

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



T E S I S

Influencia del uso Tecnología Electrónica Arduino nano en el proceso de enseñanza significativa a los estudiantes del 1er grado de secundaria de la I.E. Libertadores Simón Bolívar – Junín

Para optar el grado académico de Maestro en:

Didáctica y Tecnología de la Información y Comunicación

Autor:

Bach. Renzon Cesar SAMANIEGO RICRA

Asesor:

Dr. Oscar SUDARIO REMIGIO

Cerro de Pasco - Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



T E S I S

Influencia del uso Tecnología Electrónica Arduino nano en el proceso de enseñanza significativa a los estudiantes del 1er grado de secundaria de la I.E. Libertadores Simón Bolívar – Junín

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Percy Nestor ZAVALA ROSALES
PRESIDENTE

Mg. Miguel Angel VENTURA JANAMPA
MIEMBRO

Dr. Litman Pablo PAREDES HUERTA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Escuela de Posgrado
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 129-2025- DI-EPG-UNDAC

La Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:
Renson César SAMANIEGO RICRA

Escuela de Posgrado:
MAESTRIA EN DIDÁCTICA Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Tipo de trabajo:
TESIS

TÍTULO DEL TRABAJO:
"INFLUENCIA DEL USO TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA ARDUINO NANO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA SIGNIFICATIVA A LOS ESTUDIANTES DEL 1ER GRADO DE SECUNDARIA DE LA I.E. LIBERTADORES SIMÓN BOLÍVAR – JUNÍN"

ASESOR (A): Dr. Oscar SUDARIO REMIGIO

Índice de Similitud:
2%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 05 de setiembre del 2025



Firmado digitalmente por BALDEON
DIEGO Jheysen Luis FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.09.2025 15:14:40 -05:00

DOCUMENTO FIRMADO DIGITALMENTE
Dr. Jheysen Luis BALDEON DIEGO
DIRECTOR

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mi esposa María Córdova Llanos, quienes sembraron en mí la pasión por la educación y me enseñaron que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para alcanzar las metas más valiosas. Su apoyo incondicional ha sido el sostén fundamental durante este proceso académico.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, sabiduría y perseverancia para afrontar los desafíos que surgieron durante este proceso de investigación, guiándome en cada paso del camino.

Mi especial gratitud a mi asesor de tesis, Dr. Oscar Sudario, por su inestimable orientación, paciencia y dedicación. Sus valiosos consejos y su constante apoyo fueron fundamentales para estructurar y desarrollar esta investigación con rigor académico.

Al director de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar de Junín, por abrir las puertas de su institución y facilitar todos los recursos necesarios para la implementación de este proyecto. Asimismo, a los docentes por su disponibilidad y compromiso durante todo el proceso de intervención.

A los estudiantes del primer grado de secundaria, protagonistas esenciales de esta investigación, mi gratitud por su entusiasmo, dedicación y apertura para experimentar con nuevas formas de aprendizaje.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mi familia, cuyo amor incondicional, comprensión y apoyo constante han sido el pilar fundamental que me sostuvo durante todo este proceso.

A todos ustedes, mi eterna gratitud.

RESUMEN

Esta investigación abordó la interrogante: ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el *aprendizaje* significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar - Junín? El objetivo principal fue determinar la influencia de Arduino nano en el aprendizaje significativo, evaluando específicamente su impacto en conocimientos conceptuales, habilidades procedimentales y resolución de problemas. Se implementó un diseño cuasi-experimental con pre-test y post-test, trabajando con 50 estudiantes de primer grado distribuidos en grupos experimental y control. Los datos se recolectaron mediante una prueba objetiva, analizándose a través de pruebas t de Student. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) favorables al grupo experimental, que mostró un incremento del 71.3% en aprendizaje global frente al 25.1% del grupo control. El impacto fue particularmente notable en resolución de problemas (147.1% de mejora). Se concluye que Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes, constituyendo una herramienta pedagógica efectiva para desarrollar capacidades científico-tecnológicas, especialmente en contextos educativos con recursos limitados.

Palabras clave: Tecnología Electrónica Arduino nano, aprendizaje significativo.

ABSTRACT

This research addressed the question: How does Arduino nano electronic technology influence the meaningful learning of first-year secondary school students at the Libertadores Simón Bolívar Educational Institution in Junín? The main objective was to determine the influence of Arduino nano on meaningful learning, specifically evaluating its impact on conceptual knowledge, procedural skills, and problem-solving. A quasi-experimental design with pre- and post-tests was implemented, working with 50 first-grade students distributed into experimental and control groups. Data were collected through an objective test and analyzed using Student's t-tests. The results showed statistically significant differences ($p < 0.01$) favoring the experimental group, which showed a 71.3% increase in overall learning compared to 25.1% for the control group. The impact was particularly notable in problem-solving (147.1% improvement). It is concluded that Arduino nano significantly influences students' meaningful learning, constituting an effective pedagogical tool for developing scientific and technological skills, especially in educational contexts with limited resources.

Keywords: Arduino nano Electronic Technology, meaningful learning.

INTRODUCCIÓN

En la era digital contemporánea, los avances tecnológicos transforman constantemente las formas en que comprendemos, interactuamos y educamos. La educación, tradicionalmente resistente al cambio, experimenta hoy una revolución impulsada por herramientas tecnológicas que prometen mejorar significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre estas innovaciones, las plataformas de hardware abierto como Arduino destacan por su potencial para revolucionar la enseñanza de ciencias y tecnología, particularmente en contextos educativos con recursos limitados. El presente estudio explora la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de estudiantes de primer grado de secundaria en una institución educativa peruana, buscando evidencia empírica sobre cómo esta herramienta puede transformar la comprensión conceptual, las habilidades procedimentales y las actitudes hacia el aprendizaje científico-tecnológico.

La educación en ciencia y tecnología enfrenta desafíos considerables en América Latina y particularmente en el Perú. Los resultados de evaluaciones internacionales como PISA 2018 revelan que los estudiantes peruanos obtienen puntuaciones significativamente inferiores al promedio de la OCDE en ciencias y resolución de problemas, ubicándose en los últimos lugares entre los países participantes. Este escenario refleja una problemática multifactorial que incluye metodologías predominantemente expositivas, desconexión entre teoría y práctica, y escasos recursos educativos para la experimentación. La Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) de 2019 refuerza esta preocupación al mostrar que apenas el 14.1% de los estudiantes de segundo de secundaria alcanzaron niveles satisfactorios en el área de Ciencia y Tecnología a nivel nacional, cifra que disminuye en regiones alejadas como Junín.

En este contexto, la Tecnología Electrónica Arduino se presenta como una alternativa prometedora. Arduino es una plataforma de hardware y software libre diseñada para facilitar la creación de proyectos electrónicos interactivos, con características que la hacen

especialmente adecuada para entornos educativos: bajo costo, facilidad de uso, naturaleza interdisciplinaria y capacidad para materializar conceptos abstractos en proyectos tangibles. El Arduino nano, versión compacta de esta tecnología, ofrece funcionalidades completas en un formato reducido y económico, ideal para su implementación en instituciones educativas con presupuestos limitados.

La investigación sobre la efectividad de Arduino en contextos educativos ha ganado impulso en la última década. Estudios recientes como el de Ramírez-Montoya et al. (2022) en España demostraron diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de competencias STEM favorables a estudiantes que utilizaron Arduino, con un tamaño del efecto considerable ($d=0.78$). Similmente, Dharmawan et al. (2023) encontraron que las actividades de indagación basadas en Arduino mejoraron significativamente la comprensión conceptual y la motivación hacia las ciencias en estudiantes indonesios, concluyendo que estas experiencias multisensoriales facilitan la construcción de modelos mentales más robustos y transferibles.

En el contexto peruano, investigaciones como la de Huamán-Ccama (2023) en zonas rurales de Ayacucho y Quispe-Lovón et al. (2022) en la región Junín han comenzado a explorar la efectividad de Arduino en la educación básica, reportando resultados preliminares prometedores. Sin embargo, estas investigaciones se han centrado principalmente en competencias curriculares específicas, dejando un vacío respecto al impacto de Arduino en los procesos más profundos del aprendizaje significativo según la teoría de Ausubel.

El problema específico que aborda este estudio radica en la desconexión persistente entre los contenidos curriculares de ciencia y tecnología y su aplicación en contextos significativos para los estudiantes. En la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar de Junín, el diagnóstico institucional realizado en 2020 evidenció que el 82% de los estudiantes de primer grado de secundaria manifestaban dificultades significativas para comprender y aplicar conceptos fundamentales de circuitos eléctricos y electrónicos. Las observaciones de

clase documentadas por el equipo directivo revelaron que aproximadamente el 85% de las sesiones de aprendizaje en el área de Ciencia y Tecnología mantenían un enfoque predominantemente teórico, con escasa experimentación y limitada aplicación práctica. Esta situación se refleja en los bajos niveles de motivación e interés hacia las asignaturas científicas, comprometiendo seriamente el desarrollo de aprendizajes significativos en esta área crucial para el desarrollo de competencias del siglo XXI.

El propósito central de esta investigación es determinar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar de Junín. Específicamente, el estudio busca: (1) establecer la influencia de Arduino nano en la adquisición de conocimientos conceptuales relacionados con la electrónica básica; (2) determinar su impacto en el desarrollo de habilidades procedimentales para la manipulación de componentes electrónicos y la resolución de problemas técnicos; y (3) analizar su efecto en las actitudes y valores hacia el aprendizaje científico-tecnológico.

Las preguntas que guían esta investigación son: ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes? ¿Cómo impacta en la adquisición de conocimientos conceptuales, el desarrollo de habilidades procedimentales y las actitudes hacia el aprendizaje? Partiendo de estas interrogantes, la hipótesis general sostiene que la Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes, facilitando la construcción de conexiones entre conocimientos previos y nuevos, y promoviendo la transferencia de aprendizajes a situaciones novedosas.

Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental, trabajando con un grupo experimental (25 estudiantes) que participará en un programa de intervención con Arduino nano, y un grupo control (25 estudiantes) que seguirá

la metodología tradicional. Ambos grupos serán evaluados mediante pre-test y post-test utilizando una prueba objetiva para medir conocimientos conceptuales y una lista de cotejo para evaluar habilidades procedimentales. La intervención se desarrollará durante diez semanas, implementando proyectos de complejidad progresiva integrados al currículo de ciencia y tecnología.

