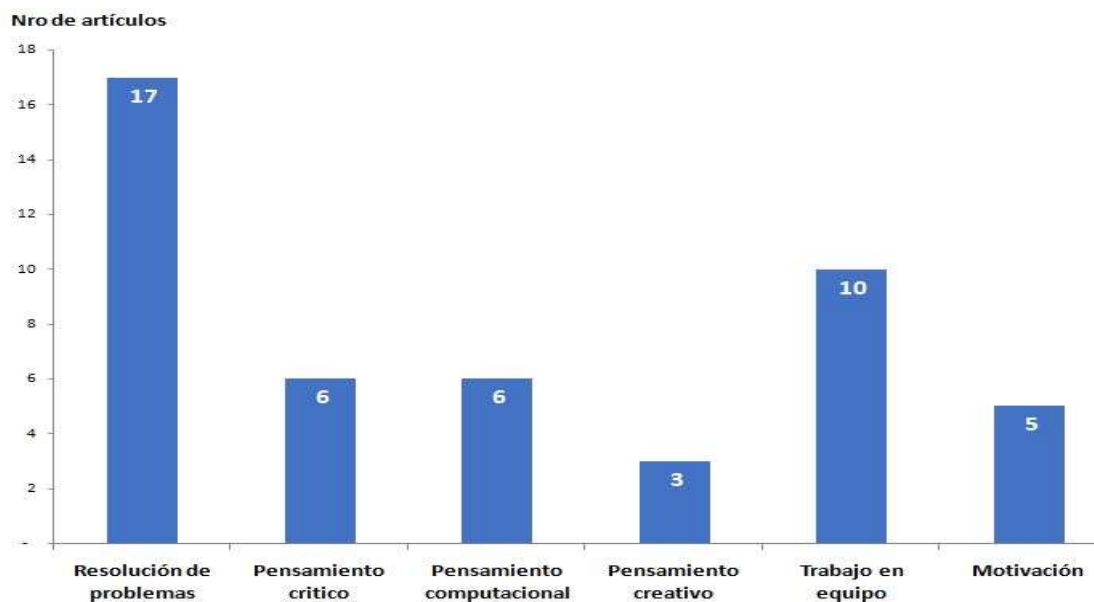


Figura 3-2. Competencias

### 3.4 Tecnologías 4.0

Frente a la pregunta P3, ¿Qué tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, especialmente el Internet de las Cosas (IoT), se han implementado en contextos educativos, y con qué resultados en el aprendizaje?

Los trabajos analizados muestran además el uso recurrente de tecnologías 4.0, como se observa en la Figura 3-3, particularmente IoT se destaca como la alternativa más usada con una participación en 14 de los 18 trabajos de apariciones en los estudios analizados y pertinente a nivel escolar, dados los costos accesibles, su relación con las demás tecnologías 4.0 y la combinación entre hardware y software para el desarrollo de prototipos (Cuchillac, 2023). Por otra parte, tecnologías como la robótica educativa con 6 y la programación 2, también son utilizadas para el ámbito educativo y proporcionan un ambiente donde los estudiantes se involucran activamente en la conceptualización, diseño e implementación de solución a situaciones realistas.

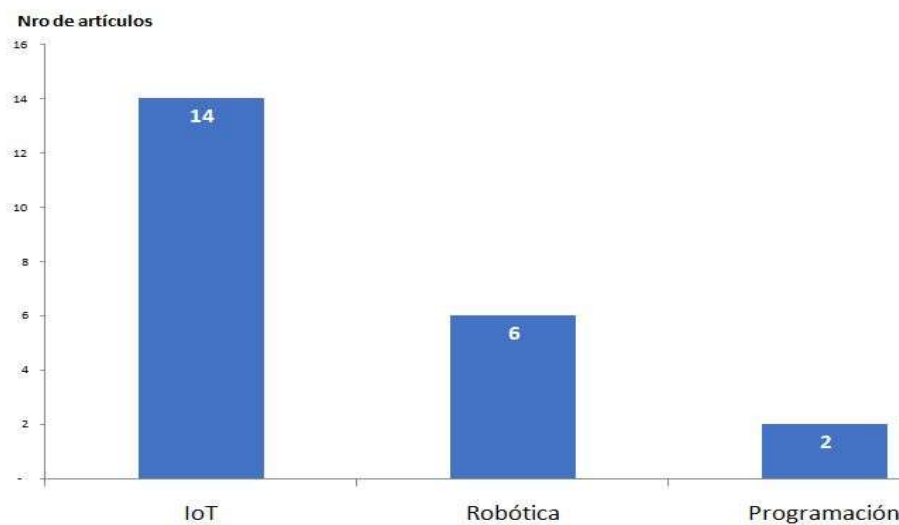


Figura 3-3. Tecnologías 4.0

### 3.5 Elementos de gamificación

Frente a la pregunta P4, ¿Qué elementos de gamificación se utilizan con mayor frecuencia en estrategias de enseñanza, y cómo contribuyen al desarrollo de competencias como la resolución de problemas y la motivación estudiantil?

Un análisis del uso de gamificación en los diferentes estudios reveló que en 12 de los artículos reporta la implementación de retos o misiones los cuales permiten ir desarrollando la temática al relacionarlo con niveles en el juego. La narrativa, con 8 de los estudios, guía el desarrollo de todo el proyecto mediante el planteamiento del contexto de la situación

problémica. Los puntos o recompensas aparecen en 8 de los estudios analizados, estos incentivan el compromiso y participación de los estudiantes al permitir crear una tabla de clasificación, elemento encontrado en 4 de los estudios analizados (ver Figura 3-4). Todos estos elementos de gamificación implementados de manera combinada estimulan la motivación intrínseca de los estudiantes, promoviendo, además, la resolución de problemas de manera creativa y colaborativa (Subhash y Cudney, 2018). Además del uso de avatares, que promueven el sentido de identificación y participación a lo largo de las sesiones.

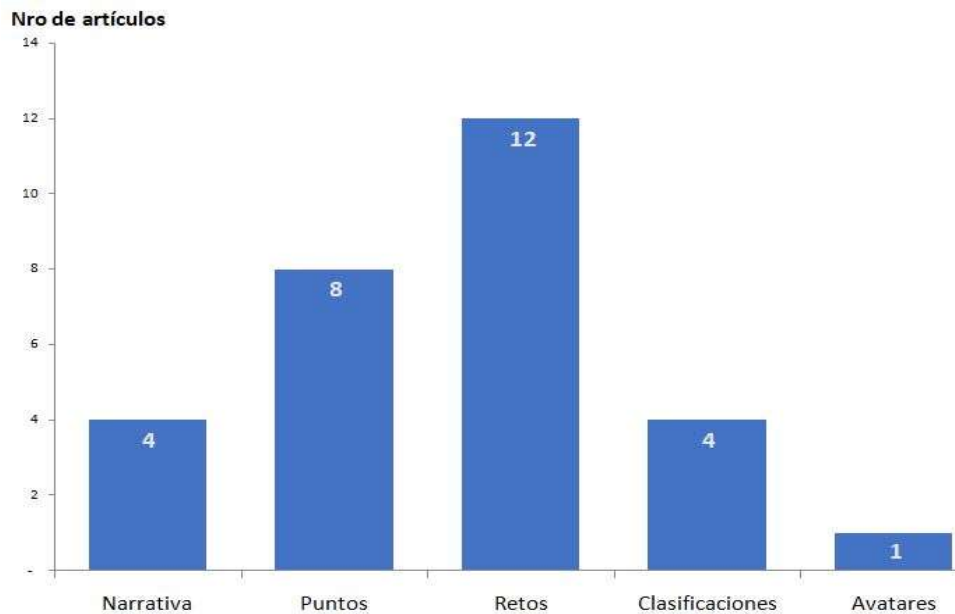


Figura 3-4. Elementos de gamificación.

### 3.6 Plataformas de desarrollo

Frente a la pregunta P5, ¿Qué plataformas de desarrollo (*hardware* y *software*) se emplean comúnmente en experiencias educativas mediadas por tecnologías 4.0, y cuál es su grado de accesibilidad y pertinencia en entornos escolares?

Las plataformas de desarrollo más utilizadas en los artículos analizados son *Arduino*, con 8 apariciones; *RaspBerry* con 6 apariciones y *Esp8266* con 3, como se puede observar en la Figura 3-5, dado que permiten el desarrollo de prototipos para la resolución de situaciones realistas, de allí también la recurrencia de prácticas de laboratorio con kits IoT y las

plataformas ya mencionadas. En la propuesta desarrollada, se optó por la placa *ESP32*, una evolución del *ESP8266*, que ofrece conectividad *WiFi/Bluetooth* y es compatible con entornos como *ArduinoIDE* y *Blynk*, lo cual se ajusta a los objetivos pedagógicos y técnicos del proyecto.

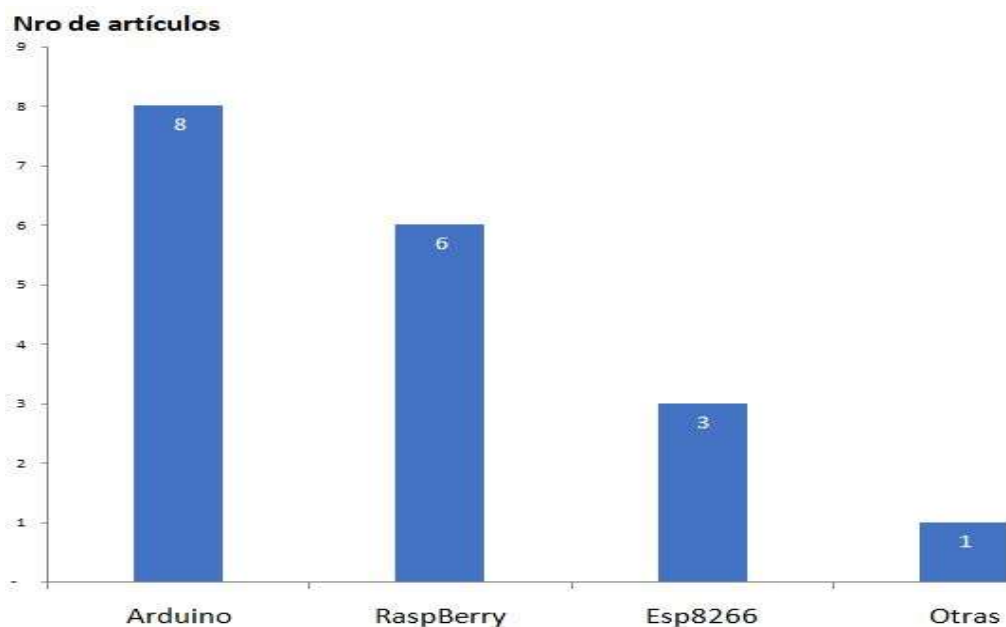


Figura 3-5. Plataformas de desarrollo.

Finalmente, al hacer una lectura de los resúmenes y/o introducción de los artículos, se seleccionaron los 18 artículos mostrados en la Tabla 3-4, donde se observa información de cada artículo como el título y su referencia, la estrategia de enseñanza usada, las competencias abordadas, el aporte principal o conclusiones más relevantes y la edad de la población involucrada en dicho estudio.

Tabla 3-4. Artículos RSL.

Artículo	Referencia	Estrategia	Competencia	Aporte	Población
How do we teach Emerging Technologies in K-9	(Tamashiro, 2021)	Construccionismo, diseño de ficción	Pensamiento crítico, solución de problemas, trabajo en equipo	El proyecto busca enseñar tecnologías emergentes a estudiantes a través de enfoques de construccionismo y ficción de diseño	14-16

Artículo	Referencia	Estrategia	Competencia	Aporte	Población
A gamification-based approach for learning IoT	(Escobar, 2020)	Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje combinado, aprendizaje adaptativo	Motivación, trabajo en equipo, trabajo autónomo.	Uso de plataforma IoT para usuarios novatos) El estudio demuestra que los elementos gamificados pueden mejorar el conocimiento de IoT y TI	Población variada, desde jóvenes hasta los adultos jóvenes.
IoT Based Educational Model for Better Teaching-learning Environment	(Shaurya <i>et al.</i> , 2020)		Pensamiento crítico, Comunicación y colaboración, Autogestión y autonomía, Creatividad e innovación	Desarrolla habilidades de comunicación efectiva y fomenta el aprendizaje social y pensamiento crítico al desafiar y reflexionar sobre ideas. La flexibilidad temporal y espacial favorece la participación.	Estudiantes de nivel básica y superior
IoT-Poly: An IoT Security Game Practice Tool for Learners Motivation and Skills Acquisition	(Omiya <i>et al.</i> , 2019)	Diseño instruccional	Motivación, comunicación, seguridad cibernética, evaluación de riesgos informáticos	Propone una nueva herramienta de juego de ciberseguridad, basado en modelos de diseño instruccional	Estudiantes de distintos niveles y profesionales.
Problem-based learning: creative thinking skills, problem-solving skills, and learning outcome of seventh grade students	(Khoiriyah y Husamah, 2018b)	Aprendizaje Basado en Problemas.	Pensamiento creativo, resolución de problemas y resultados de aprendizaje.	Mejora en las habilidades de pensamiento. Desarrollo de estrategias de resolución de problemas.	Estudiantes de 7º grado
Proposal of IoT based Learning Material and its Management System for Primary/Secondary Education	(Todorikiet <i>al.</i> , 2019)	Aprendizaje basado en IoT.	Aprendizaje autónomo, aprendizaje mixto o combinado.	Propuesta de una arquitectura que permite la implementación de un sistema basado en la nube, para el uso de IoT como herramienta de enseñanza.	Estudiantes de primaria y secundaria
Sucre4Stem: proyectos colaborativos mediante dispositivos IoT para el alumnado de secundaria y preuniversitario	(Trilles <i>et al.</i> , 2022)	Pensamiento computacional y habilidades de programación	Aprendizaje basado en problemas, retos, proyectos colaborativos	Promoción e integración de la vocación científica, pensamiento computacional y habilidades de programación. Desarrollo de una plataforma que permite programar arduinos y controlarlo de forma remota desde un sitio web.	Secundaria y Preuniversitarios