La relevancia de esta investigación se manifiesta en varias dimensiones. Teóricamente, contribuye al corpus de conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes en entornos educativos y su impacto en el aprendizaje significativo, estableciendo puentes entre teorías constructivistas y su aplicación en contextos educativos peruanos. Desde una perspectiva práctica, ofrece a docentes e instituciones educativas estrategias concretas, secuencias didácticas validadas empíricamente y evidencia sobre la efectividad de Arduino como herramienta pedagógica accesible y versátil. Metodológicamente, desarrolla y valida instrumentos específicos para medir el impacto de tecnologías emergentes en las diferentes dimensiones del aprendizaje significativo, proporcionando herramientas para futuras investigaciones en este campo.

La principal contribución esperada es proporcionar evidencia rigurosa sobre cómo plataformas tecnológicas accesibles como Arduino pueden servir como puentes entre la teoría educativa y su aplicación práctica en contextos con recursos limitados, democratizando el acceso a una educación tecnológica de calidad. Los resultados podrían informar políticas educativas regionales y nacionales sobre la integración de tecnologías emergentes en el currículo, así como orientar programas de formación docente en el área de ciencia y tecnología.

La estructura de esta tesis se organiza en cuatro capítulos. El Capítulo I aborda el problema de investigación, presentando su identificación y delimitación, formulando las preguntas y objetivos de investigación, y exponiendo la justificación y limitaciones del estudio. El Capítulo II desarrolla el marco teórico, revisando antecedentes nacionales e internacionales,

presentando las bases teóricas que fundamentan la investigación, definiendo términos básicos y estableciendo las hipótesis y variables de estudio. El Capítulo III detalla la metodología, describiendo el tipo, nivel y diseño de investigación, caracterizando la población y muestra, especificando las técnicas e instrumentos utilizados, y explicando los procedimientos para el procesamiento y análisis de datos. Finalmente, el Capítulo IV presenta y discute los resultados obtenidos, contrastándolos con estudios previos y el marco teórico, para culminar con conclusiones y recomendaciones que sintetizan los hallazgos principales y sugieren líneas de acción futura.

La presente investigación aspira a contribuir significativamente a la comprensión de cómo las tecnologías emergentes pueden transformar los procesos educativos, particularmente en contextos con recursos limitados, abriendo nuevas posibilidades para una educación científica y tecnológica más equitativa, relevante y efectiva en el Perú.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	5
1.3.	Formulación del problema	7
1.3.1.	Problema general	7
1.3.2.	Problemas específicos	7
1.4.	Formulación de objetivos.....	8
1.4.1.	Objetivo general.....	8
1.4.2.	Objetivos específicos	8
1.5.	Justificación de la investigación	9
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	10

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	12
------	------------------------------	----

2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	12
2.1.2.	Antecedentes nacionales	15
2.1.3.	Antecedentes locales.....	19
2.2.	Bases teóricas - científicas	21
2.2.1.	Tecnología Electrónica Arduino	21
2.2.2.	Historia y evolución de Arduino.....	23
2.2.3.	Características técnicas y funcionales del Arduino nano.....	26
2.2.4.	Programación básica en Arduino IDE	28
2.2.5.	Componentes electrónicos y su aplicación educativa.....	31
2.2.6.	Dimensiones de la Tecnología Electrónica Arduino nano.....	34
2.2.7.	Aprendizaje significativo	38
2.2.8.	Construccionismo de Seymour Papert	41
2.2.9.	Teoría sociocultural de Vygotsky y zona de desarrollo próximo	44
2.2.10.	Teoría de las inteligencias múltiples de Gardner	47
2.2.11.	Dimensiones del aprendizaje significativo	50
2.2.12.	Aprendizaje significativo en contextos tecnológicos.....	54
2.3.	Definición de términos básicos	57
2.4.	Formulación de hipótesis	60
2.4.1.	Hipótesis general.....	60
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	60
2.5.	Identificación de variables	60
2.5.1.	Variable Independiente	60
2.5.2.	Variable Dependiente.....	61
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	61

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	64
3.2.	Nivel de investigación.....	64
3.3.	Métodos de investigación.....	64
3.4.	Diseño de investigación	65
3.5.	Población y muestra	65
3.5.1.	Población.....	65
3.5.2.	Muestra	66
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
3.6.1.	Técnicas de Investigación	67
3.6.2.	Instrumentos de Investigación	67
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	68
3.7.1.	Selección de los instrumentos	68
3.7.2.	Validación de los instrumentos	69
3.7.3.	Confiabilidad de los instrumentos	70
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	71
3.9.	Tratamiento estadístico	74
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	76

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	78
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	80
4.2.1.	Resultados descriptivos del Pres-test	80
4.2.2.	Resultados descriptivos del Post-test	84

4.3.	Prueba de hipótesis.....	88
4.3.1.	Prueba de normalidad	88
4.3.2.	Hipótesis General.....	89
4.3.3.	Hipótesis específica 1	90
4.3.4.	Hipótesis específica 2	90
4.3.5.	Hipótesis específica 3	91
4.4.	Discusión de resultados.....	92

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Distribución de la población de estudiantes de primero a quinto grado	66
Tabla 2 Distribución de la muestra de estudiantes del primer grado	66
Tabla 3 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo.....	80
Tabla 4 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales.....	81
Tabla 5 Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales.....	82
Tabla 6 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje	83
Tabla 7 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo.....	84
Tabla 8 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales.....	85
Tabla 9 Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales.....	86
Tabla 10 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje	87
Tabla 11 Prueba t para muestras independientes - Aprendizaje significativo	89
Tabla 12 Prueba t para muestras independientes - Conocimientos conceptuales	90
Tabla 13 Prueba t para muestras independientes - Habilidades Procedimentales	91
Tabla 14 Prueba de muestras independientes - Actitudes y valores	91

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo	80
Figura 2 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales	81
Figura 3 Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales	82
Figura 4 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje.....	83
Figura 5 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo	84
Figura 6 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales	85
Figura 7 Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales	86
Figura 8 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje.....	87

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En el contexto de la educación secundaria, especialmente en áreas rurales y urbano-marginales, se evidencia una notable desconexión entre los contenidos curriculares de ciencias y tecnología y su aplicación práctica en la vida cotidiana de los estudiantes. Esta brecha compromete seriamente el desarrollo de aprendizajes significativos, limitando la capacidad de los educandos para construir conocimientos duraderos y transferibles a situaciones reales (Ausubel, 2002). La enseñanza tradicional, caracterizada por métodos predominantemente expositivos y memorísticos, ha generado una percepción negativa hacia asignaturas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), manifestándose en bajos niveles de motivación, comprensión deficiente de conceptos fundamentales y escaso desarrollo de competencias tecnológicas esenciales para el siglo XXI (Vázquez y Manassero, 2008).

Las consecuencias de esta problemática son múltiples y de amplio alcance: estudiantes con limitada capacidad para resolver problemas complejos, escaso desarrollo del pensamiento crítico y creativo, y una preocupante desvinculación entre

la formación académica y las demandas del mercado laboral contemporáneo. Esto resulta particularmente relevante considerando que, según proyecciones de la UNESCO (2016), aproximadamente el 65% de los niños que ingresan hoy a la educación primaria trabajarán en empleos que aún no han sido creados, muchos de los cuales requerirán habilidades tecnológicas avanzadas.

La situación en Latinoamérica refleja desafíos significativos en la incorporación efectiva de tecnologías educativas innovadoras. Según el informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), solo el 13% de las instituciones educativas de nivel secundario en la región implementan metodologías activas basadas en tecnologías emergentes como Arduino, robótica educativa o programación. Este panorama se agrava con los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) de 2018, donde los países latinoamericanos obtuvieron puntuaciones significativamente inferiores al promedio de la OCDE en ciencias y resolución de problemas, evidenciando deficiencias en la aplicación de conocimientos científicos en contextos prácticos (OCDE, 2019).

Estudios realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021) señalan que aproximadamente el 42% de los docentes latinoamericanos de educación secundaria reportan no poseer las competencias necesarias para integrar efectivamente herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica, mientras que un 67% indica no haber recibido capacitación específica para implementar metodologías basadas en aprendizaje por proyectos con componentes tecnológicos como Arduino o similares. Adicionalmente, Severin (2019) reporta que menos del 20% de las escuelas públicas en Latinoamérica cuentan con laboratorios adecuadamente equipados para desarrollar experiencias educativas con tecnologías emergentes, ampliando así la

brecha digital y limitando las oportunidades educativas de los estudiantes de contextos socioeconómicos menos favorecidos.

En el contexto peruano, la situación presenta características particulares. De acuerdo con el Censo Educativo del Ministerio de Educación del Perú (MINEDU, 2020), solo el 7.3% de instituciones educativas públicas de nivel secundario cuentan con laboratorios o espacios específicamente destinados al desarrollo de proyectos tecnológicos, cifra que disminuye a 3.2% en zonas rurales. La Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) de 2019 revela que únicamente el 14.1% de estudiantes de segundo de secundaria alcanzaron niveles satisfactorios en el área de Ciencia y Tecnología, evidenciando serias dificultades en la comprensión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos (UMC-MINEDU, 2020).

Investigaciones realizadas por Cueto y León (2020) indican que el 78% de los docentes peruanos de educación secundaria en el área de Ciencia y Tecnología mantienen prácticas pedagógicas tradicionales, con limitada incorporación de herramientas tecnológicas y escasa implementación de metodologías activas. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021), solo el 23.4% de instituciones educativas públicas de nivel secundario cuentan con conexión a internet de calidad, factor que obstaculiza significativamente la implementación de proyectos tecnológicos innovadores, particularmente en regiones alejadas como Junín, donde este porcentaje se reduce al 17.8%.

La Institución Educativa Libertador Simón Bolívar, ubicada en la región Junín, presenta una realidad que refleja y acentúa la problemática nacional. Según el diagnóstico institucional realizado en 2020, el 82% de los estudiantes de primer grado de secundaria manifestaron dificultades significativas para comprender y aplicar conceptos fundamentales de circuitos eléctricos y electrónicos, a pesar de estar

contemplados en el currículo nacional (I.E. Libertador Simón Bolívar, 2020). Los resultados académicos del año 2020 indican que solo el 31% de los estudiantes alcanzaron niveles satisfactorios en el área de Ciencia y Tecnología, mientras que el 69% restante se ubicó en niveles de inicio o proceso.