Artículo	Referencia	Estrategia	Competencia	Aporte	Población
Teaching IoT Using Raspberry Pi Based RC-Car	(Bistak <i>et al.</i> , 2020)	Aprendizaje basado en proyectos.	Trabajo en equipo, solución de problemas.	Desarrollo de un curso de IoT, prototipos que pueden ser controlados de manera remota a través de la web o conducirse de manera autónoma.	Secundaria
The Exploration of Applying Gamification to Mobile Learning Concept in the Field of Education	(Jin y Yu, 2021)	Aprendizaje basado en juego, aprendizaje autónomo, aprendizaje mixto centrado en el estudiante.	Motivación, autoaprendizaje, trabajo en equipo	Desarrollo de una plataforma para el aprendizaje interactivo, mediante el uso de gamificación.	Preuniversitarios y universitarios.
Using problem-based learning environment to enhance algorithmic problem-solving skill.	(Baboriet <i>al.</i> , 2017b)	Aprendizaje basado en problemas	Resolución de problemas algorítmicos, pensamiento computacional.	El artículo propone un enfoque progresivo que utiliza problemas del mundo real para potenciar la motivación y el aprendizaje de algoritmos en estudiantes	18-20
An Immersive Week for Undergraduate Engineering Students for Developing IoT Competencies A Case Study at Tecnológico De Monterrey in Mexico	(Crespo <i>et al.</i> , 2019)	Aprendizaje basado en proyectos	Resolución de problemas, trabajo colaborativo.	Desarrollo de una metodología de una semana inmersiva para introducir a los estudiantes en los conceptos básicos de IoT, desarrollando prototipos que se conectan mediante el protocolo <i>LoRaWAN (low power wide area network)</i> .	Universitarios
A Short-Term Course of STEAM Education through IoT Exercises for High School Students	(Otaet <i>al.</i> , 2020)	Aprendizaje basado en proyectos/problemas	Resolución de problemas	Curso corto de STEAM incluyendo conceptos básicos de IoT y robótica.	Secundaria
Teaching Cyber Physical System Co-design: IoT on an FPGA Approach	(Y. S. Kim, 2020)	Aprendizaje basado en proyectos/problemas, aprendizaje activo.	Resolución de problemas, aprendizaje reflexivo.	Desarrollo de un curso de CPS ( <i>Cyber Physical System</i> ), basado en IoT. Solución de situaciones mediante la implementación de clases guiadas y laboratorios	Secundaria

Artículo	Referencia	Estrategia	Competencia	Aporte	Población
Boosting high school students' learning experience from a block-implemented Internet of Things experimentation	(Viana <i>et al.</i> , 2021)	Aprendizaje basado en proyectos/problemas	razonamiento lógico, creatividad, trabajo en equipo	Desarrollo de proyectos de servicio en el que estudiantes de secundaria, sin conocimientos previos en electrónica o programación, participaron en la creación de una "SmartHome" controlada por Internet. El objetivo era mejorar sus habilidades de razonamiento lógico.	16-19 años
Smart Campus as a learning platform for Industry 4.0 and IoT ready students in higher education	(Yamao y Lescano, 2020)	Aprendizaje basado en proyectos/problemas	Pensamiento creativo y motivación	Un curso de IoT, que además abraza los temas previos como plataformas hardware, programación, protocolos de internet y almacenamiento en la nube.	Secundaria, universitarios
Applying Gamification to Motivate Students to Write High-quality Code in Programming Assignments.	(Kasahara, Sakamoto, Washizaki, & Fukazawa, 2019))	Diseño de un sistema gamificado motiva a escribir código de alta calidad en asignaciones de programación.	Pensamiento computacional	Aumenta la motivación intrínseca de los estudiantes, mejorando la calidad del código entregado y fomenta buenas prácticas de desarrollo desde etapas tempranas del aprendizaje.	12 – 18 años
Designing IoT applications in lower secondary schools	(Mavroudi <i>et al.</i> , 2018)	Aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en experimentos.	Resolución de problemas, Aprendizaje autónomo.	Taller de introducción a conceptos de IoT, poniendo especial atención en las "smartcities", mediante el diseño de aplicaciones IoT.	Secundaria 14-15 años
Low-Cost Educational Robotics Car Promotes STEM Learning and 21st Century Skills	(Ong y Ling, 2020)	Aprendizaje basado en problemas y Aprendizaje Basado en investigación	Comunicación, creatividad, pensamiento crítico, pensamiento computacional.	Fomento de resolución de problemas y habilidades del siglo 21 mediante un enfoque STEM.	Estudiantes de secundaria

La revisión de estos antecedentes revela que la enseñanza de competencias clave, como la resolución de problemas y el pensamiento crítico, se ve potenciada por el uso de metodologías activas, como el ABPROY y Aprendizaje Basado en Problemas en combinación con tecnologías 4.0 como IoT y robótica. La gamificación, por su parte, se constituye en una herramienta poderosa para incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

La presente investigación se alinea con las tendencias identificadas, proponiendo una integración de enfoques pedagógicos activos, gamificación y tecnologías 4.0 para fomentar el desarrollo de competencias como resolución de problemas mediante estrategias activas y constructivistas con un fuerte énfasis en práctica.

## 4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se aborda el desarrollo de la estrategia didáctica propuesta, la cual está conformada por cuatro componentes, que, en conjunto, buscan lograr el mejoramiento del desempeño en la competencia resolución de problemas en estudiantes de educación media. Teniendo en cuenta los elementos identificados en la revisión de antecedentes, a nivel de gamificación, como narrativas, retos, puntos y *badges*, así como a nivel de metodologías de enseñanza activas como el ABPROY y tecnologías 4.0 como IoT, se propone una estrategia compuesta por un componente de evaluación previa, que permita establecer una medición inicial del desempeño en resolución de problemas de los estudiantes; un componente curricular, que comprende los temas y conceptos específicos seleccionados para trabajar en las sesiones de clase. Este componente curricular se implementó través de un componente didáctico, apoyado en los elementos de gamificación antes mencionados. Adicionalmente, la estrategia incluye un componente de evaluación, que permite medir en cada sesión, el progreso de los estudiantes en la competencia resolución de problemas. A continuación, se explicará más detalladamente cada uno de los componentes incluidos en la estrategia didáctica mostrados en la Figura 4-1. Componentes de la Estrategia

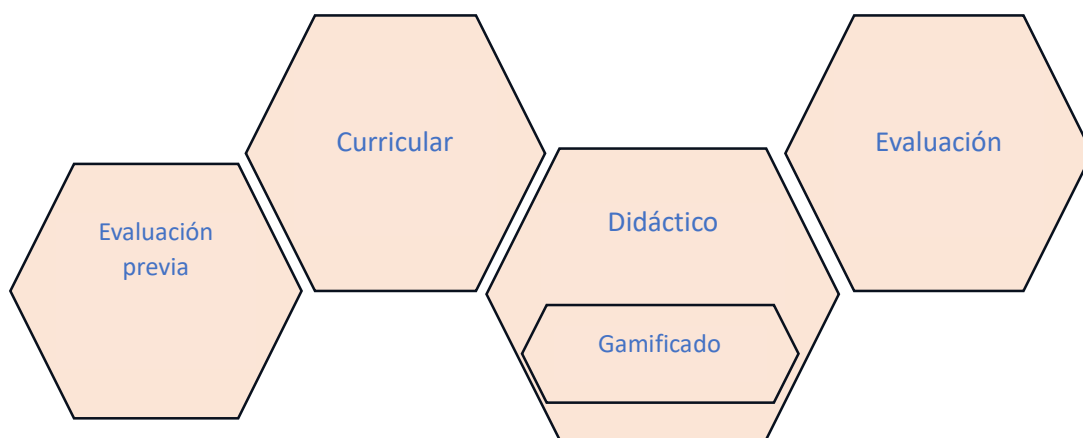


Figura 4-1. Componentes de la Estrategia

#### 4.1 Evaluación previa

En este componente se busca establecer el nivel de competencia inicial de los estudiantes en resolución de problemas, antes de la aplicación de la estrategia didáctica planteada en este capítulo para luego comparar el efecto obtenido debido a su aplicación. Esta evaluación previa se alinea con los principios de la educación basada en competencias, la cual se centra en proveer a los estudiantes de las competencias que exigen las industrias y los evalúa en función de lo que son capaces de hacer (Hernández Menéndez y Morales Menéndez, 2016). De igual manera, Hager *et al.* (2002), señalan que la competencia designa un rango de cualidades y capacidades fundamentales para la educación, entre las cuales se encuentra la resolución de problemas. En la Tabla 4-1, se describen dos ejemplos de actividades que pueden implementarse para realizar una evaluación inicial con el objeto de conocer el estado de la competencia resolución de problemas en los estudiantes.

*Tabla 4-1. Actividades de la evaluación previa.*

<p>El Puente de Papel:</p> <p>Dada una cantidad limitada de hojas de papel (de un gramaje estándar, por ejemplo, folio A4) y cinta, construyan un puente que pueda 30 centímetros entre dos soportes (dos libros o mesas) y soportar el peso de un pequeño objeto (monedas, lápices, borradores) en el centro durante al menos 10 segundos</p>
<p>Evaluación</p>
<p>Comprensión del problema: Observa cómo los estudiantes interpretan los requisitos (distancia, materiales, peso, tiempo). ¿Preguntan para aclarar dudas? ¿Identifican las limitaciones de los materiales?</p> <p>Concepción del plan: Evalúa las diferentes estrategias que proponen para construir el puente (plegado, enrollado, estructuras tubulares, etc.). ¿Justifican sus elecciones? ¿Consideran la resistencia y el peso?</p> <p>Ejecución del plan: Observa cómo trabajan con los materiales, si siguen su plan inicial o lo modifican ante dificultades (estabilidad, el puente se dobla,). ¿Colaboran eficazmente si trabajan en grupo?</p> <p>Verificación de la solución: Evalúa si el puente logra cubrir la distancia y soportar el peso de las monedas durante el tiempo requerido. ¿Analizan por qué su puente funcionó o falló? ¿Proponen posibles mejoras para hacerlo más resistente o ligero?</p>
<p>Actividad: El Mensaje Secreto y el Rompecabezas Oculto</p> <p>Problema (Parte 1: Descifrado del Mensaje): Al igual que en la actividad original, se le presenta a los estudiantes un mensaje corto cifrado utilizando un método de cifrado simple, como un cifrado por</p>

desplazamiento. Junto con el mensaje cifrado, se les proporciona la clave del cifrado. Su primera tarea sigue siendo descifrar el mensaje secreto para descubrir su contenido.

Problema (Parte 2: Ensamblaje del Rompecabezas): Una vez que el mensaje ha sido descifrado, su contenido proporcionará las instrucciones o las claves necesarias para armar un rompecabezas sencillo. Este rompecabezas podría ser físico (piezas de cartón) o incluso visual (identificar el orden correcto de una secuencia de imágenes).

#### Evaluación

Comprensión del problema (Parte 1): ¿Entienden el objetivo de descifrar el mensaje y la información dada?  
 Concepción del plan (Parte 1): ¿Desarrollan una estrategia lógica para descifrar el mensaje?  
 Ejecución del plan (Parte 1): ¿Aplican la clave correctamente y descifran el mensaje con precisión?  
 Verificación de la solución (Parte 1): ¿El mensaje descifrado tiene sentido y parece correcto?  
 Comprensión del problema (Parte 2): ¿Entienden que el mensaje descifrado contiene las instrucciones para el rompecabezas? ¿Identifican cómo la información del mensaje se relaciona con las piezas del rompecabezas?  
 Concepción del plan (Parte 2): ¿Planifican cómo van a utilizar la información del mensaje para encontrar y colocar las piezas del rompecabezas? ¿Consideran diferentes interpretaciones de las instrucciones si las hay?  
 Ejecución del plan (Parte 2): ¿Siguen las instrucciones del mensaje para ensamblar el rompecabezas? ¿Son sistemáticos en su intento? ¿Se adaptan si una pieza no encaja donde esperaban?  
 Verificación de la solución (Parte 2): ¿Logran armar el rompecabezas correctamente siguiendo las indicaciones del mensaje? ¿La imagen o palabra clave resultante (si aplica) es la esperada? ¿Reflexionan sobre cómo el mensaje les ayudó a resolver el rompecabezas?

En la tabla Tabla 4-8, de este capítulo, se muestra una rúbrica de ejemplo que puede ser usada para la evaluación de esta actividad. En dicha rúbrica están plasmados criterios de evaluación basados en las preguntas mostradas en la sección evaluación de la anterior tabla.

## 4.2 Componente curricular

En este componente se definen los temas y contenidos específicos que serán abordados a lo largo de las distintas sesiones, los cuales están alineados con el grado y nivel de enseñanza definido para la estrategia. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, brinda las orientaciones generales curriculares para la enseñanza del área de tecnología e informática en el documento “Guía No. 30 Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo!” (Ministerio de Educación Nacional, 2008), dicha guía se estructura

mediante los cuatro componentes mostrados en la Tabla 4-2, y a su vez sirve de soporte a los planes de estudios del área de tecnología. Cada componente apunta a una competencia y una serie de desempeños relacionados a la competencia trabajada.

El componente “solución de problemas con tecnología” de esta guía, menciona elementos tales como 1) identificación, 2) formulación, 3) solución, 4) diseño y 5) evaluación, todos ellos apuntando a la competencia resolución de problemas y buscando, bajo ciertas condiciones y restricciones específicas, dar respuesta o solución a dichos problemas. También afirma que el diseño de soluciones involucra procesos de pensamiento como anticipación, generación de preguntas, detección de necesidades, búsqueda y planteamiento de soluciones y su evaluación.

*Tabla 4-2. Componentes guía 30.*

Componente	Definición
Naturaleza y evolución de la tecnología	Se refiere a las características y objetivos de la tecnología, a sus conceptos fundamentales (sistema, componente, estructura, función, recurso, optimización, proceso, etc.), a sus relaciones con otras disciplinas y al reconocimiento de su evolución a través de la historia y la cultura.
Apropiación y uso	Se trata de la utilización adecuada, pertinente y crítica de la tecnología (artefactos, productos, procesos y sistemas) con el fin de optimizar, aumentar la productividad, facilitar la realización de diferentes tareas y potenciar los procesos de aprendizaje, entre otros.
Solución de problemas con tecnología	Se refiere al manejo de estrategias en y para la identificación, formulación y solución de problemas con tecnología, así como para la jerarquización y comunicación de ideas. Comprende estrategias que van desde la detección de fallas y necesidades, hasta llegar al diseño y a su evaluación. Utiliza niveles crecientes de complejidad según el grupo de grados de que se trate.
Tecnología y sociedad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología, en términos de sensibilización social y ambiental, curiosidad, cooperación, trabajo en equipo, apertura intelectual, búsqueda, manejo de información y deseo de informarse.</li> <li>2) La valoración social que el estudiante hace de la tecnología para reconocer el potencial de los recursos, la evaluación de los procesos y el análisis de sus impactos (sociales, ambientales y culturales) así como sus causas y consecuencias.</li> <li>3) La participación social que involucra temas como la ética y responsabilidad social, la comunicación, la interacción social, las propuestas de soluciones y la participación, entre otras.</li> </ol>

La estrategia didáctica propuesta toma en cuenta los elementos de esta guía para la competencia solución de problemas y adicionalmente considera, los elementos básicos de la resolución de problemas, definidos por la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico (OECD, 2013), así: 1) explorar y comprender; 2) representar y formular; 3) planificar y ejecutar; 4) controlar y reflexionar, los cuales se corresponden con los componentes curriculares de la competencia resolución de problemas definida en la guía 30. En la Tabla 4-3 se establece la relación existente entre los elementos de competencia definidos por la OCDE, los elementos de competencia establecidos en la guía 30 del Ministerio de Educación Nacional y los elementos de la competencia resolución de problemas considerados por Rodríguez (2012).

*Tabla 4-3. Relación OCDE-elementos de competencia- guía 30.*

Componente: Solución de problemas con tecnología.		
Competencia: Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.		
Elemento Básicos Resolución de Problemas (OECD, 2013)	Rodríguez (2012)	Desempeños (objetivos de aprendizaje) (Ministerio de Educación Nacional, 2008)
Explorar y comprender	Definir claramente el problema y sus características.	Identifico las condiciones, especificaciones y restricciones de diseño, utilizadas en una solución tecnológica y puedo verificar su cumplimiento. Evalúo y selecciono con argumentos mis propuestas y decisiones en torno a un diseño.
Representar y formular	Análisis y Comprensión	Interpreto y represento ideas sobre diseños, innovaciones o protocolos de experimentos mediante el uso de registros, textos, diagramas, figuras, planos constructivos, maquetas, modelos y prototipos, empleando para ello (cuando sea posible) herramientas informáticas. Utilizo herramientas y equipos en la construcción de modelos, maquetas o prototipos, aplicando normas de seguridad.
Planificar y ejecutar	Generación de Alternativas	Propongo soluciones tecnológicas en condiciones de incertidumbre. Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos (como respuesta a necesidades o problemas), teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas.
Optimizar y reflexionar	Evaluación y Selección de Soluciones	Optimizo soluciones tecnológicas a través de estrategias de innovación, investigación, desarrollo y experimentación, y argumento los criterios y la ponderación de los factores utilizados.

El diseño curricular propuesto, aborda la competencia resolución de problemas alineándose con el componente solución de problemas con tecnología, que se refiere al manejo de estrategias para la identificación, formulación y solución de problemas con tecnología,

definido en las Orientaciones Generales para la Educación en Tecnología (Ministerio de Educación Nacional, 2008, p. 14). El diseño curricular propuesto está formado por competencias, contenidos y actividades encaminadas al desarrollo de la competencia resolución de problemas. El módulo está estructurado en niveles ascendentes de complejidad y combina el aprendizaje de conceptos fundamentales de electrónica, programación de sistemas y la implementación de prototipos IoT. La estrategia didáctica se basa en el ABPROY y gamificación, permitiendo a los estudiantes enfrentar desafíos progresivos y aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones problemáticas realistas.

El diseño curricular de esta estrategia de enseñanza se basa en el expuesto por Meléndez y Gómez (2008), el cual propone una enseñanza por competencias y una metodología de aprendizaje basado en proyectos y proponen un diseño curricular que establece 5 elementos: diagnóstico, propósito de la planificación, selección de estrategias, herramientas y evaluación. Los elementos del diseño curricular propuesto por Meléndez y Gómez se corresponden con los de la propuesta desarrollada en este trabajo de investigación, como podemos observar en la Tabla 4-4 y se describen a continuación.

- Diagnóstico: consiste en realizar una evaluación inicial para establecer un punto de partida para la elección de las temáticas y herramientas, además permite medir cuantitativamente el desempeño de los estudiantes en las competencias que serán abordadas.
- Planificación: establece los objetivos de aprendizaje del diseño curricular teniendo en cuenta factores como conocimientos previos, perfil del egresado y tiempo de ejecución.
- Estrategias metodológicas: corresponden a las metodologías y apoyos pedagógicos y didácticos. En el caso de la estrategia didáctica propuesta en este trabajo, se refieren a ABPROY y gamificación.
- Herramientas: se refiere a actividades y acciones que apunten a los elementos de competencia específicos. Como ejemplo de ello, (Meléndez y Gómez, 2008, p. 24),

proponen actividades de desarrollo, entre las cuales aparecen construcción de modelos, prototipos, trabajo en grupos, elaboración de páginas y sitios web, entre muchos otros.

- Evaluación de la planificación: valora el avance o mejoramiento académico según el cumplimiento de objetivos trazados para cada clase.

*Tabla 4-4. Adaptación de la propuesta de Meléndez y Gómez*

Elemento del currículo propuesto por la estrategia	Propuesta de (Meléndez y Gómez, 2008)	Definición
Evaluación previa	Diagnóstico	Evaluación inicial para establecer puntos de partida para distintos aspectos
Eje temático	Competencia	Se refiere a la competencia general abordada, además de las competencias específicas.
Subtemas	Contenido específico / actividades	Describen temáticas y objetivos más ligados a cada sesión de clase y actividad.
Objetivos de aprendizaje	Propósito de la planificación	Objetivos de aprendizaje generales y por clase.
Componentes y herramientas	Herramientas para la elaboración de la planificación curricular	Actividades y acciones que apunten a los elementos de competencia específicos
Actividad propuesta	Evaluación	Evaluación de cada sesión de y de la aplicación general del diseño curricular.

El componente eje temático, donde se aborda la competencia general y específica, se plasma en la columna eje temático del componente curricular, listando los grandes bloques de contenido como conceptos básicos de electrónica. Los subtemas, que representan contenidos específicos o actividades vinculadas a sesiones o actividades particulares, se detallan en la columna subtemas tratados. Los objetivos de aprendizaje, que son el propósito de la planificación con objetivos generales y por sesión, se presentan en la columna objetivos de aprendizaje, indicando lo que se espera que el estudiante logre. Los componentes y herramientas representan las herramientas y acciones implementadas para desarrollarlas competencias específicas, se definen en el componente curricular como componentes hardware / software y en él se determinan los recursos materiales, seleccionados por el docente, necesarios para el desarrollo de cada sesión. Finalmente, el

elemento actividad propuesta, relacionada con la evaluación de cada sesión, corresponde al elemento actividad propuesta, que se implementa como reto o situación problémica que los estudiantes deben enfrentar.

La evaluación previa, entendida como una evaluación inicial para establecer puntos de partida, no aparece como elemento específico del componente curricular dado que no es un componente del contenido o las actividades dentro de las unidades temáticas, sino una fase de evaluación que se realiza antes de la aplicación de los elementos de estrategia didáctica. El diseño curricular propuesto es descrito en la Tabla 4-5.

*Tabla 4-5. Diseño curricular propuesto.*

Resolución de problemas			
Competencia	Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Componentes Hardware / software
Diseñar e implementar sistemas electrónicos básicos que integren sensores, actuadores y microcontroladores para el monitoreo y control de variables físicas.	Seleccionar e integrar sensores y actuadores adecuados para la medición y control de variables físicas.	Aplicar principios básicos de electrónica y programación para desarrollar un sistema funcional que integre sensores, actuadores y microcontroladores en el monitoreo de una variable física.	LDR (fotoreistencia). Resistencia LED Sensor ultrasónico (HC-SR04). Servomotor Protoboard4: ESP32 o Arduino. Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) compatible con el microcontrolador (ej. Arduino IDE).
	Diseñar circuitos electrónicos funcionales que permitan la conexión efectiva de los componentes al microcontrolador.	Seleccionar y ensamblar componentes electrónicos para automatizar una tarea basada en datos del entorno.	
	Programar el microcontrolador para adquirir datos, procesarlos y generar respuestas mediante los actuadores		
<b>Actividad Propuesta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la entrada de un parqueadero se necesita un sistema automatizado para permitir el acceso de los vehículos. Diseñar e implementar un sistema que detecte la proximidad de un vehículo a la entrada y levante automáticamente la talanquera.</li> <li>• Automatizar la iluminación de una habitación, de tal manera que una luz se encienda automáticamente cuando la iluminación ambiental disminuya a un cierto nivel.</li> </ul>			
Competencia	Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Componentes Hardware / software
Configurar plataformas IoT que permitan la recolección de datos y la comunicación	Conectar dispositivos físicos a plataformas IoT mediante protocolos de comunicación.	Configurar un sistema IoT básico que recoja datos de sensores y los envíe a una plataforma en la nube.	Protoboard Batería LDR (fotoreistencia). Sensor DHT113- Actuadores

remota de sistemas físicos mediante hardware y software adecuados.	Integrar hardware y software para lograr una comunicación remota estable y funcional entre el sistema físico y la plataforma IoT.	Establecer la comunicación remota entre dispositivos físicos y plataformas digitales para monitoreo en tiempo real.	Motor DC- bomba de agua de 5V. Buzzer. Microcontrolador ESP32 o Arduino IDE Arduino.
	Actividad Propuesta		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un pequeño jardín casero, mantener la hidratación adecuada de las plantas es crucial. Se necesita un sistema automatizado que detecte el nivel de humedad del suelo y en función de ello y active el sistema de riego.</li> <li>• En un área donde se almacenan materiales sensibles como alimentos o productos químicos o equipos electrónicos, es fundamental mantener condiciones ambientales controladas mediante un sistema que alerte de si las condiciones de temperatura y/o se tornan potencialmente peligrosas.</li> </ul>		
Competencia	Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Componentes Hardware / software
Diseñar interfaces gráficas de usuario sencillas para visualizar datos y controlar dispositivos conectados en sistemas IoT.	Crear interfaces gráficas intuitivas para mostrar datos recogidos por sensores en tiempo real. Programar elementos interactivos en la interfaz para controlar dispositivos remotos mediante la plataforma IoT.	Diseñar una interfaz gráfica funcional que permita visualizar variables físicas de un sistema IoT. Implementar controles interactivos en la interfaz para modificar el comportamiento de dispositivos conectados.	ESP32 o Arduino+WiFi, DHT11 (sensor de temperatura y humedad)2. plataforma IoT (Blynk o Arduino Cloud)
	Actividad propuesta		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un área restringida se necesita detectar y controlar el acceso a las personas. Se necesita un sistema para detectar la presencia de personas y abrir la puerta de manera remota desde una aplicación.</li> <li>• En un invernadero casero, es crítico mantener las condiciones ambientales como temperatura y humedad para las plantas. Las fluctuaciones ambientales inesperadas podrían dañarlas gravemente. Se necesita una forma de supervisar las condiciones ambientales de manera continua y remota usando una aplicación móvil.</li> </ul>		

La competencia resolución de problemas se manifiesta de manera integral en las competencias específicas propuestas en el diseño curricular de la siguiente manera: En la etapa de exploración, el diseño e implementación de sistemas electrónicos básicos exige la identificación de variables físicas relevantes y el análisis del entorno y las necesidades planteadas en el problema, para seleccionar sensores, actuadores y microcontroladores adecuados. En la fase de diseño, tanto la configuración de plataformas IoT como el desarrollo de interfaces gráficas requieren la planificación de soluciones técnicas y

funcionales que permitan la recolección de datos, la comunicación remota y una interacción efectiva con el usuario. El elemento de competencia aplicación, se refleja en la puesta en marcha de estos sistemas, donde se deben integrar hardware y software para garantizar el funcionamiento de la solución en las condiciones planteadas por el problema. Finalmente, el componente de mejora está presente en la necesidad de evaluar y ajustar el funcionamiento del sistema, hasta lograr la satisfacción de las necesidades planteadas. Así, la resolución de problemas actúa como un eje transversal que permite abordar cada etapa del desarrollo tecnológico de forma crítica, reflexiva y orientada a la innovación.