Las observaciones de clase documentadas por el equipo directivo durante el periodo 2019-2020 revelan que aproximadamente el 85% de las sesiones de aprendizaje en el área de Ciencia y Tecnología mantienen un enfoque predominantemente teórico, con escasa experimentación y limitada aplicación práctica de los conceptos estudiados (Torres, 2021). Adicionalmente, encuestas realizadas a los estudiantes de primer grado de secundaria indican que el 73% considera las clases de ciencias "poco motivadoras" y "desconectadas de su realidad", mientras que el 67% manifiesta interés por aprender mediante proyectos prácticos y actividades experimentales (Departamento Psicopedagógico I.E. Libertador Simón Bolívar, 2021).

Entre las posibles causas de esta problemática, diversos estudios señalan factores interrelacionados. Díaz-Barriga y Hernández (2010) identifican la persistencia de enfoques pedagógicos tradicionales como un factor determinante en la limitada generación de aprendizajes significativos en ciencias y tecnología. Por su parte, Area (2017) enfatiza la insuficiente formación docente en tecnologías emergentes, especialmente en contextos educativos de limitados recursos, como un obstáculo fundamental para la innovación pedagógica.

La escasez de recursos educativos adecuados constituye otra causa relevante. Según García-Valcárcel y Tejedor (2017), aproximadamente el 72% de instituciones educativas públicas en Latinoamérica carecen de materiales didácticos y tecnológicos suficientes para implementar metodologías activas basadas en tecnología, especialmente en áreas como electrónica, programación y robótica educativa.

Adicionalmente, Valdivia (2019) señala que las brechas de acceso digital, particularmente acentuadas en zonas rurales y periurbanas, limitan significativamente las oportunidades educativas de estudiantes en contextos vulnerables.

Finalmente, Coll (2018) identifica la fragmentación curricular y la desconexión entre teoría y práctica como factores determinantes en la dificultad para generar aprendizajes significativos en el ámbito científico-tecnológico. Esta perspectiva es complementada por investigaciones de Moreira (2017), quien argumenta que la ausencia de experiencias educativas centradas en la aplicación práctica y contextualizada del conocimiento constituye un obstáculo fundamental para el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en estudiantes de educación secundaria.

1.2. Delimitación de la investigación

- ***Delimitación Espacial:*** La presente investigación se desarrolló en la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar, ubicada en el Jr. San Martín 901 del distrito, provincia y región de Junín. Esta institución educativa de gestión pública atiende a estudiantes del nivel secundario y se encuentra en una zona urbana con características socioeconómicas de nivel medio-bajo. El estudio se llevó a cabo específicamente en las aulas designadas para el primer grado de secundaria y en el laboratorio, donde se implementarán las sesiones de aprendizaje basadas en la tecnología Arduino nano. La institución cuenta con una infraestructura básica y servicios de electricidad e internet con limitaciones de conectividad, aspectos que se considerarán durante la implementación del proyecto.
- ***Delimitación Temporal:*** El estudio se realizó durante el período comprendido entre setiembre y noviembre del año 2021, correspondiente al tercer trimestre del año escolar. La investigación abarcará un total de 10 semanas, distribuidas de la

siguiente manera: una semana inicial para la aplicación de pre-test a ambos grupos (experimental y control), ocho semanas para la implementación del programa de intervención con tecnología Arduino nano (aplicado únicamente al grupo experimental), y una semana final para la aplicación del post-test a ambos grupos y la recopilación de datos complementarios. Esta temporalidad permitirá evaluar el impacto de la intervención en un período suficiente para observar cambios significativos en el aprendizaje, sin interferir con los procesos de evaluación institucional de fin de año.

- ***Delimitación Poblacional:*** La población objeto de estudio está conformada por 197 estudiantes de educación secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar. Para efectos de la investigación, se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia, constituida por 50 estudiantes, distribuidos en dos grupos: Grupo experimental: 25 estudiantes pertenecientes a la sección A, quienes recibirán intervención pedagógica basada en el uso de tecnología electrónica Arduino nano. Grupo control: 25 estudiantes pertenecientes a la sección B, quienes continuarán con la metodología tradicional de enseñanza. Ambos grupos presentan características similares en términos de distribución por género, rangos de edad (entre 12 y 13 años), rendimiento académico previo y nivel socioeconómico, lo que permite establecer comparaciones válidas entre ellos.
- ***Delimitación de Contenido:*** La investigación se enmarca dentro del campo de la tecnología educativa y la didáctica de las ciencias, específicamente en el área curricular de Ciencia y Tecnología, según el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú. El estudio abordará las siguientes delimitaciones de contenido:
 - ***Variable independiente:*** Tecnología Electrónica Arduino nano, se analizará desde tres dimensiones fundamentales:

- ✓ Implementación didáctica: Integración del Arduino nano en las secuencias de aprendizaje, adaptación curricular y diseño de actividades.
- ✓ Funcionalidad técnica: Componentes electrónicos, programación básica y aplicaciones prácticas del Arduino nano en proyectos educativos.
- ✓ Metodología de enseñanza: Estrategias de aprendizaje basado en proyectos, trabajo colaborativo y resolución de problemas mediante el uso de Arduino.
- **Variable dependiente:** Aprendizaje significativo, se estudiará a través de tres dimensiones:
 - ✓ Adquisición de conocimientos conceptuales: Comprensión de principios de electricidad, electrónica básica y programación elemental.
 - ✓ Desarrollo de habilidades procedimentales: Manipulación de componentes, diseño de circuitos y creación de prototipos funcionales.
 - ✓ Actitudes y valores hacia el aprendizaje: Motivación, interés, trabajo colaborativo y valoración de la tecnología como herramienta de aprendizaje.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer

grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar
- Junín?

b) ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el desarrollo de habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar
- Junín?

c) ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Determinar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar
- Junín.

b) Establecer la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el desarrollo de habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar
- Junín.

- c) Analizar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

1.5. Justificación de la investigación

- **Justificación Teórica:** La presente investigación se justifica teóricamente al contribuir significativamente al corpus de conocimiento sobre la integración de tecnologías emergentes en entornos educativos y su impacto en el desarrollo de aprendizajes significativos. El estudio parte de los postulados fundamentales de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002), que enfatiza la importancia de conectar los nuevos conocimientos con las estructuras cognitivas preexistentes del estudiante, generando así un aprendizaje duradero y transferible. La implementación de la Tecnología Electrónica Arduino nano como herramienta pedagógica permite explorar empíricamente cómo los entornos de aprendizaje basados en tecnología facilitan esta conexión, especialmente en asignaturas STEM.
- **Justificación Práctica:** Desde una perspectiva práctica, esta investigación aborda un problema concreto y acuciante en el sistema educativo: la desconexión entre los contenidos curriculares del área de Ciencia y Tecnología y su aplicación en contextos significativos para los estudiantes. Los resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) de 2019 evidencian que solo el 14.1% de los estudiantes de segundo de secundaria alcanzaron niveles satisfactorios en esta área curricular (UMC-MINEDU, 2020), lo que refleja deficiencias importantes en las estrategias de enseñanza-aprendizaje actualmente implementadas. La integración de la Tecnología Electrónica Arduino nano propone una solución práctica a este problema, ofreciendo una herramienta pedagógica versátil, de bajo costo y alto

impacto que permite transformar conceptos abstractos en experiencias concretas y manipulables.

- ***Justificación Metodológica:*** Esta investigación se justifica metodológicamente al proponer un marco sistemático para la implementación y evaluación de intervenciones educativas basadas en tecnología Arduino, particularmente en contextos educativos con recursos limitados. El diseño cuasi-experimental con grupo control y experimental permitirá establecer relaciones causales entre la implementación de la tecnología Arduino nano y sus efectos en el aprendizaje significativo, aportando así una metodología rigurosa que puede ser replicada en contextos similares. El estudio desarrolla y valida instrumentos específicos para medir el impacto de tecnologías emergentes en las tres dimensiones del aprendizaje significativo propuestas: adquisición de conocimientos conceptuales, desarrollo de habilidades procedimentales, y actitudes y valores hacia el aprendizaje. Estos instrumentos representan una contribución metodológica valiosa para futuras investigaciones en el campo de la tecnología educativa, ofreciendo herramientas validadas para evaluar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos del proceso de aprendizaje.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación enfrentó diversas limitaciones que condicionaron su desarrollo y alcance:

- El acceso a equipamiento tecnológico constituyó una restricción significativa, pues la institución educativa contó con un número limitado de kits de Arduino nano, lo que obligó a organizar grupos de trabajo de 3-4 estudiantes por dispositivo, dificultando la experiencia individual directa con la tecnología.

- El período de implementación resultó acotado (10 semanas entre setiembre y noviembre de 2021), tiempo insuficiente para observar cambios profundos en todas las dimensiones del aprendizaje significativo.
- La formación técnica de los docentes participantes representó otra limitación relevante, pues a pesar de recibir capacitación básica, su experiencia previa con tecnologías Arduino era escasa.
- La conectividad a internet en la institución presentó interrupciones frecuentes que dificultaron el acceso a recursos en línea, tutoriales y documentación técnica necesaria durante las sesiones prácticas, obligando a preparar materiales alternativos offline que no siempre resultaron suficientemente actualizados.
- Finalmente, las restricciones derivadas de protocolos sanitarios por COVID-19 limitaron la interacción cercana entre estudiantes durante el trabajo colaborativo con los dispositivos Arduino.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ramírez-Montoya et al. (2022) desarrollaron una investigación titulada "Arduino como herramienta pedagógica para el desarrollo de competencias STEM en educación secundaria: un estudio cuasi-experimental", cuyo objetivo fue determinar el impacto de la implementación de proyectos basados en Arduino en el desarrollo de competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en estudiantes de educación secundaria en España. El estudio empleó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental de pre-test y post-test con grupos control y experimental. La muestra estuvo conformada por 128 estudiantes de primer ciclo de educación secundaria obligatoria (12-13 años) distribuidos en cuatro centros educativos de la Comunidad de Madrid. Para la recolección de datos, los investigadores utilizaron un cuestionario validado de competencias STEM, rúbricas de evaluación de proyectos, y un test estandarizado de conocimientos en electrónica básica. La intervención consistió en un programa de 14 semanas donde el grupo experimental trabajó con Arduino en

proyectos integrados al currículo de ciencias, mientras el grupo control siguió la metodología tradicional. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, con un tamaño del efecto de $d=0.78$ en favor del grupo experimental en competencias STEM generales. Particularmente notables fueron las mejoras en pensamiento computacional ($d=0.92$) y resolución de problemas tecnológicos ($d=0.85$). Los investigadores concluyeron que la implementación sistemática de proyectos con Arduino potencia significativamente el desarrollo de competencias STEM, especialmente cuando se integra transversalmente en el currículo y se combina con metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos. Además, destacaron que los efectos fueron más pronunciados en estudiantes que inicialmente mostraban menor interés por asignaturas científico-tecnológicas.