#### 4.3 Componente didáctico

La estrategia didáctica propuesta en el presente trabajo de maestría, incorpora algunos elementos de gamificación tales como narrativas, retos, *badges*, puntos y niveles, que fueron identificados en la revisión de antecedentes y en el marco teórico. La integración de dichos elementos de gamificación es posible realizarla gracias al uso de plataformas de gamificación como *ClassDojo*<sup>1</sup> o *ClassCcraft*<sup>2</sup> las cuales permiten la asignación de retos, el otorgamiento de puntos, logros, el diseño del avatar para identificación del estudiante y tablas de clasificación con base en los puntos conseguidos. La gamificación se integra de manera sinérgica mediante la implementación de narrativas, *badges*, puntos y niveles así:

- Narrativas inmersivas que contextualizan cada reto: esta narrativa representa la situación y en ella se expresan las necesidades y problemas que deben ser resueltas.
- *Badges* (ej: "Guardián de la Luz"): son insignias o medallas, que pueden ser reales o virtuales y que reconocen el dominio de habilidades específicas al completar etapas o retos específicos.
- Puntos: reflejan el avance en la implementación de prototipos funcionales.

---

<sup>1</sup><https://www.classdojo.com/>

<sup>2</sup><https://www.hmhco.com/programs/classcraft>

- Niveles de dificultad: el docente definirá dichos niveles, acorde a la complejidad de los temas y retos que se vayan planteando en las sesiones de clase. Es muy importante que el nivel de dificultad de una actividad o reto, no sea tan alta que termine generando frustración en los estudiantes, pero si lo suficiente para que se mantengan motivados al recibir la recompensa o puntos por su logro.

Este proceso de sesiones y evaluaciones sucesivas, refuerza cíclicamente los elementos de competencia, integrando el uso de IoT, ABPROY y mecánicas de juego, transformando desafíos técnicos en oportunidades de aprendizaje significativo.

Los puntos y habilidades o *badges*, son definidos y otorgados a través de la plataforma seleccionada para la implementación de la estrategia y contribuyen a la retroalimentación y motivación por la consecución de los objetivos planteados en los retos. En la Figura 4-2, se muestra, a manera de ejemplo, la interfaz de *ClassDojo* para tal fin.

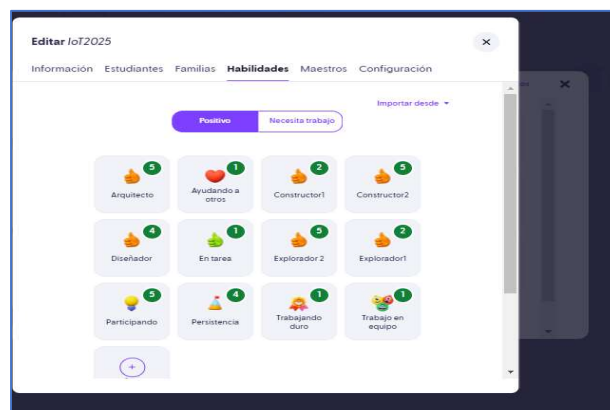


Figura 4-2. Puntos y habilidades.

Las sesiones de trabajo, serán guiadas por un reto, cuya consecución lo hace acreedor de puntos a los estudiantes que lo logren. Este componente se implementa mediante el uso de plataformas como *ClassDojo* o *ClassCraft*, que permiten asignar tareas, personalizar el avatar de los alumnos, diseñar un sistema de puntos y recompensas por tareas concluidas, además de una retroalimentación y tablas de clasificación. Las sesiones se apoyan en guías que orientan el desarrollo de cada una de las clases previstas, junto con la rúbrica para su evaluación. Inicialmente se lleva a cabo una sesión diagnóstica, cuyo objetivo es establecer una línea de partida en la medición de la competencia resolución de problemas. En las Tablas 4-6 y 4-7, se muestran las guías correspondientes a las sesiones S0 y S3

respectivamente, diseñadas teniendo en cuenta los elementos definidos en el componente curricular: eje temático, competencia, subtemas o contenidos, objetivos de aprendizaje, materiales y actividad.

Tabla 4-6. Guía S0.

Guía Aprendizaje sesión 0
Competencia: Resolución de problemas.
Eje temático: Resolución de problemas
Objetivo de aprendizaje
Motivar a los estudiantes a poner en práctica su capacidad de resolver problemas bajo presión, así como la comunicación efectiva, la adaptación al cambio y la toma de decisiones.
Actividad: Construir la torre más alta posible con los materiales dados y que pueda sostener un malvavisco en la parte superior
<p>Materiales: 20 espaguetis crudos, 1 metro de cinta adhesiva, 1 metro de hilo o cuerda, 1 malvavisco.</p> <p>Los equipos comienzan la actividad normalmente, construyendo la torre de espaguetis con los materiales proporcionados.</p> <p>Cambio de Dificultad (a los 10 minutos): o A mitad del tiempo, realizar algunos de los siguientes desafíos inesperados para todos los equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de material: Recoge la mitad de los espaguetis o la mitad de la cinta adhesiva de cada equipo, lo que los obligará a replantear su diseño.</li> <li>• Cambio de objetivo: La torre ya no solo tenga que ser alta, sino que también debe ser capaz de sostener peso adicional.</li> </ul>

Tabla 4-7. Guía S3.

Guía de Aprendizaje Sesión 3
Competencia: Diseña, implementa y ajusta sistemas básicos para monitorear condiciones ambientales (temperatura/ humedad) identificando situaciones de riesgo mediante componentes hardware y software adecuados.
Eje temático: Introducción a la programación y control de actuadores y lectura de sensores.
Elementos de competencia: explorar, representar, planificar y ejecutar.
Objetivos de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar y formular soluciones para la lectura de variables ambientales, como temperatura y humedad.</li> <li>• Diseñar e implementar un sistema de control que procese los datos obtenidos de sensores, permitiendo la activación automática de actuadores en respuesta a las condiciones detectadas.</li> <li>• Elaborar un programa en Arduino para leer datos del sensor de temperatura y humedad.</li> </ul>
<p>Desarrollo de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del sensor de temperatura y humedad y su importancia en diferentes sistemas, como estaciones meteorológicas y sistemas de control ambiental.</li> <li>• Introducir el entorno de programación y los comandos básicos para leer los datos de los sensores de temperatura, humedad.</li> </ul>
Actividad propuesta a los estudiantes.
Diseñar un sistema que pueda monitorear las condiciones ambientales de un restaurante, asegurando que la temperatura y la humedad sean observada permanentemente. Se debe encender un ventilador y una alarma cuando los valores de ambas variables superen un valor específico.

Adicionalmente se hace uso de componentes de hardware y software necesarios para la implementación de los diferentes prototipos. En cuanto al hardware se recomienda el uso de las tarjetas de desarrollo de código abierto como *esp32* y *esp8266*, dado que cuentan con numerosas comunidades de aprendizaje tales como la comunidad en reddit, disponible en <https://www.reddit.com/r/esp32/> o el soporte oficial de esp32 disponible en <https://esp32.com/> y adicionalmente son compatibles con muchas plataformas IoT, además de su bajo costo, comparadas con otras plataformas de desarrollo y compatibilidad con un gran número de sensores y actuadores. Finalmente se aconseja el uso de una plataforma IoT, que permita el desarrollo de prototipos, sin añadir demasiada complejidad para su aprendizaje e implementación. Algunas de las plataformas que cumplen con esta recomendación son *Blynk* y *Arduino Cloud*, siendo *Blynk* más flexible, fácil de implementar y además compatible con un mayor número de plataformas de hardware que *Arduino Cloud* (Mijailovićet al., 2021; Morchidet al., 2025).

#### 4.4 Componente evaluación

La evaluación, en el contexto de la presente estrategia didáctica, se concibe como un componente esencial para determinar el desarrollo de la competencia de resolución de problemas, en concordancia con el objetivo principal de la propuesta. Integrando el aprendizaje basado en proyectos, esta evaluación deberá proponer a los estudiantes un reto o situación problemática, que requiera para su solución la aplicación práctica de los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo de la implementación de la estrategia. Este reto debe permitir a los estudiantes demostrar su capacidad para abordar las diferentes fases de la resolución de problemas: exploración y comprensión del escenario, concepción y representación de una solución, planificación y ejecución de los pasos necesarios, y finalmente, control y reflexión sobre el proceso y los resultados obtenidos.

Desde un enfoque de evaluación por competencias, el desempeño de los estudiantes en cada uno de los elementos de la competencia de resolución de problemas debe ser valorados mediante rúbricas dado su potencial orientador y formativo, permitiéndole al

estudiante reconocer lo que se espera de su trabajo y desarrollar una evaluación lo más específica y objetiva posible. Adicionalmente las rúbricas no solo miden resultados, sino que facilitan el mejoramiento iterativo de los estudiantes, proporcionando retroalimentación específica a lo largo de la aplicación de la estrategia (Masero Moreno *et al.*, 2018). La comparación sucesiva de los resultados de estas evaluaciones, permitirá establecer de manera fehaciente la efectividad de la estrategia didáctica. Un ejemplo de rúbrica aplicable a los elementos de competencia de resolución de problemas y adaptable a cualquier temática es mostrada en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Modelo de rúbrica para la evaluación.

Elemento de Competencia	5: Excelente	4: Alto	3: Básico	2: Insuficiente
Exploración	Identifica y comprende profundamente todos los elementos, condiciones y restricciones relevantes del problema.	Identifica la mayoría de los elementos relevantes y demuestra una buena comprensión del problema y sus requisitos.	Identifica algunos elementos básicos del problema, pero la comprensión es parcial o superficial.	No logra identificar o comprender los elementos clave del problema.
Diseño y Formulación	Diseña un plan lógico, organizado y detallado que aborda eficazmente todos los aspectos del problema.	Diseña un plan adecuado que considera la mayoría de las acciones necesarias, aunque podría faltar detalle.	Propone un plan básico o incompleto, omitiendo pasos importantes.	No propone un plan o el plan es irrelevante o ineficiente para abordar el problema.
Ejecución y Aplicación	Ejecuta el plan de forma eficiente y organizada, logrando que la solución funcione correctamente y ajustándose ante dificultades.	Implementa el plan de manera efectiva, logrando que la solución funcione correctamente con errores menores o con cierta desorganización.	Intenta aplicar el plan, pero la ejecución es parcial, desorganizada o con errores significativos.	No logra aplicar el plan o la ejecución es desorganizada y con errores importantes.
Mejora	Evalúa continuamente el progreso y los resultados, realiza ajustes proactivos para optimizar la solución.	Revisa el progreso o resultados de manera regular y realiza ajustes útiles de forma más reactiva que proactiva.	Evaluación mínimamente los resultados o propone ajustes cuando es solo absolutamente necesario.	No evalúa los resultados o no considera posibles mejoras.

En esta rúbrica se encuentran los elementos de resolución de problemas asociados a criterios de evaluación que, al no estar ligados a ninguna actividad o herramienta

tecnológica específica, funciona como guía o plantilla para crear rúbricas ligadas a situaciones problémicas específicas. En la Tabla 4-9, observamos un ejemplo de la rúbrica usada en la S3, donde se monitorean condiciones ambientales en un entorno específico.

Tabla 4-9. RúbricaS3

Rúbrica sesión 3				
Elemento de competencia	5: Excelente	4: Alto	3: Básico	2: Insuficiente
Exploración	Identifica todas las variables y necesidades clave de la situación planteada.	Identifican correctamente la mayoría de las necesidades planteadas en la situación.	Identifican algunas necesidades del desafío, pero de forma parcial.	No identifican correctamente las necesidades.
Diseño	Diseña la solución de forma clara, incluye todas las acciones necesarias. Planifican de manera precisa cómo abordar cada aspecto del problema.	Diseña la solución adecuadamente, incluyendo la mayoría de las acciones necesarias. El plan es claro, pero podría profundizar más en los detalles.	El diseño básica o incompleta, omitiendo elementos y pasos importantes.	No realiza un diseño que abarque los elementos del problema ni cómo se ejecutará la solución.
Aplicación	Implementa la solución de forma eficiente.	Implementa la solución y funciona correctamente, con algunos errores menores.	La solución se implementa de forma parcial o con errores importantes en su ejecución.	No logra implementar correctamente la solución o esta no funciona de manera efectiva.

El presente capítulo expuso de manera articulada los elementos constitutivos de la estrategia didáctica para el fortalecimiento de la competencia resolución de problemas. La propuesta integra los componentes evaluación diagnóstica, curricular, didáctico y evaluativo, que en conjunto permiten una implementación que va guiando al estudiante a través de una serie de actividades contextualizadas, crecientes en complejidad y que permiten ir desarrollando los elementos de la competencia resolución de problemas. Asimismo, se fundamenta en referentes pedagógicos y tecnológicos pertinentes, que responden a las necesidades actuales del sistema educativo y a los desafíos impuestos por

la Industria 4.0. La eficacia de esta estrategia será examinada a través de su aplicación en un entorno real, cuyos resultados se detallan en el siguiente capítulo.

## 5 VALIDACIÓN

La validación de la estrategia didáctica basada en gamificación para promover la competencia resolución de problemas, se llevó a cabo mediante la implementación de guías para las sesiones que se aplicaron a un grupo de 9 estudiantes, de la institución Educativa San Pablo de la ciudad de Medellín, de grado 10, cuyas edades oscilan entre los 14 y 17 años. El piloto se compone de 5 sesiones en las que se trabajaron los diferentes elementos de la competencia resolución de problemas, a través de distintas actividades que desafiaron a los estudiantes a resolver retos en los que fuera necesaria la aplicación de los conceptos introducidos en dicha clase. La plataforma *ClassDojo* fue usada para compartir los retos de cada clase y hacer seguimiento a las actividades propuestas, así como el otorgamiento de puntos y reconocimientos.

### 5.1 Evaluación previa

El componente de evaluación previa, se instancia en la primera sesión de trabajo (S0), donde se plantea a los estudiantes el reto “torre de espaguetis”, mostrado en la Tabla 5-1, desafiando a los estudiantes a construir una torre, bajo algunas condiciones específicas.

Tabla 5-1. Guía S0.

Guía Aprendizaje sesión 0
Competencia: Resolución de problemas
Objetivo de aprendizaje
Motivar a los estudiantes a poner en práctica su capacidad de resolver problemas bajo presión, así como la comunicación efectiva, la adaptación al cambio y la toma de decisiones.
Actividad: Construir la torre más alta posible con los materiales dados y que pueda sostener un malvavisco en la parte superior.
Materiales: 20 espaguetis, 1 metro de cinta adhesiva, 1 metro de hilo o cuerda, 1 malvavisco. Los equipos comienzan la actividad, construyendo la torre de espaguetis con los materiales proporcionados. A mitad del tiempo, realizar algunos de los siguientes desafíos inesperados para todos los equipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de material: Recoge la mitad de los espaguetis o la mitad de la cinta adhesiva de cada equipo, lo que los obligará a replantear su diseño.</li> <li>• Cambio de objetivo: La torre ya no solo tenga que ser alta, sino que también debe ser capaz de sostener peso adicional.</li> <li>• Interrupción de comunicación: Durante 3-5 minutos, los participantes no pueden hablar entre ellos, obligándolos a comunicarse solo mediante gestos o señales.</li> </ul>

En la Figura 5-1, se ilustra la entrega de la sesión S0, donde se realiza la evaluación diagnóstica.

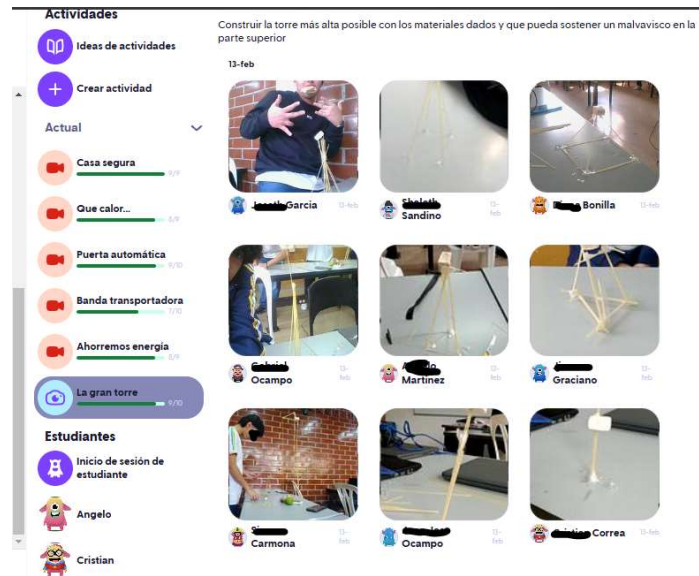


Figura 5-1. Reto evaluación diagnóstica.

## 5.2 Componente curricular

Las sesiones de clase desde S1 hasta S4, implementan el cuerpo principal de la estrategia de enseñanza. En cada una de estas sesiones se integran, a través de guías y el acompañamiento del docente, los elementos curriculares, didácticos y evaluativos constitutivos de la estrategia. Los retos y actividades de cada sesión son diseñados a partir de los elementos del componente curricular, desafiando a los alumnos a desarrollar soluciones que les demanden aplicar los temas y conocimientos tratados en cada sesión de clase, adicionalmente, están organizados de manera progresiva y a medida que se desarrollan, van incorporando distintos tipos de sensores y actuadores, hasta que finalmente, en última la sesión de trabajo, S4, se crea una aplicación IoT, haciendo uso de la plataforma *Blynk*, en conjunto con el entorno *Arduino*.

En la Tabla 5-2, se presentan los distintos desafíos, que representan retos desde el punto de vista de la gamificación, planteados a los estudiantes en cada una de las sesiones de clase.

Tabla 5-2. Retos del piloto.

Sesión	Reto(actividad)	Objetivo de aprendizaje
S0	Construir la torre más alta posible con los materiales dados y que pueda sostener un malvavisco en la parte superior	Motivar a los estudiantes a poner en práctica su capacidad de resolver problemas bajo presión, así como la adaptación al cambio y la toma de decisiones.
S1	Reducir el consumo de energía eléctrica en un campo deportivo. Se necesita automatizar el encendido y apagado de luces dependiendo de la intensidad de la luz ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconocer los conceptos fundamentales de IoT, programación y electrónica necesarios para el desarrollo de un proyecto IoT.</li> <li>•Reconocer los componentes básicos: sensores, actuadores, microcontroladores.</li> <li>•Identificar el entorno de programación Arduino y los elementos básicos de un programa.</li> </ul>
S2	Instalar un sistema que permita abrir la puerta de un almacén de forma automática cuando se detecte la proximidad de un cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explorar y formular soluciones para detectar la proximidad de objetos en un entorno, analizando el comportamiento y las funciones del sensor de proximidad aplicado a esta tarea.</li> <li>•Planificar y ejecutar la implementación de un sistema que controle la posición o el movimiento de un actuador, considerando sus características técnicas para optimizar su funcionamiento.</li> <li>•Describir el funcionamiento y características principales de un servomotor.</li> <li>•Implementar un programa en Arduino para leer datos del sensor de proximidad.</li> </ul>
S3	Diseñar un sistema que pueda monitorear las condiciones ambientales de un restaurante, asegurando que la temperatura y la humedad sean monitoreadas permanentemente. Se debe encender un ventilador y una alarma cuando los valores de ambas variables superen un valor prefijado por el usuario desde programa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explorar y formular soluciones para la lectura de variables ambientales, como temperatura y humedad, utilizando sensores que permitan monitorear y tomar decisiones en función de estas variables.</li> <li>•Planificar y ejecutar un sistema de control que procese los datos obtenidos de sensores, permitiendo la activación automática de actuadores en respuesta a las condiciones detectadas.</li> <li>•Implementar un programa en Arduino para leer datos de los sensores de temperatura, humedad y gas, y activar el buzzer.</li> </ul>
S4	Vigilar la presencia de personas en el perímetro de una casa, encender luces, alarma y enviar notificación al teléfono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explorar y reconocer plataformas de monitoreo y control remoto de dispositivos electrónicos, evaluando su integración con sistemas físicos para asegurar la conectividad y la interacción en tiempo real.</li> <li>• Identificar la plataforma Blynk y su integración con Arduino.</li> <li>•Planificar y ejecutar la configuración de un sistema que permita la lectura de datos de sensores y el control de actuadores, desarrollando interfaces gráficas que</li> </ul>

		<p>visualicen las variables monitoreadas y permitan la intervención remota.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejorar la interacción entre los componentes de un sistema IoT, asegurando la correcta respuesta ante las variaciones de las condiciones del entorno.</li> </ul>
--	--	--

Los retos propuestos en este programa están diseñados con una complejidad progresiva, permitiendo a los estudiantes construir su conocimiento de manera escalonada. Cada sesión introduce nuevos conceptos técnicos y prácticos que se conectan lógicamente con el reto anterior, fortaleciendo así el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, tras una actividad inicial centrada en el trabajo en equipo y la resolución creativa de problemas (S0), los estudiantes comienzan a explorar los fundamentos del IoT (S1), abordando temas básicos de sensores, actuadores y microcontroladores. Luego, aplican esos conocimientos en contextos más específicos, como la automatización mediante sensores de proximidad (S2) o el control de condiciones ambientales mediante distintos sensores y actuadores (S3). Lo aprendido, finalmente se integra en un sistema que incluye conectividad y control remoto a través de plataformas IoT (S4). De este modo, cada reto prepara las bases técnicas y conceptuales para el siguiente, promoviendo un aprendizaje significativo y aplicado.

En la sesión S1 (Tabla 5-3), se hace un primer contacto con los temas específicos del diseño curricular. En esta sesión se introducen conceptos fundamentales de electrónica, controladores, sensores y actuadores y se crea un primer programa en el entorno *Arduino*. Finalmente se plantea un reto, en el que los estudiantes deben hacer uso del controlador *esp32*, una fotoresistencia y un led, escribir un programa sencillo en Arduino, subir el código a la tarjeta de desarrollo y probar su funcionamiento.

Tabla 5-3. Guía S1.

Guía de Aprendizaje S1
Eje temático: Introducción a la Programación y Electrónica.
Competencia: Resolución de problemas
Elementos de competencia: explorar, representar y formular, planificar y ejecutar, optimizar.
Objetivos específicos: (evidencias de aprendizaje)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer los conceptos fundamentales de IoT, programación y electrónica necesarios para el desarrollo de un proyecto IoT, su importancia en la vida cotidiana, en hogares inteligentes, sistemas de seguridad, salud, y más.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer los componentes básicos: sensores, actuadores, microcontroladores y elementos de conectividad.</li> <li>• Identificar el entorno de programación Arduino y los elementos básicos de un programa.</li> </ul>
<p>Desarrollo de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la importancia de IoT en la vida cotidiana, como en hogares inteligentes, sistemas de seguridad, salud, y más. Plantear ejemplos como la automatización de tareas diarias (luces inteligentes, control de temperatura, etc.) y la recolección de datos en tiempo real para la toma de decisiones.</li> <li>• Se explica a los estudiantes las ideas fundamentales del controlador esp32 y algunos de los componentes electrónicos básicos: leds, fotoresistencia y protoboard.</li> <li>• Construcción de un programa inicial para ilustrar el uso y configuración del entorno de programación Arduino y la forma de subir el código a la placa esp32.</li> </ul>
<p>Desafío: Se hace necesario optimizar el consumo de energía eléctrica en un campo deportivo. Se necesita automatizar el encendido y apagado de luces en función de la intensidad de la luz ambiente.</p>

### 5.3 Componente didáctico

El componente didáctico, se refleja en la implementación de los prototipos desarrollados para solucionar los distintos retos planteados. En la Tabla 5-4, se muestra una relación entre sesiones de trabajo, narrativas, elementos de competencia y de gamificación, que pueden usarse como modelo para el diseño de las sesiones de clases.

*Tabla 5-4. Situación problema, elementos de competencia y elementos de gamificación.*

Sesión	Situación Problemática (Narrativa)	Elementos de Competencia	Insignia/Reto Gamificado/Puntos
S1	“Una abuelita olvida apagar las luces de su casa, lo que aumenta el costo de energía. ¿Cómo ayudarla sin que ella deba recordarlo?”	Comprender: Identificar el problema (luces encendidas innecesariamente). Diseñar: Planear un sistema automático. Implementar: Construir el prototipo. Verificar si se apaga con luz ambiental.	Insignia: Eco-Ahorrador “Salva la economía familiar: Automatiza las luces para que solo se enciendan de noche.” Puntos: 100
S2	“En una fábrica, un sistema de control necesita detectar cuando un objeto pasa por una cinta transportadora y sonar una alarma”	Comprender: Analizar el contexto (detección del objeto). Diseñar: Esquema de detección + alarma. Implementar: Prototipo funcional. Ajustar sensibilidad (evitar falsas alarmas).	Insignia: Vigilante Nocturno “Aumentar eficiencia: Crea una alarma que suene al detectar objetos.” Puntos: 150
S3	“En el invernadero escolar, las plantas se están marchitando porque nadie nota los cambios bruscos de temperatura y humedad. ¿Cómo crear un sistema que active una alerta visual y mueva”	Comprende: Analizar el rango ideal de temperatura/humedad para plantas. - Identificar qué acciones tomar (ej: alerta si temperatura > 30°C). Diseña: “Diseña un sistema que alerte con luz y movimiento.” Implementar: prototipo de alarma y respuesta del servomotor.	Insignia: “Héroe del Invernadero”: “Eres el guardián del invernadero: tu misión es mantener saludables las plantas.” Puntos: 200

Sesión	Situación Problemática (Narrativa)	Elementos de Competencia	Insignia/Reto Gamificado/Puntos
	un indicador físico cuando las condiciones sean peligrosas?”	Probar con secador/agua para simular cambios	
S4	<p>“En el laboratorio de la escuela, materiales han desaparecido misteriosamente. Como expertos en seguridad, debes diseñar un sistema que detecte intrusos, active una alarma visual y sonora, y envíe una alerta a tu celular. ¿Podrán proteger el laboratorio antes del próximo incidente?”</p>	<p>Comprender: Necesidad de alerta temprana. Diseñar: Sistema de monitoreo remoto. Implementar: Notificación y control por celular. Validar precisión de datos.</p>	<p>Insignia: “Arquitecto de Seguridad” “Vigila la escuela” Puntos: 300</p>

El componente de gamificación, se incorpora adicionalmente, a través de la implementación de puntos, los cuales se obtienen al cumplir los retos de cada sesión. En la Figura 5-2, se observa la interfaz de la plataforma *ClassDojo*, en la que aparecen algunas actividades propuestas a los participantes y las entregas enviadas por ellos, así como el avatar que los identifica. En la Figura 5-3, se muestra la tabla de clasificación generada por los puntos obtenidos, junto con los nombres y avatares de los participantes, así como el detalle de puntos y *badges* o habilidades de un estudiante en particular.