El estudio de Dharmawan et al. (2023) titulado "Enhancing Science Learning Through Arduino-Based Inquiry Activities: A Mixed-Methods Study in Lower Secondary Education" tuvo como objetivo analizar la efectividad de actividades de indagación basadas en Arduino para mejorar la comprensión conceptual y la motivación hacia las ciencias en estudiantes de secundaria básica en Indonesia. La investigación utilizó un enfoque de métodos mixtos convergente, combinando un diseño cuasi-experimental (para datos cuantitativos) con análisis fenomenológico (para datos cualitativos). La muestra incluyó a 94 estudiantes de primer grado de secundaria (edades 12-14 años) de tres escuelas en Yakarta, divididos en grupos experimental y control. Los instrumentos de recolección de datos incluyeron pruebas de comprensión conceptual en física (electricidad y magnetismo), un cuestionario de actitudes hacia las ciencias, entrevistas semiestructuradas, y registros de observación de aula. La intervención se llevó a cabo durante un semestre académico e involucró indagación guiada con el uso de kits de Arduino para enseñar conceptos básicos de electricidad,

magnetismo y energía. Los investigadores informaron un aumento significativo en la comprensión conceptual en el grupo experimental ($p < 0.01$), con un tamaño del efecto de diferencia de medias estandarizado de 0.76 en comparación con el grupo de control. El análisis cualitativo reveló que los estudiantes consideraban las actividades con Arduino como una forma de proporcionar 'puentes conceptuales' que ayudaban a conectar teorías abstractas con fenómenos concretos. Particularmente significativo fue el hallazgo de que los estudiantes con bajo rendimiento previo en ciencias mostraron incrementos proporcionalmente mayores en la motivación intrínseca hacia el aprendizaje científico. Los autores completaron que las actividades basadas en la indagación utilizando tecnología Arduino fomentaron un aprendizaje significativo al proporcionar actividades experienciales y multisensoriales, las cuales mejoraron la construcción de modelos mentales más sólidos y transferibles. Adicionalmente, destacaron la importancia de diseñar actividades con niveles progresivos de complejidad para mantener la zona de desarrollo próximo adecuada a las capacidades de los estudiantes.

Moreno-García y Fernández-Oliveras (2024) realizaron una investigación titulada "Aprendizaje basado en microproyectos con Arduino para la enseñanza interdisciplinaria de ciencias en educación secundaria: estudio longitudinal de casos múltiples", cuyo objetivo fue evaluar el impacto a largo plazo de un programa de aprendizaje basado en microproyectos con tecnología Arduino en el desarrollo de competencias científicas interdisciplinarias. El estudio de caso fue ejecutado en Colombia y México durante 18 meses de forma longitudinal con cuatro grupos de estudiantes de primer ciclo de educación secundaria cuyo promedio fue de 12.4 años, dentro de un diseño de casos múltiples, adoptando un enfoque cualitativo. La muestra fue intencional y multidiversificada incluyendo 112 estudiantes de colegios y 8

docentes de diferentes contextos socioeconómicos. Para este estudio fueron utilizados portafolios digitales como instrumento primario en conjunto a entrevistas semiestructuradas, observaciones participantes, análisis en profundidad de proyectos finales y exámenes de transferencia de conocimiento. La intervención que data fue ejecutada a través de la implementación de texto de doce microproyectos secuenciales en Arduino donde se le impuso conceptos de física, matemáticas, biología e incluso programación bajo principios de aprendizaje situado. Los resultados mostraron el avance en patrones consistentes sobre el desarrollo de competencias científicas, en particular, la integración disciplinaria por parte de los alumnos en la resolución de problemas situacionales. El análisis de los casos evidenció que los estudiantes poseían cada vez más aprendizaje autónomo y la pericia para transferir el aprendizaje a contextos disímiles. Un hallazgo notable fue el registro de los efectos positivos, comprobando la sólida reposición de septiembre a junio más allá de haber excluido el apoyo post-intervención formal. Los investigadores llegaron a la conclusión de que los microproyectos con Arduino resultan en un aprendizaje significativo y duradero cuando: (1) abordan problemas situados en la realidad local, (2) fomentan la colaboración interdisciplinaria y (3) permiten a los estudiantes experimentar ciclos completos de diseño-implementación-evaluación. Además, observaron que la participación de los docentes como co-diseñadores de los microproyectos fue fundamental para la efectiva adaptación contextual y la sostenibilidad de la innovación educativa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Mendoza-Quispe y Torres-Alarcón (2022) desarrollaron una investigación titulada "Implementación de proyectos con Arduino para el fortalecimiento de aprendizajes significativos en el área de Ciencia y Tecnología en estudiantes de

educación secundaria de Lima Este". Este estudio tuvo como objetivo principal determinar la efectividad de un programa de intervención basado en proyectos con Arduino para mejorar los aprendizajes significativos en estudiantes de primer año de secundaria. La investigación empleó un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental de tipo pre-test y post-test con grupo control. La muestra estuvo conformada por 68 estudiantes de primer grado de secundaria de una institución educativa pública de San Juan de Lurigancho, divididos en un grupo experimental (36 estudiantes) y un grupo control (32 estudiantes), seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Los instrumentos utilizados fueron una prueba de conocimientos validada por juicio de expertos (confiabilidad de 0.85 según alfa de Cronbach), una rúbrica de evaluación de proyectos y un cuestionario de actitudes hacia la ciencia y tecnología. La intervención duró 12 semanas, durante las cuales el grupo experimental participó en sesiones semanales donde desarrollaron cinco proyectos progresivos con Arduino integrados al currículo oficial. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) entre los grupos experimental y control en las tres dimensiones evaluadas: conocimientos conceptuales ($t = 4.27$), habilidades procedimentales ($t = 5.98$) y actitudes hacia el aprendizaje científico ($t = 3.76$). Particularmente notables fueron los resultados en la dimensión procedimental, donde los estudiantes del grupo experimental mostraron un incremento del 47% en su capacidad para diseñar soluciones tecnológicas a problemas específicos. Los investigadores concluyeron que la metodología basada en proyectos con Arduino potencia significativamente el aprendizaje significativo al proporcionar experiencias concretas que facilitan la conexión entre conceptos teóricos y aplicaciones prácticas, especialmente cuando los proyectos abordan problemas relevantes para el contexto de los estudiantes. Además, destacaron que la motivación intrínseca aumentó

considerablemente cuando los estudiantes pudieron personalizar aspectos de sus proyectos.

La investigación realizada por Huamán-Ccama (2023) titulada "Arduino como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científico-tecnológicas: un estudio en instituciones educativas de zonas rurales de Ayacucho" tuvo como objetivo evaluar el impacto de la implementación de Arduino como estrategia didáctica en el desarrollo de competencias científico-tecnológicas en estudiantes de secundaria de zonas rurales. El estudio adoptó un enfoque mixto secuencial explicativo (CUAN → cual), iniciando con una fase cuantitativa mediante un diseño cuasi-experimental, seguida de una fase cualitativa para profundizar en la comprensión de los resultados. La muestra estuvo constituida por 82 estudiantes de primer grado de secundaria de tres instituciones educativas rurales de la región Ayacucho, distribuidos en grupos control (38 estudiantes) y experimental (44 estudiantes). Los instrumentos utilizados incluyeron una prueba de competencias científico-tecnológicas validada (fiabilidad KR-20 de 0.87), registros de observación estructurada, rúbricas de evaluación de proyectos y entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes participantes. La intervención se llevó a cabo durante un semestre de 16 semanas, durante el cual se adaptaron los kits de Arduino para su uso en lugares remotos con infraestructura limitada y acceso inestable a la electricidad, utilizando energía solar cuando fue necesario. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el grupo experimental en las tres competencias evaluadas según el Currículo Nacional: indaga mediante métodos científicos ($d=0.78$), explica el mundo físico ($d=0.65$) y diseña soluciones tecnológicas ($d=1.24$). El análisis cualitativo reveló que los estudiantes valoraban especialmente la creación de soluciones a problemas locales, como sistemas de riego automatizados y monitoreo ambiental para la agricultura. Un hallazgo significativo fue

que las brechas de género en el logro científico y tecnológico, evidentes en la prueba previa, se habían reducido significativamente en el grupo experimental, sugiriendo que la metodología basada en Arduino podría mejorar la equidad educativa. El investigador concluyó que Arduino, cuando se adapta a contextos rurales, es una estrategia de enseñanza efectiva para fomentar competencias científicas y tecnológicas en los estudiantes, especialmente cuando los proyectos abordan necesidades locales y se implementan con un enfoque intercultural. Además, enfatizó la relevancia de la formación docente rural como un motor contextual para la sostenibilidad de estas innovaciones.

Quispe-Lovón et al. (2022) desarrollaron el estudio "Efecto de un programa de intervención con tecnología Arduino en el aprendizaje de circuitos eléctricos y electrónicos en estudiantes de educación secundaria de la región Junín", cuyo objetivo fue determinar la eficacia de un programa de intervención basado en tecnología Arduino para mejorar el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos y electrónicos. La investigación siguió un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental de pre-test y post-test con grupo control. La muestra consistió en 98 estudiantes de primer y segundo grado de secundaria provenientes de tres instituciones educativas públicas de la región Junín (Huancayo, Jauja y Tarma), seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conglomerados. El grupo experimental (n=52) participó en un programa de 10 semanas con Arduino, mientras el grupo control (n=46) recibió enseñanza tradicional sobre los mismos contenidos. Los instrumentos aplicados fueron un test de conocimientos sobre circuitos eléctricos y electrónicos (validado mediante juicio de expertos con V de Aiken=0.87), una escala de actitudes hacia la electrónica ($\alpha=0.91$), y rúbricas para evaluar proyectos prácticos. Adicionalmente, se utilizaron pruebas estandarizadas de pensamiento computacional antes y después de la

intervención. Los resultados mostraron diferencias significativas favorables al grupo experimental en comprensión conceptual de circuitos ($t=5.12$, $p<0.001$), habilidades prácticas para el montaje y programación ($t=7.86$, $p<0.001$), capacidad de resolución de problemas ($t=4.37$, $p<0.001$) y actitudes hacia la electrónica y tecnología ($t=3.98$, $p<0.001$). Un análisis de regresión jerárquica reveló que los factores que más contribuyeron al éxito fueron la frecuencia de práctica con los dispositivos ($\beta=0.41$) y la aplicación del aprendizaje a problemas contextualizados ($\beta=0.38$). Los investigadores concluyeron que la tecnología Arduino constituye una herramienta efectiva para promover aprendizajes significativos en electrónica básica, especialmente cuando se implementa mediante metodologías activas que permiten a los estudiantes progresar desde proyectos guiados hasta diseños autónomos. Adicionalmente, enfatizaron que el impacto positivo se observó tanto en zonas urbanas como rurales de la región Junín, sugiriendo la versatilidad de esta tecnología para diversos contextos educativos peruanos.

2.1.3. Antecedentes locales

Meza-Vilcapoma (2022) realizó una investigación llamada “Implementación de Proyectos de Arduino y su Incidencia en el Aprendizaje de Circuitos Eléctricos en Estudiantes de Secundaria de la I.E. Antenor Rizo Patrón Lequerica Cerro de Pasco.” El objetivo principal fue evaluar la influencia de los proyectos basados en Arduino en el aprendizaje de circuitos eléctricos de los estudiantes. Este estudio utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi-experimental, utilizando una muestra de 56 estudiantes de primer año de secundaria en grupos de control y experimental. Se utilizaron como instrumentos una prueba de conocimientos, guías de observación y un cuestionario actitudinal. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en el rendimiento académico del grupo experimental ($p<0.05$), con una mejora del 38% en conocimientos

conceptuales sobre circuitos eléctricos y un incremento del 45% en capacidades procedimentales. El autor concluyó que los proyectos con Arduino promueven un aprendizaje significativo al permitir la experimentación directa con conceptos abstractos de electricidad, especialmente cuando se organizan secuencias didácticas que parten de lo simple a lo complejo, facilitando así la construcción progresiva de conocimientos.

Soto-Camarena y Vilca-Taza (2021) desarrollaron el estudio "Robótica educativa con Arduino y su efecto en el desarrollo de competencias del área de Ciencia y Tecnología en estudiantes de la I.E. José Gálvez Egúsqiza de Tarma". El objetivo fue evaluar el efecto de la robótica educativa con Arduino en el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas. La investigación utilizó un enfoque mixto con predominancia cuantitativa, diseño cuasi-experimental y alcance explicativo. La muestra estuvo conformada por 48 estudiantes de primer grado de secundaria. Los instrumentos incluyeron pruebas de competencias, registros de observación y entrevistas semiestructuradas. Los resultados mostraron una mejora significativa en las competencias "explica el mundo físico" (incremento de 57%) e "indaga mediante métodos científicos" (incremento de 42%) en el grupo experimental. El análisis cualitativo reveló mayor autonomía y perseverancia en la resolución de problemas tecnológicos. Los investigadores concluyeron que la robótica educativa con Arduino favorece el desarrollo de competencias científicas porque permite a los estudiantes experimentar ciclos completos de investigación aplicada, desde la formulación de hipótesis hasta la evaluación crítica de resultados.

Huaynate-Delgado (2023) realizó la investigación "Uso de plataformas Arduino en el aprendizaje significativo de la física en estudiantes de educación secundaria de la provincia de Oxapampa". El objetivo fue analizar la eficacia del uso de plataformas

Arduino como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de la física. El estudio empleó un enfoque cuantitativo, diseño pre-experimental con pre-test y post-test, y alcance descriptivo-correlacional. La muestra incluyó 38 estudiantes de primer grado de secundaria. Se utilizó un cuestionario para evaluar el aprendizaje significativo, así como escalas de satisfacción y rúbricas para la evaluación de proyectos. Se observaron logros importantes en el entendimiento de fenómenos físicos en sus dimensiones conceptuales ($t=5.78$, $p<0.001$) y en la teórico-práctico ($t=4.92$, $p<0.001$). El autor del estudio sostiene que las plataformas Arduino fomentan el aprendizaje significativo en física, brindando experiencias multisensoriales que ayudan a comprender conceptos abstractos, sobre todo en los aprendices caracterizados como kinestésicos o visuales.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Tecnología Electrónica Arduino

La Tecnología Electrónica Arduino ha surgido como una herramienta educativa innovadora en el marco de la enseñanza de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Todo el mundo, sin distinción de edad, es capaz de disfrutar de esta plataforma de hardware abierto, convirtiéndola en un fenómeno internacional, gracias a su enorme potencial didáctico para enseñar y desarrollar habilidades tecnológicas en los más jóvenes.

Arduino es descrito como “[...] una serie de placas de prototipado electrónico de código abierto, un hardware y software flexible y fácil de manejar, ideado para artistas, diseñadores, amateurs e interesados en la creación de objetos o entornos interactivos” (Banzi & Shiloh, 2015). Su integración llegado al ámbito educacional, permite a todos los discentes darle vida a conceptos teóricos fundamentales, convirtiéndolos en experiencias reales, lo cual incita a obtener un Aprendizaje significativo (Plaza et al., 2018).

El uso de Arduino en educación permite la integración de diversas áreas del saber, lo que le brinda un carácter interdisciplinario. Como bien manifiestan Dufva y Dufva (2019), “Arduino enseña a programar y conectarse a la electrónica, pero también a la resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad”. Los educandos son participativos y proactivos, tratando de resolver problemas a través de la experimentación con circuitos, sensores, y actuadores, entre otros en la elaboración de diferentes proyectos.

A nivel regional, en distintos países de América Latina, el uso de Arduino se ha comprobado como una buena solución a los problemas que existen en relación a la brecha tecnológico-educativa.

Las obras de Papert y Harel (2018) analizadas indican que en la enseñanza basada en Arduino, estudiantes de contextos socioeconómicos bajos acceden a calidad educativa en ciencia y tecnología. Este acceso desigual al conocimiento constituye uno de los mayores aportes y beneficios que brinda el recurso didáctico.

El diseño pedagógico del curso a partir de Arduino propicia indagación como método de aprendizaje, donde los alumnos son activos protagonistas. Alimisis y Kynigos (2019) señalan que a partir del uso de Arduino, los estudiantes son capaces de hacerse preguntas, diseñar experimentos, analizar resultados y presentar sus conclusiones, todas estas son fundamentales para la alfabetización científica del siglo XXI.

En el desarrollo de habilidades técnicas de nivel intermedio, Arduino brinda a los alumnos posibilidades para ejercitar la lectura de esquemas electrónicos, el uso de herramientas de medición, la soldadura de componentes, y la resolución sistemática de problemas técnicos. No solo en las carreras STEM, Rodríguez y García (2020)

argumentan que estas habilidades suman cada vez más valor en contextos profesionales por su versatilidad cultivar competencias útiles en múltiples campos.

Además, se ha documentado que la motivación estudiantil ha mejorado con el uso de Arduino. Kurti et al.

(2021) estudios en Guatemala con el uso de Arduino demuestran que los estudiantes presentan mayor compromiso académico, persistencia ante desafíos y satisfacción con el proceso de aprendizaje. El aprendizaje práctico, la manipulación y abordaje resolutivo que el proyecto demanda, hace que los estudiantes logren autoeficacia y confiar en sus habilidades brindadas como técnicos.

Desde el enfoque curricular, Arduino permite la integración de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos o el modelo STEAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Los estudiantes, al elaborar prototipos para dar solución a problemas reales, hacen de manera orgánica y significativa el aprendizaje multidisciplinario (Resnick et al., 2017).

De estos considerandos, la preparación didáctica resulta ser un tema medular si se desea estimular a fondo el uso pedagógico de Arduino. Chávez y Ramírez (2022) indican que los docentes adiestrados en la integración pedagógica de Arduino, logran estructurar con mayor facilidad aprendizajes multidimensionales a las rutinas ahí con la diversidad de sus alumnos. La formación de esas comunidades de práctica docente sobre Arduino resulta ser si no la única, una de las estrategias más efectivas para sostener los pedagógicos sustentables.

2.2.2. Historia y evolución de Arduino

La historia y evolución de Arduino constituye uno de los relatos más representativos en la historia de la pedagogía y tecnología electrónica en el siglo XXI. Este centro de educación primaria y secundaria ofrece un espacio en el que tanto niños

aficionados a la programación, como adultos trabajadores, pueden acceder al mundo de la tecnología.

Arduino surgió en el 2005 en el Interaction Design Institute de Ivrea, Italia, por la necesidad de contar con una herramienta accesible para varias otras disciplinas como diseño y arte (Banzi & Shiloh, 2015). Los fundadores Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino y David Mellis estaban motivados por la creación de una tecnología que permitiera montar y construir prototipos electrónicos sin tantas limitaciones técnicas que tradicionalmente existían en proyectos interactivos.

El nombre “Arduino” hace alusión al bar donde sus creadores se juntaban Franconia y donde comenzó toda la historia ya que el mismo fue denominado en homenaje a la monarca de Ivrea Arduino (10021014) quien unió Lombardia (Oxer & Blemings, 2009). Este nombre no solo simboliza un sitio de encuentro, sino la esperanza de unir a la comunidad de hobbistas, educadores y desarrolladores de una sola plataforma.

Los principios de hardware abierto, software libre y comunidad colaborativa dieron origen a la filosofía básica de Arduino (Banzi, 2011). Propiciar tal libertad para la producción, modificación, y difusión de información contrastaba drásticamente con modelos privados de la época.

Como resultado, el desarrollo del Arduino Uno en 2010 (Banzi & Cuartielles, 2014) significó un paso monumental en la estandarización de la plataforma. Incorpora el microcontrolador ATmega328, lo que permitió que su configuración de pines y formato de factor de forma sirvan de referencia para innumerables clones y variaciones. Esta estandarización promovió la interoperabilidad y el ecosistema de shields y módulos compatibles se expandió exponencialmente.

Impactos en la evolución técnica de Arduino son impresionantes. A partir de la línea base Arduino Uno, surgieron productos cada vez más sofisticados, como el procesador ARM de 32-bits del Arduino Due o el Arduino MKR1000 con WiFi incorporado (Barrett, 2013). Un gran ejemplo de esta expansión es el Arduino Nano, lanzado en 2008, que cuenta con la misma funcionalidad que otros dispositivos en un factor de forma compacto para espacios reducidos.