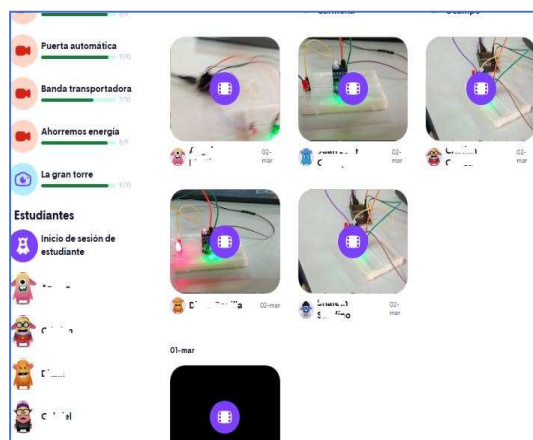


Figura 5-2. Actividades y entregas en ClassDojo.



Figura 5-3. Tabla de clasificación.

En la sesión S3 se implementó un sensor de humedad para detectar condiciones ambientales ([ver video](#)), como lo muestra la Figura 5-4.



Figura 5-4. Sensor de humedad.

Finalmente, en la última sesión de clase (S4), se introducen los conceptos para el manejo básico de la plataforma *Blynk*, con el fin de realizar una actividad, que para su desarrollo, demanda el desarrollo de un prototipo IoT, tal y como se muestra en la Figura 5-5 ([ver video](#)).



Figura 5-5. Led IoT Blynk.

#### 5.4 Componente de evaluación.

Las actividades se evaluaron de manera continua en cada sesión de clase, a través de rúbricas, las cuales apuntaban a los elementos de la competencia resolución de problemas (exploración, diseño, aplicación y mejora). En la Tabla 5-5, se observa la rúbrica usada para la evaluación de esta actividad de la S1.

Tabla 5-5. Rúbrica S1.

Rubrica Sesión 1.				
Elemento de competencia	5: Excelente	4: Alto	3: Básico	2: Insuficiente
Exploración	Representan el problema de forma clara, precisa y detallada, usando esquemas completos que incluyen todos los componentes y sus interacciones. Explican con claridad la lógica detrás de las decisiones de diseño y conexiones.	Representan el problema de forma adecuada, con un esquema que incluye los componentes principales y sus conexiones. Algunos detalles pueden no estar completamente claros.	El esquema o representación tiene algunos componentes, pero es incompleto o impreciso. Las conexiones no son del todo claras. Las explicaciones son insuficientes.	El esquema es confuso o incompleto, con importantes componentes o conexiones faltantes. No explican o representan claramente cómo funciona el sistema.
Diseño	Presenta un esquema del circuito, con las conexiones correctas entre el LED, la fotorresistencia y otros componentes necesarios.	Presenta un esquema funcional con pequeños errores en la disposición de los componentes o conexiones.	El esquema es básico y contiene errores importantes en la conexión de los componentes.	No presenta un esquema coherente ni funcional para el montaje del circuito.
Aplicación	Ensambla un circuito completamente funcional	Ensambla un circuito funcional, pero con	Ensambla un circuito que	No logra ensamblar un circuito funcional, o la

	que enciende el LED al disminuir la luz ambiente, explicando claramente cómo funciona el proceso.	leves problemas de ejecución o con una explicación incompleta del funcionamiento.	funciona parcialmente o de manera inestable, con una explicación limitada.	explicación del proceso es incorrecta.
Mejora	Ajusta y mejora el circuito considerando posibles fallas o problemas en el funcionamiento, y optimiza la sensibilidad de la fotorresistencia.	Realiza ajustes en el circuito, pero sin resolver completamente todos los problemas de funcionamiento.	Realiza ajustes mínimos, sin abordar completamente los problemas de sensibilidad o funcionamiento.	No realiza ajustes ni mejora el circuito, ni aborda los problemas de funcionamiento.

La guía y rúbrica usadas en la sesión final, S4 se muestran en las tablas 5-6 y 5-7 respectivamente.

Tabla 5-6. Guía S4.

Guía de Aprendizaje
Sesión 4
Eje temático: Integración de Sistemas IoT, Programación y Electrónica.
Competencia: Resolución de problemas y monitoreo y control de sistemas IoT.
Elementos de competencia: explorar, representar, planificar y ejecutar, optimizar.
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar y reconocer plataformas de monitoreo y control remoto de dispositivos electrónicos, evaluando su integración con sistemas físicos para asegurar la conectividad y la interacción en tiempo real.</li> <li>• Identificar la plataforma Blynk y su integración con Arduino.</li> <li>• Planificar y ejecutar la configuración de un sistema que permita la lectura de datos de sensores y el control de actuadores, desarrollando interfaces gráficas que visualicen las variables monitoreadas y permitan la intervención remota.</li> <li>• Optimizar(mejorar) la interacción entre los componentes de un sistema IoT, asegurando la correcta respuesta ante las variaciones de las condiciones del entorno.</li> </ul>
<p>Desarrollo de la clase</p> <p>Introducción a <i>Blynk</i> IoT. Explicar qué es <i>Blynk</i> y cómo se integra con Arduino y otros microcontroladores para permitir el control y monitoreo remoto. Configuración de <i>Blynk</i>, creación de una cuenta en <i>Blynk</i> y descargar la aplicación en un dispositivo móvil o pc. Crear un nuevo proyecto en Blynk, seleccionando el <i>microcontrolador</i> adecuado y obtener el "<i>Auth Token</i>" para la conexión entre el dispositivo y la plataforma.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de los pines virtuales.</li> <li>• Diseño del <i>dashboard</i>, añadir widget y conexión con los pines virtuales correspondientes.</li> <li>• Desarrollar el código necesario para integrar las bibliotecas de Blynk y configurar la conexión a la red <i>WiFi</i> y a la plataforma Blynk</li> <li>• Conectar el ESP32, la fotorresistencia y el LED. Subir el código modificado con la integración de <i>Blynk</i> y probar el funcionamiento del sistema.</li> </ul>
<p>Actividad: Una empresa necesita monitorear la temperatura y humedad de una sala de servidores, activar una alarma visual y un ventilador cuando la temperatura supere un límite determinado. Además, se debe enviar notificaciones y tener control remoto sobre el ventilador.</p>

Tabla 5-7. Rúbrica S4.

Rúbrica de evaluación proyecto.				
Elemento de competencia	5: Excelente	4: Alto	3: Básico	2: Insuficiente
Exploración	Identifica de manera precisa y detallada las necesidades específicas de la situación. Detecta correctamente las fallas y problemas que se pretenden solucionar.	Identifica las necesidades y fallas en la situación o problema, reconociendo las funciones críticas a implementar	Identifica de forma básica las necesidades del sistema, con una comprensión limitada del problema, sin profundizar en detalles específicos.	No identifica correctamente las necesidades ni los problemas específicos, sin enfoque en la solución del problema propuesto.
Diseño	Define claramente los objetivos del proyecto y propone un diseño detallado del dispositivo y del tablero de control, justificando sus decisiones.	Define los objetivos del proyecto y propone un diseño con un nivel de detalle adecuado y justifica sus decisiones.	Define los objetivos del proyecto. Propone un diseño básico con algunas justificaciones.	No define claramente los objetivos del proyecto y su diseño es poco claro o no justificado.
Aplicación	Configura y programa los dispositivos IoT de manera precisa y eficiente; el tablero de control es interactivo, funcional y refleja datos en tiempo real sin errores.	Configura y programa los dispositivos IoT adecuadamente; el tablero de control es funcional y refleja datos en tiempo real con mínimos errores.	Configura y programa los dispositivos IoT con algunos problemas; el tablero de control es funcional, pero tiene errores en la visualización de datos.	Configura y programa los dispositivos IoT con errores significativos; el tablero de control no es funcional o no refleja datos correctamente.
Mejora	Analiza de manera profunda los resultados del proyecto, identificando claramente los aciertos, errores y proponiendo mejoras significativas.	Analiza los resultados del proyecto, identificando aciertos y errores; propone algunas mejoras y reflexiona adecuadamente sobre el proceso.	Analiza los resultados del proyecto de manera básica, identifica algunos aciertos y errores, pero propone pocas mejoras.	No analiza adecuadamente los resultados; no identifica errores ni propone mejoras, o la reflexión es superficial e incompleta.

Las evaluaciones obtenidas por los participantes en cada sesión de clase, en una escala de 0 a 5, mediante la aplicación de las rúbricas, se compilan en la Tabla 5-8, se observa además la nota individual de cada participante (p1, p2...p9) por sesión en el desarrollo de los desafíos propuesto. La última columna muestra el promedio general de la sesión.

Tabla 5-8. Promedios alcanzados en las actividades.

Sesión	Elemento Competencia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Promedio clase
S0	Exploración	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2,47
	Diseño	1	4	2	3	3	3	3	3	3	
	Aplicación	1	4	2	2	2	3	3	2	4	
	Mejora	2	4	1	2	3	2	2	2	2	
	Promedio	1,5	3,75	1,75	2,25	2,75	2,75	2,5	2,25	2,75	
S1	Exploración	3	3	1	3	4	3	3	4	3	2,94
	Diseño	3	3	1	3	4	3	3	4	2	
	Promedio	3	3	1	3	4	3	3	4	2,5	
S2	Exploración	4	4	1	3	4	3	4	3	4	3,25
	Diseño	4	4	1	3	4	3	3	3	4	
	Aplicación	4	4	1	4	4	3	4	3	4	
	Mejora	3	4	1	2	4	3	3	3	4	
	Promedio	3,75	4	1	3	4	3	3,5	3	4	
S3	Exploración	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3,51
	Diseño	4	4	3	4	4	4	3	3	3	
	Aplicación	4	3	3	3	4	4	3	3	3	
	Promedio	4	3,66	3	3,66	4	4	3	3	3,33	
S4	Exploración	4	3	3	4	5	4	4	4	3	3,72
	Diseño	3	3	3	4	5	4	4	4	3	
	Aplicación	4	4	4	4	5	4	4	4	4	
	Mejora	3	3	3	4	5	3	3	3	3	
	Promedio	3,25	3,25	3,25	4	5	3,75	3,75	3,75	3,25	

Los estudiantes presentaron una tendencia creciente en sus promedios a lo largo de la aplicación de la estrategia, como se puede observar en la Figura 5-6, donde se muestran los promedios individuales en cada una de las sesiones.

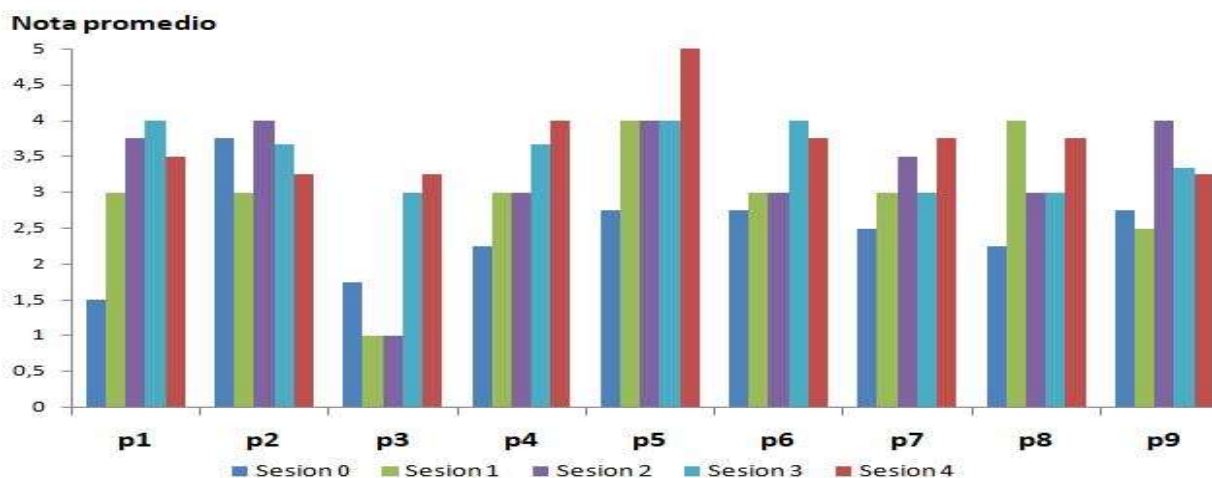


Figura 5-6. Promedios individuales por sesión.

Una evaluación más objetiva de los resultados de la aplicación de la estrategia, se realizó mediante la prueba t de *Student* para muestras pareadas, comparando los promedios de desempeño entre las sesiones S0 y S4, y de igual manera entre las sesiones S1 y S4, para así determinar si hay una diferencia significativa en el desempeño de los participantes a lo largo de la aplicación de la estrategia. Las hipótesis nula y alternativa planteadas en la presente investigación son:

Hipótesis nula (H0a): No hay diferencia significativa en el desempeño entre las sesiones 0 y la Sesión 4.