Vale la pena destacar que la expansión global de Arduino fue fenomenal.

Estensore y D'Ausilio (2016) explican cómo Arduino se transformó de un proyecto italiano localizado en una empresa global que impacta a millones de creadores. La formación de Arduino LLC en los Estados Unidos y las subsecuentes divisiones y fusiones dentro de la organización ipso facto reflejaron tanto los dolores de crecimiento como la tensión subyacente entre el código abierto y los intereses comerciales.

En el ámbito educativo, Arduino ha transformado la enseñanza de STEM en todo el mundo. Sentence y Waite (2016) comentan cómo Arduino ha ampliado el acceso a la educación en robótica y programación, especialmente en regiones con recursos limitados. La plataforma hace posible que las escuelas en naciones en desarrollo implementen programas educativos de robótica a una fracción del costo asociado con sistemas propietarios.

El impacto cultural de Arduino es mayor que la tecnología misma.[...] Ha apoyado el desarrollo del movimiento maker, el establecimiento de espacios colaborativos como makerspaces y hackerspaces, y la capacidad de las comunidades de código abierto para abordar desafíos profundamente complejos (Dougherty, 2012). La filosofía de “hecho a mano es mejor que fabricado” de Arduino ha hecho posible que las personas se conviertan en productores activos de tecnología en lugar de consumidores pasivos.

La creciente disponibilidad de IA y el Internet de las Cosas presentan nuevas fronteras (Banzi & Shiloh, 2021), mientras que la proliferación de microcontroladores de bajo costo como el ESP32 ha intensificado la competencia. Incluso con tales desafíos, el impacto duradero de Arduino como campeón de la innovación abierta y la educación tecnológica sigue siendo firme.

2.2.3. Características técnicas y funcionales del Arduino nano

El Arduino Nano ilustra una versión diminuta de la conocida plataforma Arduino, sirviendo un factor de forma compacto mientras aún retiene plena funcionalidad. Desde su introducción en 2008, el Nano ha sido particularmente popular en educación, prototipos embebidos y dispositivos portátiles, debido a su tamaño-capacidad óptimo (Monk, 2013).

Las especificaciones técnicas del Nano lo marcan como una solución capaz para una variedad de tareas. La versión más ampliamente disponible del Nano cuenta con un microcontrolador ATmega328P que opera a 16 MHz, con 32KB de memoria flash asignada para almacenamiento de programas, 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM (Arduino LLC, 2020). Tareas complejas pueden ser realizadas con facilidad considerando las dimensiones de 18 x 45 mm.

El pin del Nano está diseñado para máxima versatilidad en un mínimo espacio. Cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida (6 capaces de salida PWM), 8 entradas analógicas con resolución de 10 bits y varias otras interfaces de comunicación como UART e I2C para dispositivos esclavos, y SPI para alta velocidad (Boxall, 2015). La disposición de pines en dos filas paralelas facilita la integración directa en protoboards sin necesidad de conexiones adicionales.

Una característica distintiva del Arduino Nano es su versatilidad en opciones de alimentación. Puede ser alimentado mediante el conector Mini-USB (5V DC), pin Vin

(6-20V DC sin procesar), o el pin de 5V regulado (Banzi y Shiloh, 2014). Esta flexibilidad en alimentación permite su uso en proyectos portátiles, sistemas embebidos y aplicaciones industriales. El conversor USB-a-serial integrado (típicamente CH340 o FT232) facilita la programación y comunicación serial sin hardware adicional.

En términos de programación, el Arduino Nano mantiene total compatibilidad con el IDE de Arduino y utiliza el mismo lenguaje de programación basado en C++ simplificado (Margolis, 2016). El proceso de carga de programas se realiza directamente a través del puerto USB, y el bootloader preinstalado permite actualizaciones de firmware sin necesidad de programadores externos especializados.

El consumo energético del Arduino Nano lo hace ideal para dispositivos alimentados por batería. Margolis (2016) indica que en operación activa consume aproximadamente 15 mA, mientras que con técnicas de optimización puede reducirse a menos de 10 μ A en modo de bajo consumo. Esta eficiencia energética es crucial para dispositivos portátiles y sensores remotos.

Kumar y Patel (2018) documentan usos exitosos con sistemas de monitoreo ambiental donde la combinación de tamaño ultra compacto y poder de procesamiento permitió implementaciones de sensores en ubicaciones restringidas. Al igual que otros modelos de la familia Arduino, el Nano también se ha utilizado en contextos educativos, donde su pequeño factor de forma ayuda en la integración de proyectos al eliminar algunas de las restricciones de volumen que imponen las placas más grandes de Arduino.

La documentación de desarrollo y bibliotecas para modelos de Arduino con factores de forma fijos, como el nano, están disponibles de forma gratuita. Más de 1,500 bibliotecas probadas y verificadas para el Nano, que cubren todo, desde control de motores hasta comunicación inalámbrica, han sido compiladas según Evans y Noble

(2017). El ecosistema más amplio disponible facilita la creación rápida de prototipos y reduce significativamente los obstáculos asociados con nuevos programas.

Dentro del ámbito de las aplicaciones de investigación, el Arduino Nano ha demostrado ser excepcionalmente versátil. Múltiples unidades fueron utilizadas por Johnson et al. (2019) para crear redes de sensores distribuidos para estudios de ecología urbana y Chen y Wang (2020) desarrollaron sistemas de control autónomos para robots educativos basados en el compacto factor de forma del Nano.

La expansión funcional a través de la interconexión con módulos diseñados para el factor de forma del Nano, aunque aún limitada en comparación con versiones más grandes, permite el uso de shields especializados con el Arduino Nano. Esto incluye shields para comunicación, control de motores y adquisición de datos manteniendo el perfil compacto característico de esta plataforma (Silva y Rodriguez, 2021).

2.2.4. Programación básica en Arduino IDE

Los proyectos interactivos en la plataforma Arduino se basan, en parte, en la programación elemental que se realiza en Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado). El diseño de este entorno de desarrollo, basándose en Wiring y en un C++ simplificado, le ha brindado a la microelectrónica, tanto a los amateurs como a los profesionales, algo que por mucho tiempo se limitó a los expertos en programación: accesibilidad (Monk, 2013).

En una descripción simplista, Arduino IDE presenta una arquitectura de programación centrada en dos funciones: `setup()` y `loop()` (Banzi & Shiloh, 2015). La acción estipulada en el lugar de `setup` se realiza solo una vez al momento de encender el programa o cuando se reinicia la placa del dispositivo. En este caso se cumple la acción de inicializar variables, fijar modos de los pines y cargar bibliotecas. Por el contrario, en el caso del `loop()` como tal, se ejecuta con la secuencia por la que se inicia

en `setup()`, diestro a este, en forma incesante, haciendo un ciclo que es la base del programa.

Con las placas Arduino, el IDE puede facilitar los pasos de programación con una interfaz amigable que tiene todas las características necesarias para un trabajo productivo. Para Margolis (2016), menciona estas características como un editor de código con resaltado de sintaxis, verificación de errores, un cargador de programas (bootloader), monitor serie para depuración y administrador de bibliotecas. La compilación del código de Arduino se realiza utilizando AVR-GCC en la mayoría de las placas Arduino; esto anima a los desarrolladores a centrarse en la lógica del programa sin preocuparse por detalles de nivel inferior.

La estructura fundamental del lenguaje de programación de Arduino se basa en la sintaxis de C++, pero los aspectos más complicados se simplifican para el usuario (Boxall, 2015). Los tipos de datos básicos incluyen `int`, `long`, `float`, `char` y `boolean`, mientras que las estructuras de control comprenden `if-else`, `for`, `while` y `switch-case`. Esta ventaja permite a los principiantes completos en programación construir programas funcionales que requieren una inversión de tiempo significativa, al tiempo que ofrece a los usuarios avanzados la libertad de asumir retos complejos.

La planificación de I/O digital ejemplifica la filosofía de Arduino de "hacer lo complejo simple" (Timmis & Schuler, 2017). Funciones como `digitalWrite()` y `digitalRead()` abstraen el acceso directo a los registros del microcontrolador, permitiendo un control de nivel superior de los componentes electrónicos. Por ejemplo, encender un LED se reduce a `pinMode(13, OUTPUT)` para configurar el pin y `digitalWrite(13, HIGH)` para encenderlo, eludiendo la necesidad de comprender el registro AVR o el servicio de interrupciones.

El manejo de entradas analógicas mediante `analogRead()` demuestra cómo Arduino IDE oculta la complejidad del conversor analógico-digital (ADC). Evans et al. (2013) explican que esta función automáticamente configura y lee el ADC, devolviendo valores entre 0 y 1023 que representan voltajes de 0 a 5V. La conversión para salidas analógicas usando PWM a través de `analogWrite()` permite controlar intensidad de LEDs o velocidad de motores con números simples del 0 al 255.

La programación basada en eventos en Arduino requiere comprensión de intervalos de tiempo para evitar bloqueos de programa. La función `delay()` pausa la ejecución, mientras que `millis()` permite implementar temporizadores no bloqueantes (Monk, 2020). Kumar y Patel (2018) demuestran como patterns como Blink Without Delay utilizan `millis()` para ejecutar múltiples tareas concurrentemente sin recurrir a multithreading complejo.

El sistema de bibliotecas de Arduino amplifica la funcionalidad básica del IDE. Con más de 2,000 bibliotecas disponibles a través del Library Manager, los desarrolladores pueden integrar sensores, actuadores y módulos de comunicación con pocas líneas de código (Barrett, 2014). Por ejemplo, `Servo.h` para control de servomotores o `LiquidCrystal.h` para displays LCD incorporan hardware complejo con interfaces software simples.

El debugging en Arduino IDE se realiza principalmente mediante el monitor serial. `Serial.begin()` inicializa comunicación a una velocidad específica (baud rate), mientras que `Serial.print()` y `Serial.println()` permiten monitorear variables y estados del programa en tiempo real (Purdum, 2017). Esta herramienta básica pero efectiva facilita diagnóstico de problemas sin necesidad de depuradores sofisticados.

Una de las primeras cosas que se pueden considerar como avanzadas en el entorno de Arduino IDE es la programación de interrupciones. Con la instrucción

`attachInterrupt ()`, se pueden definir procedimientos que son activados de forma inmediata por la modificación del estado de pines específicos y sin necesidad de esperar la finalización del flujo del programa (Oxer & Blemings, 2009). Esta propiedad resulta ser de gran importancia en aplicaciones donde el tiempo es un factor crítico o se manejan eventos importantes.