Hipótesis nula (H0b): No hay diferencia significativa en el desempeño entre las sesiones 1 y la Sesión 4.

Hipótesis alternativa (H1a): Sí hay una diferencia significativa en el desempeño entre las sesiones S1 y S4.

Hipótesis alternativa (H1b): Sí hay una diferencia significativa en el desempeño entre las sesiones S1 y S4.

Inicialmente se calculan las diferencias, la suma de esas diferencias y el promedio de las diferencias correspondientes a cada participante entre las sesiones S4 y S0 y las sesiones S4 y S1. Estos resultados los podemos observar en la Tabla 5-9.

*Tabla 5-9. Diferencias entre sesiones.*

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	Sumatoria de las diferencias	Promedio de las diferencias
S0	1,50	3,75	1,75	2,25	2,75	2,75	2,50	2,25	2,75		
S1	3,00	3,00	1,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	2,50		
S4	3,25	3,25	3,25	4,00	5,00	3,75	3,75	3,75	3,25		
S4-S0	2,00	-0,50	1,50	1,75	2,25	1,00	1,25	1,50	0,50	11,25	1,25
S4-S1	0,50	0,25	2,25	1,00	1,00	0,75	0,75	-0,25	0,75	7,00	0,78

Calculo valor de t para las sesiones S0 y S4.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(D - \bar{D})}{n - 1}} = 0.83$$

$\sigma$  = desviación estándar

$D$  = cada una de las diferencias

$\bar{D}$  = promedio de las diferencias

$n$  = número de datos (9)

$$t = \frac{\bar{D}}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{1.25}{\frac{0.83}{\sqrt{9}}} = 4.47$$

El valor  $p$ , que indica la probabilidad de que los valores obtenidos del estadístico  $t$  correspondan a una "casualidad" y se calcula con la siguiente ecuación:

$$p = 2 * (1 - CDF(|t|, df))$$

Donde:

-  $t$  es el estadístico  $t$  calculado = 4.47

-  $df$  (*degrees of freedom*) son los grados de libertad ( $n - 1$ ) = 8

-  $CDF$  (*Cumulative Distribution Function*) es la función de distribución acumulada de la distribución  $t$   $CDF(4.47, 8) = 0,998958$

Sustituyendo en la fórmula:

$$p = 2 \times (1 - 0.998958) = 2 \times 0.001042 = 0.0021$$

Ahora realizamos el mismo proceso entre las sesiones S1 y S4.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(D - \bar{D})}{n - 1}} = 0.675$$

$$t = \frac{\bar{D}}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{0.78}{\frac{0.675}{\sqrt{9}}} = 3,44$$

Cálculo de p para S1 vs. S4

- Valor de t: 3.44

- Grados de libertad (df) = 8

-CDF(3.44, 8) = 0.995588

Sustituyendo en la fórmula

$$p = 2 \times (1 - 0.995588) = 2 \times 0.004412 = 0.0088$$

Los valores obtenidos del estadístico t para ambas comparaciones (sesión 0 vs. sesión 4: t = 4.47 y sesión 1 vs. sesión 4: t = 3.44) indican diferencias marcadas entre las sesiones. Además, los valores de p (0.0021 y 0.008, respectivamente) son inferiores al umbral de significancia de 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula en ambos casos. Por lo tanto, se puede afirmar que existen diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes tanto entre la sesión S0 y la sesión S4 así como entre la sesión S1 y la sesión S4. En consecuencia, se concluye que la implementación de la estrategia didáctica es la causante del efecto positivo en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes.

Previo a la aplicación de la prueba t de Student para muestras pareadas, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk sobre las diferencias entre los puntajes obtenidos por los estudiantes en las sesiones S0 y S4. Esta prueba permite verificar si dichas diferencias siguen una distribución normal, lo cual es un supuesto necesario para la aplicación válida de pruebas paramétricas. A continuación, se presenta el desarrollo paso a paso del cálculo del estadístico W.

Diferencias individuales (S4 - S0)

Tabla 5-10. Diferencia puntajes S4 - S0.

Estudiante	S0	S4	Diferencia
P1	1.5	3.25	1.75
P2	3.75	3.25	-0.50
P3	1.75	3.25	1.50
P4	2.25	4.00	1.75
P5	2.75	5.00	2.25
P6	2.75	3.75	1.00
P7	2.5	3.75	1.25
P8	2.25	3.75	1.50
P9	2.75	3.25	0.50

Ordenar las diferencias de menor a mayor:

[-0.5, 0.5, 1.0, 1.25, 1.5, 1.5, 1.75, 1.75, 2.25]

Calcular la media de las diferencias:

$$\bar{x} = \frac{1.75 + (-0.5) + 1.5 + 1.75 + 2.25 + 1.0 + 1.25 + 1.5 + 0.5}{9} = 1.1$$

Calcular la suma de cuadrados respecto a la media ( $S^2$ ):

$$S^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 = 5.43$$

Aplicar la fórmula del estadístico W:

$$W = \frac{(\sum a_i * (x_{n+1-i} - x_i))^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{1.76^2}{5.43} = 0.573$$

Al calcular el estadístico W mediante la fórmula de la prueba de Shapiro-Wilk y utilizando los coeficientes tabulados para una muestra de tamaño 9, se obtuvo un valor aproximado de  $W \approx 0.573$ , lo cual permite observar que las diferencias individuales entre las sesiones S0

y S4 no presentan una desviación significativa respecto a lo que se esperaría en una distribución normal.

Adicionalmente se aplica la prueba de Levene, que se utiliza para evaluar si varias muestras tienen varianzas iguales, lo que se conoce como homogeneidad de varianzas.

Mediana S0 = 2.50

Mediana S4 = 3.75

*Tabla 5-11. Desvíos respecto a la mediana*

Mediana S0 (2.5)	Desvío Absoluto(S0)	Mediana S4 (3.75)	Desvío Absoluto(S0)
1.50	1.00	3.25	0.50
3.75	1.25	3.25	0.50
1.75	0.75	3.25	0.50
2.25	0.25	4.00	0.25
2.75	0.25	5.00	1.25
2.75	0.25	3.75	0.00
2.50	0.00	3.75	0.00
2.25	0.25	3.75	0.00
2.75	0.25	3.25	0.50

Cálculo de las medias de los desvíos de S0

$$\bar{Z}_{S0} = \frac{1.00 + 1.25 + 0.75 + 0.25 + 0.25 + 0.25 + 0.00 + 0.25 + 0.25}{9} = \frac{4.25}{9} = 0.4722$$

Cálculo de las medias de los desvíos de S0

$$\bar{Z}_{S1} = \frac{0.50 + 0.50 + 0.50 + 0.25 + 1.25 + 0.00 + 0.00 + 0.00 + 0.50}{9} = \frac{3.5}{9} = 0.3889$$

Suma de cuadrados entre grupos

$$SS_{interrupal} = n_i * (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2$$

Donde  $\bar{Z}$  es la media global

$$\bar{Z}_{global} = \frac{4.25 + 3.50}{18} = \frac{7.75}{18} = 0.4306$$

n=9 en cada grupo

$$SS_{intragrupal} = 9 * (0.4722 - 0.4306)^2 + 9 * (0.3889 - 0.4306)^2 = 0.0315$$

Suma de cuadrado dentro de los grupos

$$SS_{intragrupal} = \sum (Z_i - \bar{Z}_i)^2$$

Tabla 5-12. Suma de cuadrados entre grupos.

SS <sub>S0</sub>	SS <sub>S4</sub>
$(1.00 - 0.4722)^2 = 0.2785$	$(0.50 - 0.3889)^2 = 0.0123$
$(1.25 - 0.4722)^2 = 0.6026$	$(0.50 - 0.3889)^2 = 0.0123$
$(0.75 - 0.4722)^2 = 0.0771$	$(0.50 - 0.3889)^2 = 0.0123$
$(0.25 - 0.4722)^2 = 0.0493$	$(0.25 - 0.3889)^2 = 0.0193$
$(0.25 - 0.4722)^2 = 0.0493$	$(1.25 - 0.3889)^2 = 0.7415$
$(0.25 - 0.4722)^2 = 0.0493$	$(0.00 - 0.3889)^2 = 0.1512$
$(0.00 - 0.4722)^2 = 0.2229$	$(0.00 - 0.3889)^2 = 0.1512$
$(0.25 - 0.4722)^2 = 0.0493$	$(0.00 - 0.3889)^2 = 0.1512$
$(0.25 - 0.4722)^2 = 0.0493$	$(0.50 - 0.3889)^2 = 0.0123$
1.3784	1.263

$$SS_{intragrupal} = 1.3784 + 1.263 = 2.705$$

Cálculo del estadístico F (Levene)

$$F = \frac{MS_{intergrup\text{al}}}{MS_{intra\text{grup\text{al}}}} = \frac{SS_{intergrup\text{al}}/(K - 1)}{SS_{intra\text{grup\text{al}}}/(N - K)}$$

Donde:

K = 2 grupos

N = 18 (total de observaciones)

$$F = \frac{0.0.15/1}{2.705/16} = 0.1862$$

Dado que el p-valor, 0.67 para 1 grado de libertad es mayor a 0.05 y el valor del estadístico F es 0.1862, se concluye que las muestras son homogéneas, por tanto es válido aplicar la prueba t de Student.

Se concluye entonces que los datos analizados muestran un comportamiento compatible con la normalidad, haciendo posible aplicar pruebas tales como prueba t de Student.

## 5.5 Análisis de resultados.

Los resultados obtenidos durante la implementación del piloto evidencian el impacto positivo de la estrategia didáctica basada en gamificación e IoT en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas, al observarse mejoras en los desempeños asociados a la competencia a lo largo de las cinco sesiones de trabajo.

El análisis comparativo de los puntajes promedio alcanzados en las sesiones muestra una progresión favorable, tendencia confirmada mediante la aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas, la cual arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes de las sesiones S0 y S4, así como entre S1 y S4 ( $p < 0.05$ ). Esto sugiere que los estudiantes asimilaron los contenidos propuestos y además desarrollaron habilidades prácticas para abordar y solucionar problemas desde un enfoque estructurado.

En conclusión, los resultados del uso integrado de ABPROY, tecnologías habilitadoras como el Internet de las Cosas (IoT) y elementos de gamificación demostró un impacto positivo en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas. Esta combinación metodológica promovió un aprendizaje activo y contextualizado y también incentivó la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos técnicos en la solución de situaciones realista.

## 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo y validación de la estrategia didáctica propuesta, orientada al mejoramiento de la capacidad de resolución de problemas en estudiantes de educación media mediante la integración de gamificación y tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, permite sintetizar las siguientes conclusiones.

La combinación de metodologías de enseñanza activas como el ABPROY, elementos de gamificación y la implementación de prototipos mediante tecnologías 4.0 como IoT, demostró tener un impacto positivo en el mejoramiento de la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes de educación media.

Los resultados de la implementación de las sesiones de trabajo evidenciaron una tendencia al alza en los promedios de desempeño de los estudiantes, demostrado por el análisis estadístico realizado mediante la prueba t de Student para muestras pareadas, el cual reveló diferencias significativas en el desempeño entre las sesiones iniciales (S0 y S1) y la sesión final (S4), permitiendo afirmar el efecto positivo de la estrategia y valida la hipótesis planteada, con respecto al impacto positivo en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

La estrategia didáctica propuesta se alinea efectivamente con los estándares nacionales para el área de tecnología e informática en Colombia, particularmente con la Guía No. 30 del Ministerio de Educación Nacional, que considera la solución de problemas y el diseño como procesos centrales. La correspondencia entre los elementos básicos de resolución de problemas definidos por la OCDE y los desempeños de la Guía 30 fortalece la pertinencia curricular de la propuesta.

A partir de las conclusiones obtenidas y considerando que el estudio se realizó como un piloto con una muestra y duración limitadas, se proponen las siguientes líneas de trabajo futuro:

1. Implementar la estrategia didáctica con muestras más amplias y diversas de estudiantes en diferentes instituciones educativas y contextos socioeconómicos para confirmar la generalización de los resultados obtenidos en el piloto.
2. Realizar estudios de mayor duración, por ejemplo, un semestre o un año escolar completo, con el objetivo de evaluar el impacto a largo plazo de la estrategia en la consolidación y el uso continuo de la competencia de resolución de problemas.
3. Investigar cómo esta estrategia didáctica influye en el desarrollo de otras competencias, además de resolución de problemas, como pensamiento crítico, creatividad, colaboración, la comunicación, y trabajo en equipo, las cuales son fomentadas por las metodologías activas y las tecnologías 4.0.
4. Adaptar la estrategia a otros niveles educativos, como educación básica primaria o educación técnica, ajustando la complejidad de los problemas, las tecnologías y los elementos de gamificación a las características de cada nivel.
5. Desarrollar y refinar la estrategia basado en la retroalimentación dada por docentes y estudiantes durante implementaciones futuras, incluyendo la incorporación de otras tecnologías como realidad virtual y aumentada.
6. Desarrollar programas de formación específicos para capacitar a los docentes en el uso de esta estrategia, las metodologías activas asociadas, las tecnologías 4.0 y la integración efectiva de la gamificación en sus prácticas pedagógicas, crucial para la implementación exitosa y sostenible de la propuesta y para lograr la transformación curricular necesaria.
7. Evaluar el impacto de los elementos de gamificación, definiéndolos como variables independientes.
8. Definir un grupo experimental y un grupo de control para hacer comparaciones de resultados entre dichos grupos.