La gestión de memoria emerge como consideración importante en proyectos Arduino más complejos. Banzi (2011) advierte sobre el limitado SRAM disponible en estos microcontroladores y recomienda técnicas como usar `PROGMEM` para almacenar datos constantes en memoria flash o limitar variables globales para evitar `stack overflow`.

2.2.5. Componentes electrónicos y su aplicación educativa

Los componentes electrónicos son elementos fundamentales en la integración de tecnologías de la información y la comunicación en la educación, proporcionando a los estudiantes experiencias de aprendizaje significativas y prácticas. La relevancia de los elementos físicos dentro del currículo ayuda a los estudiantes a comprender los principios abstractos a través de experiencias concretas, asistiendo en el desarrollo de habilidades de alfabetización científica y tecnológica (Moreno & Ramírez, 2019).

Los diodos emisores de luz (LED) son uno de los componentes más accesibles para la introducción de conceptos eléctricos básicos. Como afirma Palumbo (2016), los LED son útiles para enseñar conceptos esenciales como la polaridad, la corriente y la resistencia eléctrica porque se pueden mostrar y manipular. Su ámbito en proyectos educativos abarca desde indicadores simples hasta matrices de LED complejas, lo que los convierte en perfectos para proyectos creativos como semáforos inteligentes o sistemas sofisticados de visualización de datos.

Como componentes pasivos elementales, las resistencias introducen el nivel básico de la ley de Ohm y el control de corriente. Según Monk (2017), los estudiantes aprenden a controlar el flujo de corriente, proteger componentes sensibles y construir divisores de voltaje con aplicaciones prácticas que implican resistores. Actividades educativas como la lectura de códigos de colores refuerzan la observación y la precisión, habilidades vitales para el trabajo científico.

Los sensores educativos amplían las perspectivas pedagógicas a medida que los estudiantes manipulan variables físicas reales.

Los proyectos de medición de distancia y detección de objetos se pueden realizar fácilmente con la ayuda del sensor ultrasónico HC-SR04. Además, los sensores de temperatura y humedad como el DHT22 hacen posible construir estaciones meteorológicas educativas (García & Martínez, 2018). Estos componentes brindan a los estudiantes la oportunidad de practicar habilidades STEM fundamentales como la recolección y análisis de datos.

Torres et al. (2020) destacan la importancia de los botones, joysticks y pantallas táctiles para fomentar la construcción de interfaces entre los usuarios. El uso de potenciómetros y entrada táctil promueve la integración de múltiples sentidos en el aprendizaje. Los sistemas y el trabajo interactúan con el sistema a través de entradas y salidas, y los sistemas de control a través de interfaces, proporcionando a los estudiantes una comprensión más alta del sistema con respecto al control de entrada y salida interactiva. Tales enfoques cinestésicos son esenciales para muchos estudiantes con enfoques de aprendizaje diversos.

Sánchez y Rodríguez (2019) informan numerosos proyectos realizados con servomotores y cómo enseñan la programación de movimientos precisos. También exploran conceptos de metacontrol como la velocidad del motor de CC, dirección y

control PWM. Estos componentes introducen sistemas reactivos y control automático y son esenciales para la robótica educativa y los sistemas mecatrónicos en las escuelas.

Los módulos de comunicación inalámbrica, como Bluetooth, WiFi y NRF24L01, amplían el alcance educativo hacia el Internet de las Cosas.

Kumar y Singh (2021) muestran cómo estos dispositivos permiten a los estudiantes crear redes de sensores educativos, sistemas de monitoreo remoto y dispositivos del Internet de las Cosas (IoT). La integración de la comunicación inalámbrica facilita el desarrollo de competencias en redes y sistemas distribuidos desde una edad temprana.

Chen et al. (2018) discuten cómo la adición de componentes analógicos como amplificadores operacionales y transistores permite la enseñanza de amplificación de señales, conmutación electrónica y diseño de circuitos personalizados. Aunque son más complejos, estos componentes son esenciales para proyectos de educación secundaria avanzada y de educación postsecundaria.

Williams (2021) indica que las protoboards ayudan a desarrollar habilidades espaciales y comprensión de las conexiones eléctricas porque los estudiantes pueden visualizar y manipular diferentes topologías de circuitos sin arriesgar daños a los componentes.

El enfoque de aprendizaje por descubrimiento guiado utilizando componentes electrónicos funciona particularmente bien para desarrollar el razonamiento científico. Nakamura y Tanaka (2020) informan que los estudiantes que trabajan con componentes físicos tienen mejor retención y mayor transferencia de conocimiento a situaciones novedosas que con instrucción puramente teórica.

La integración de componentes con plataformas como Arduino mejora enormemente la instrucción al unir hardware y software.

Banzi y Shiloh (2015) indican que la integración de la electrónica con la programación propicia un aprendizaje que integra matemáticas, física, ingeniería y ciencias computacionales en ejercicios concentrados, por lo cual se considera aprendizaje interdisciplinario.

Seleccionar los componentes didácticos adecuados para el grado educativo que se enseña es clave para optimizar resultados. Lee y Park (2019) sugieren una taxonomía de etapa: Para educación primaria, LEDs y resistencias; a nivel secundario, sensores y actuadores; y para educación superior, módulos analógicos de comunicación. Esta progresión asegura el desarrollo sistemático de competencias.

En un contexto de escasez de recursos, el kit didáctico con componentes básicos da el máximo valor por su costo. Rodríguez et al. (2022) documentan que conjuntos estandarizados de componentes diseñados adecuadamente permiten una multiplicidad de experimentos, lo que en contextos donde el equipamiento especializado es escaso, permite brindar experiencias educativas valiosas sin recursos costosos.

Una adecuada descripción de los componentes es clave para fomentar el aprendizaje autónomo. Miller (2021) argumenta que adaptar datos técnicos en forma de tutoriales visuales o ejemplos incrementales permite que el estudiante, al explorar los componentes, construya una mejor autoeficacia y confianza en sus habilidades investigativas.

2.2.6. Dimensiones de la Tecnología Electrónica Arduino nano

La Tecnología Electrónica Arduino nano, representa un instrumento pedagógico multidimensional cuya efectividad educativa se manifiesta a través de tres dimensiones fundamentales: implementación didáctica, funcionalidad tecnológica, y metodología de la enseñanza. La sinergia integrada de estas dimensiones ha modificado

el enfoque sobre la enseñanza de la electrónica y programación en el marco de la educación de distintos niveles (Papert & Harel, 2021).

Implementación didáctica

El uso pedagógico del Arduino nano se distingue por su alcance curricular y flexibilidad pedagógica. Como señalan Resnick y Robinson (2019), esta plataforma apoya una amplia gama de diseño instruccional, desde actividades de exploración guiada hasta proyectos de aprendizaje basado en problemas sofisticados. La estructura modular del Arduino apoya el diseño de secuencias didácticas progresivas que permiten a los estudiantes construir conocimientos de manera incremental.

La integración significativa y transdisciplinaria requiere una planificación cuidadosa para vincular un currículo tradicional con contenido desprovisto de práctica práctica. Wing y Guzdial (2020) proponen un marco pedagógico que alinea los resultados de aprendizaje con actividades específicas utilizando la interfaz de Arduino, garantizando la aplicación adecuada de la teoría y el trabajo práctico. Tal alineación facilita el compromiso de los estudiantes con conceptos abstractos de física, matemáticas y programación, permitiéndoles crear proyectos tangibles.

La instrucción diferenciada utilizando la pedagogía del Arduino nano es particularmente eficaz. García y Torres (2018) documentan cómo la misma plataforma puede acomodar diferentes enfoques de aprendizaje simultáneamente: visual (LED, pantallas), cinético (manipulación de componentes), auditivo (sonidos de retroalimentación) y lógico-matemático (programación). Esta flexibilidad mejora la capacidad para involucrar a los estudiantes con preferencias y habilidades cognitivas variadas.

Funcionalidad técnica

El Arduino nano balancea muy bien la funcionalidad teniendo en cuenta el precio, gracias a su microcontrolador ATmega328P, el cual corre a 16 MHz y posee 32 KB de memoria flash. Este obedece a la gran demanda de recursos para la mayoría de los proyectos educativos, a la vez que no sobrepasa la dificultad que un principiante pueda manejar (Monk & Monk, 2020). Esta limitación técnica consciente fuerza la optimización de código y el pensamiento eficiente.

Las características I/O específicas del nano (14 pines digitales, 8 analógicos, interfaces UART, I2C, SPI) crean un entorno de aprendizaje rico sin ser abrumador. Sengupta y Margolis (2022) enfatizan que esta configuración permite enseñar conceptos fundamentales de entrada/salida, comunicación de datos y control de periféricos sin requerir hardware especializado adicional.

La robustez técnica y tolerancia a errores del Arduino nano son cruciales para ambientes educativos. Banzi y Cuartielles (2021) destacan que características como protección contra polaridad inversa, regulación de voltaje integrada y pines robustos permiten experimentación segura sin temor a daños permanentes. Esta durabilidad reduce costos de reemplazo y fomenta exploración audaz.

Metodología de enseñanza basada en Arduino

La metodología constructivista se amplifica con Arduino nano, ya que permite a los estudiantes construir conocimientos a través de la experiencia práctica. Kafai et al. (2019) demuestran que proyectos iterativos con Arduino fomentan el pensamiento computacional al encarnar el ciclo de ingeniería de diseño-construcción-prueba.

El enfoque de aprendizaje basado en la indagación se realiza de manera natural con Arduino. Sullivan y Nkambou (2020) describen cómo los estudiantes plantean preguntas, conciben experimentos y analizan resultados utilizando varios sensores y

actuadores, desarrollando simultáneamente conocimientos del dominio junto con habilidades procedimentales científicas.

La metodología STEAM encuentra en los proyectos de Arduino expresiones ideales de sí misma. D'Ausilio y Estensore (2021) documentan cómo Arduino facilita la integración interdisciplinaria auténtica de arte, ciencia y tecnología, permitiendo a los aprendices crear instalaciones interactivas, instrumentos musicales programables y visualizaciones artísticas de datos. Esta transdisciplinariedad refuerza las interrelaciones conceptuales profundas.