## 7 REFERENCIAS

- Akbar, A., Disman, & Kusnendi. (2020). *The Role of Problem Solving, Problem-Based Learning, and Critical Thinking in the Era of Globalization*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200130.070>
- Ávalos Dávila, C. (2016). Propuesta de estrategias didácticas para la formación en investigación mediante el uso de herramientas tecnológicas. *Innovaciones Educativas*, 18(24). <https://doi.org/10.22458/ie.v18i24.1505>
- Aziz Hussin, A. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3). <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v6n.3p.92>
- Babori, A., Fassi, H. F., Hariri, A., Bideq, M., & Zaid, A. (2017a). Using problem-based learning environment to enhance algorithmic problem-solving skill. *Proceedings - 2016 Global Summit on Computer and Information Technology, GSCIT 2016*, 60–65. <https://doi.org/10.1109/GSCIT.2016.10>
- Babori, A., Fassi, H. F., Hariri, A., Bideq, M., & Zaid, A. (2017b). Using problem-based learning environment to enhance algorithmic problem-solving skill. *Proceedings - 2016 Global Summit on Computer and Information Technology, GSCIT 2016*, 60–65. <https://doi.org/10.1109/GSCIT.2016.10>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Inter-American Development Bank.
- Bistak, P., Moezzi, R., Semerar, F., & Nicassio, G. (2020). Teaching IoT Using Raspberry Pi Based RC-Car. *Cybernetics & Informatics (K&I)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/KI48306.2020.9039881>.
- Camargo Zamata, P. M. (2018). Estrategias de aprendizaje: herramienta didáctica para autorregular el aprendizaje. *Educación*, 24(1). <https://doi.org/10.33539/educacion.2018.v24n1.1319>
- Chatarajupalli, S., Bhanu, P. T. V., & Reddy K., S. (2010). Leveraging technology for creating awareness of problem-solving skills to engineering students. *2010 International Conference on Technology for Education, T4E 2010*, 238–239. <https://doi.org/10.1109/T4E.2010.5550107>
- Contreras, R. S., & Eguia, J. L. ed. (2018). *Experiencias de gamificación en aulas*. <https://ddd.uab.cat/record/188188>
- Crespo, R., Lopez-Caudana, E., & Ponce, P. (2019). An Immersive Week for Undergraduate Engineering Students for Developing IoT Competencies A Case Study at Tecnológico de Monterrey in Mexico. *Proceedings of the 2019 IEEE 11th International Conference on Engineering Education, ICEED 2019*, 90–95. <https://doi.org/10.1109/ICEED47294.2019.8994959>
- Cuchillac, V. M. (2023). La enseñanza de IoT como estrategia para desarrollar competencias técnicas para la Industria 4.0. *Realidad y Reflexión*, 1(57), 15–38. <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i57.16694>
- Escobar, T. (2020). *A gamification-based approach for learning IoT*.

- Feo Mora, R. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias Pedagógicas*. Nº 16 (2010): 221-236, 16. <https://doi.org/10.15366/tp2010.16.012>
- Fonseca Camargo, A., & Ahumada Melendez, L. (2021). Tecnologías 4.0: El Desafío De La Educación Media En Colombia. *Societas*, 23(1), 1–29. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3411855001/index.html>
- González, L., Sofía, O., Laguía, D., Gesto, E., & Karim, H. (2020). Internet del Futuro – Estudio de tecnologías IoT. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 12(3), 105–137. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v12.n3.744>
- González-pérez, L. I., & Ramírez-montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- González-Pérez, L.-I., Ramírez Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2022). Habilitadores tecnológicos 4.0 para impulsar la educación abierta: aportaciones para las recomendaciones de la UNESCO. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2). <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33088>
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, J., Graesser, A. C., & Martin, R. (2014). Domain-general problemsolving skills and education in the 21 st century. *Educational Research Review*, 13, 74–83. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2014.10.002>
- Hager, P., Holland, S., & Beckett, D. (2002). *Enhancing the learning and employability of graduates: the role of generic skills*. Business/Higher Education Round Table.
- Hernández Menéndez, M., & Morales Menendez, R. (2016). Current Trends in Competency Based Education. *World Journal of Engineering and Technology*, 4(3), 193–199. <https://doi.org/10.4236/WJET.2016.43D023>
- Ismail, W., Ali Saifuddin, W. O., & Noraini, H. (2017). Critical Thinking and ProblemSolving Skills Among Engineering Students at Public Universities in Malaysia. *2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, 262–267. <https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8466969>
- ITU. (2005). ITU Internet report 2005: The internet of things. *ITU Internet Report 2005*.
- Jiménez González, A., & Robles Zepeda, F. J. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. *EDUCATECONCIENCIA*, 9(10). <https://doi.org/10.58299/edu.v9i10.218>
- Jin, T., & Yu, Z. (2021). The exploration of applying gamificationalized mobile learning concept in the field of education. *ACM International Conference Proceeding Series*, 366–369. <https://doi.org/10.1145/3456887.3456969>
- Khoiriyah, A. J., & Husamah, H. (2018a). Problem-based learning: Creative thinking skills, problem-solving skills, and learning outcome of seventh grade students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 4(2), 151–160. <https://doi.org/10.22219/JPBI.V4I2.5804>

- Khoiriyah, A. J., & Husamah, H. (2018b). Problem-based learning: Creative thinking skills, problem-solving skills, and learning outcome of seventh grade students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 4(2), 151–160. <https://doi.org/10.22219/JPBI.V4I2.5804>
- Kim, J. Y., Choi, D. S., Sung, C. S., & Park, J. Y. (2018). The role of problem solving ability on innovative behavior and opportunity recognition in university students. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40852-018-0085-4>
- Kim, Y. S. (2020). Teaching Cyber Physical System Co-design: IoT on an FPGA Approach. *IEEE International Conference on Electro Information Technology, 2020-July*, 162–165. <https://doi.org/10.1109/EIT48999.2020.9208299>
- Kumar, N. M., & Mallick, P. K. (2018). The Internet of Things: Insights into the building blocks, component interactions, and architecture layers. *Procedia Computer Science*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.170>
- Masero Moreno, I. C., Camacho Peñalosa, M. E., & Vázquez Cueto, M. J. (2018). Cómo evaluar conocimientos y competencias en la resolución matemática de problemas en el contexto económico a través de rúbricas. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 21(1). <https://doi.org/10.6018/reifop.21.1.277981>
- Mavroudi, A., Divitini, M., & Kvittem, D. (2018). *Designing IoT applications in lower secondary schools*. 11–20.
- Mehadi, R. (2019). 21st Century Skill “Problem Solving”: Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 64–74. <https://doi.org/10.34256/AJIR1917>
- Meléndez, S., & Gómez, L. J. (2008). LA PLANIFICACIÓN CURRICULAR EN EL AULA. UN MODELO DE ENSEÑANZA POR COMPETENCIAS. *Laurus*, 14, 367–392. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111491018>
- Mellon, N., Ramli Mahirah, R., & Ekmi Rabat, N. (2017). Instilling the 4Cs of 21st century skills through integrated project via Cooperative Problem Based Learning (CPBL) for chemical engineering students. *2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, 17–20. <https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8467123>.
- Mendizábal Bermúdez, G., Esther, A., & Ferrer, E. (2021). *El reto de la educación 4.0: competencias laborales para el trabajo emergente por la covid-19*. 10. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v10i19.242>
- Mijailović, Đ., Đorđević, A., Stefanovic, M., Vidojević, D., Gazizulina, A., & Projović, D. (2021). A cloud-based with microcontroller platform system designed to educate students with digitalization and the industry 4.0 paradigm. *Sustainability (Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212396>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Ser competente en tecnología: ¿una necesidad para el desarrollo! Orientaciones generales para la educación en tecnología Serie guías No*

- 30(Ministerio de Educación Nacional, Ed.). Ministerio de Educación Nacional. [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-340033\\_archivo\\_pdf\\_Orientaciones\\_grales\\_educacion\\_tecnologia.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-340033_archivo_pdf_Orientaciones_grales_educacion_tecnologia.pdf)
- Molnar, A. (2018). Theeffectof interactive digital storytelling gamification on microbiologyclassroom interactions. *ISEC 2018 - Proceedings ofthe 8th IEEE Integrated STEM Education Conference, 2018-Janua*, 243–246. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2018.8340493>
- Morchid, A., Said, Z., Abdelaziz, A. Y., Siano, P., &Qjidaa, H. (2025). FuzzyLogic-Based IoT System for OptimizingIrrigationwith Cloud Computing: Enhancing Water Sustainability in Smart Agriculture. *Smart Agricultural Technology*, 100979. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100979>
- OECD. (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problemsolving and financialliteracy. In *OECD Report*. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Omiya, T., Fall, D., &Kadobayashi, Y. (2019). IoT-Poly: An IoT securitygamepracticetool for learnersmotivation and skills acquisition. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3364510.3364519>
- Ong, S. L., & Ling, J. P. W. (2020). Low-cost educationalrobotics car promotes STEM learning and 21st century skills. *Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2020*, 467–473. <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368487>
- Ota, K., Nakajima, T., & Suda, H. (2020). A Short-TermCourseof STEAM Education through IoT Exercises for High School Students. *Proceedings - 2020 IEEE 44th AnnualComputers, Software, and Applications Conference, COMPSAC 2020*, 153–157. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC48688.2020.00028>
- Pérez, Y., & Ramírez, R. M. (2011). *Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos Mathssolvingproblemstrategies. Theoretical and methodologicalfoundations*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:124732446>
- Rodrigues, R., Ferreira, P., Prada, R., Paulino, P., &Simao, A. M. V. (2019). Festarola: A game for improvingproblemsolvingstrategies. *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications, VS-Games 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864524>
- Rodríguez, M. (2012). Resolución de problemas. M. Pochulu y M. Rodríguez (Comps.). *Educación Matemática. Aportes a La Formación Docente Desde Distintos Enfoques Teóricos. Los Polvorines: Ediciones UNGS y EDUVIM*, 153–174.
- Scherer, R., & Beckmann, J. F. (2014). Theacquisitionofproblemsolvingcompetence: evidencefrom 41 countriesmath and science education matters. *Large-ScaleAssessments in Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0010-7>

- Severino Parra, C., FLORES CONTRERAS, J., VÁZQUEZ TZITZIHUA, L., SÁNCHEZ VÁZQUEZ, V., ROSAS FUENTES, L., LÓPEZ CRUZ, M., FLORES SERRANO, M., & TOBÓN GALICIA, L. (2019). *INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIA 4.0 Y TECNOLOGÍA INTELIGENTE* (R. I. D. A. DE INVESTIGACIÓN, Ed.). <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi41fPip-WCAxVWTTABHUHoDR8QFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2F Fredibai-my d.org%2Fportal%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F01%2F8617-41-8.pdf&usg=AOvVaw0jVILZGfNQU-pjPpLW59U6&opi=89978449>
- Shaurya, Som, S., & Rana, A. (2020). IoT Based Educational Model for Better Teaching-Learning Environment. *ICRITO 2020 - IEEE 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)*, 824–828. <https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197852>
- Subhash, S., & Cudney, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87, 192–206. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>
- Susiana, E. (2010). IDEAL problemsolving dalampembelajaranpatematika. *Kreano Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 73–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/kreano.v1i2.149>
- Tamashiro, M. A. (2021). How do we teach Emerging Technologies in K-9 Education? *Proceedings of Interaction Design and Children, IDC 2021*, 637–640. <https://doi.org/10.1145/3459990.3463402>
- Todoriki, T., Kayama, M., Tachi, N., Nagai, T., Futagami, T., & Asume, T. (2019). Proposal of IoT based learning material and its management system for primary/secondary education. *ACM International Conference Proceeding Series*, 168–171. <https://doi.org/10.1145/3369199.3369213>
- Trilles, S., Monfort-Muriach, A., Gomez-Cambronero, A., & Granell, C. (2022). Sucre4Stem: proyectos colaborativos mediante dispositivos IoT para el alumnado de secundaria y pre-universitario. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 17(2), 150–159. <https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3166854>
- Trujillo Sáez, F.-J. (2015). Aprendizaje basado en proyectos: Infantil, Primaria y Secundaria. *Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*, 1–15. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/83725>
- UE. (2005). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. *DeSeCo*, 1–20. <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf>
- Viana, H. D. G., De Lima Sobreira, P., Santiago, L. M. S., Abijaude, J. W., El Guemhioui, K., Wahab, O. A., Da Costa Wanderley, V., & Greve, F. (2021). Boosting high school students' learning experience from a block-implemented Internet of Things experimentation. *EDUNINE 2021 - 5th IEEE World Engineering Education Conference: The Future of Engineering Education:*

*Current Challenges and Opportunities, Proceedings.*  
<https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429105>

Yamao, E., & Lescano, N. L. (2020). Smart Campus as a learning platform for Industry 4.0 and IoT ready students in higher education. *Proceedings of the 2020 IEEE International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education, ICACIT 2020.*  
<https://doi.org/10.1109/ICACIT50253.2020.9277679>

Zárate-Moedano, R., Canchola-Magdaleno, S. L., & Suarez-Medellín, J. (2022). Estrategias didácticas y tecnología utilizada en la enseñanza de las ciencias. Una revisión sistemática. *IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH, 13.*  
[https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1396](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1396)