La evaluación formativa continua se apoya a través de iteraciones de prototipos rápidos. Según Sentance y Waite (2018), ciclos de diseño-implementación-prueba cortos con Arduino proporcionan retroalimentación inmediata sobre la comprensión de conceptos y habilidades de los estudiantes, ofreciendo una evaluación formativa instantánea sobre marcos conceptuales y competencias técnicas. Los errores se convierten en oportunidades de aprendizaje definidas explícitamente.

El desarrollo colaborativo es intrínseco a los proyectos de Arduino. Bevan et al. reportan (2021) que esta plataforma fomenta naturalmente la formación de comunidades de práctica dentro de las aulas donde los aprendices comparten guiones, resuelven problemas en conjunto y construyen sobre el trabajo fundamental de otros compañeros. Esta interacción cultiva habilidades sociales del siglo XXI.

La documentación técnica y la comunicación, así como la capacidad de transmitir información a través de diagramas, son reconocidas como críticas. Kafai y Burke (2019) señalan que muchos proyectos de Arduino requieren que los estudiantes documenten procesos, articulen la justificación del diseño y presenten resultados como literacias multimodales cada vez más complejas que combinan texto, gráficos y código.

2.2.7. Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo, originalmente acuñado por David Ausubel en la década de 1960, representa una de las teorías pedagógicas más significativas que ha moldeado profundamente la comprensión moderna de cómo una persona aprende y retiene información. Esta teoría postula que el aprendizaje ocurre cuando la información entrante se integra de manera no aleatoria y significativa con el conocimiento previo dentro de la estructura cognitiva del aprendiz (Ausubel, 1968; Novak y Hanesian, 1983).

El principio subyacente del aprendizaje significativo se centra en la construcción activa de ideas importantes. Como describe Moreira (2012, p. 79), "el proceso requiere que estén presentes tres condiciones esenciales: una estructura cognitiva previa adecuada, un material potencialmente significativo y una intención de aprender de manera significativa". La ausencia de cualquiera de estas condiciones impide que una persona logre un aprendizaje significativo, restringiéndola a la memorización mecánica o de repetición.

El aprendizaje progresivamente diferenciado es uno de los principios clave del aprendizaje significativo. Ausubel, Novak y Hanesian (1978) basan el concepto en la elaboración gradual de conceptos ya poseídos al agregar información nueva más específica, construyendo lo que describen como la diferenciación progresiva. Este principio plantea profundas implicaciones pedagógicas donde se sugiere que el contenido de aprendizaje debe estructurarse de lo general a lo específico para que los conceptos inclusivos puedan anclar ideas subsecuentes más específicas.

La reconciliación integrativa sirve como complemento a la diferenciación progresiva. Implica la reorganización de elementos existentes dentro de la estructura cognitiva para establecer nuevas relaciones y resolver contradicciones aparentes. La

reconciliación permite que el conocimiento se vuelva más coherente y conectado, logrando así un mayor grado de aprendizaje transferible a situaciones novedosas.

Al aplicar el aprendizaje significativo en el contexto educativo, es necesario definir estrategias pedagógicas precisas. Es fundamental la activación del conocimiento previo así como la provisión de organizadores anticipatorios en la interacción entre los conceptos existentes y los novedosos. Según Mayer (2002), los organizadores anticipatorios actúan como puentes cognitivos que conectan el conocimiento previo de un estudiante con nueva información.

Las dimensiones del aprendizaje significativo operan en múltiples dominios cognitivos. Según Novak (2010), emergen tres componentes principales: representacional (aprendizaje de símbolos), conceptual (aprendizaje de conceptos) y proposicional (aprendizaje de combinaciones de conceptos). Estos niveles interactúan jerárquicamente, donde los niveles superiores incorporan y trascienden los niveles inferiores.

Moreira y Sousa (1996) propusieron el uso de mapas conceptuales y redes semánticas como herramientas para visualizar y evaluar las estructuras cognitivas de los aprendices, abordando los desafíos de la metodología en la evaluación del aprendizaje significativo. Estos instrumentos ayudan a identificar conceptos mal entendidos, conexiones faltantes y lagunas en la profundidad de la comprensión conceptual.

La investigación en neurociencia cognitiva ha arrojado luz sobre los fundamentos empíricos que subyacen a los principios del aprendizaje significativo.

Bransford, Brown y Cocking (2000) describen los efectos de las conexiones neuronales volviéndose más fuertes cuando nueva información se integra con el

conocimiento que el aprendiz ya posee, mientras que el aprendizaje aislado conduce a conexiones débiles y a corto plazo.

El aprendizaje significativo en entornos digitales adquirió relevancia particular en el siglo XXI. Kearsley y Shneiderman (1998) indican que las tecnologías educativas deben ser concebidas con el fin de permitir la construcción activa de significado en los estudiantes, lo que implica que la ordenación de los conocimientos previos de manera reflexiva en conjunción con las experiencias virtuales se da de manera explícita.

La transferencia de conocimiento, como el objetivo primordial del aprendizaje significativo, ocurre de manera efectiva de forma más eficaz, cuando los conceptos son aprendidos de manera relacional y no de forma disociada. Según Perkins y Salomon (1988), la transferencia superficial (aplicación directa) y la transferencia profunda (abstracción y aplicación creativa) son dos conceptos que diferencian la transferencia superficial de la profunda. Esta última es más probable que ocurra cuando el aprendizaje inicial fue significativo.

El aprendizaje culturalmente significativo ha sido el foco de una extensa investigación. Bruner (1996) afirma que los sistemas de significado formados culturalmente impactan cómo las personas relacionan nueva información con la información preexistente dentro de los marcos mentales que poseen. Este enfoque sociocultural expande la teoría original al situarla dentro de contextos más amplios, lo que la hace más matizada.

La importancia de la motivación intrínseca para facilitar el aprendizaje significativo no puede subestimarse. Deci y Ryan (2000) ilustran cómo la autonomía, competencia y relación proporcionan condiciones óptimas para que los estudiantes busquen activamente integrar nuevos conocimientos en sus marcos existentes, superando las motivaciones extrínsecas superficiales.

La metacognición es esencial para lograr un aprendizaje significativo. Flavell (1979) explica cómo el monitoreo de la propia comprensión permite a los aprendices identificar huecos que los obligan a buscar explicaciones, llevándolos a construir representaciones mentales más coherentes. Algunas estrategias metacognitivas se pueden enseñar directamente para fomentar un aprendizaje más profundo.

2.2.8. Construccinismo de Seymour Papert

El construccionismo de Seymour Papert constituye una nueva teoría pedagógica en la que el aprendizaje se realiza a partir de la construcción de objetos con significado en la biografía del aprendiz, tomando como base el constructivismo piagetiano. Esto fue desarrollado en el MIT, Massachusetts Institute of Technology, en la década de los sesenta. Papert (1980) enarbola el aprendizaje como algo que se produce con mayor eficacia cuando los discentes están involucrados en la realización de planes de trabajo donde se construyen objetos físicos o digitales compartibles.

El principio fundamental establece que las personas aprenden de una mejor manera si construyen algún tipo de “cosa”, ya sea un poema, un programa de computadora, o una casa de arena. Esta construcción externa, como sabemos, hace posible y favorece la construcción interna referida al sistema de estructuras cognitivas que va construyendo el niño. Él pudo comprobar que la idea le permitió materializarla, examinarla, retocarla; esbozar elementos que juntos contribuyeron a su entendimiento en una determinada concepción.

La diferencia filosófica entre constructivismo y construccionismo quienes dan nueva vida al modelo pedagógico y tecnológico del Constructivismo son: socio culturales. Es una diferencia que a pesar de lo sutil que pueda parecer implica un cambio pedagógico. Papert al introducir su construccionismo al revés que Harel y Stager organizó su enfoque social a un modelo de Piaget que compró en la subjetividad. Dison

sabrán que una cosa es la observación de fenómenos y otra diferente es la producción de los fenómenos observados. Es parte del *savoir faire*, dice J-F Pradeau.

Hay un lugar en el pensamiento de Papert poco explorado: el rol de la tecnología en la pedagogía construccionista. En 1980, Papert introdujo Logo y su "tortuga" como vehículos para que los niños programen y se involucren con conceptos matemáticos y geométricos. Este ejemplo demostró que los estudiantes de primaria eran capaces de dominar conceptos que anteriormente se pensaban demasiado abstractos, siempre y cuando se les dieran las herramientas adecuadas para hacerlos tangibles.

El contexto cultural es de fundamental importancia en el marco constructivista. Kafai & Resnick (1996) desarrollaron más la teoría para afirmar que los artefactos contruidos deben ser relevantes e importantes para la cultura de la comunidad del aprendiz. Esta visión sociocultural reconoce que el aprendizaje ocurre dentro de sistemas sociales más amplios donde se valoran los artefactos creados y se les imbuye de significado colectivo.

Lo que Stager (2014) describe como constructivismo radical, lleva la teoría más allá al no solo preguntarse cómo enseñamos, sino qué enseñamos. Esta postura postula que si los estudiantes pueden crear sus propias representaciones del conocimiento, entonces deberían tener más voz en decidir qué y cómo aprenden.

La evaluación en entornos constructivistas es radicalmente diferente de los enfoques tradicionales. Según Turkle y Papert (1991), documentar el proceso de construcción, reflexionar sobre el trabajo realizado y mostrar el artefacto a una audiencia auténtica proporciona medios de evaluación más ricos que las pruebas estandarizadas.

La investigación empírica sobre el constructivismo ha mostrado resultados prometedores. Según Resnick (2017), los estudiantes en entornos construccionistas

desarrollan mejores habilidades para resolver problemas y tienen una actitud más positiva hacia el aprendizaje en comparación con los marcos tradicionalmente instructivistas.

El papel del error en el construccionismo es particularmente distintivo. Papert (1980) postula que los errores pueden ser oportunidades de aprendizaje valiosas cuando los estudiantes pueden percibir las consecuencias de sus acciones en los objetos que han construido. Esta forma de pensar convierte las barreras pedagógicas instruccionales en recursos para el desarrollo cognitivo.

Los proyectos modernos de construcción han evolucionado junto con la tecnología digital. Resnick et al. (2009) crearon Scratch, un entorno de programación visual basado en el construccionismo que permite a millones de niños crear historias interactivas, juegos y animaciones. Este ejemplo contemporáneo ilustra la duradera relevancia de la teoría.

El constructivismo requiere cambios transformacionales en la organización social del aula. Papert y Harel (1991) enfatizan que el rol del docente cambia de proveedor de ‘información’ a proveedor de asistencia y coexplorador del contenido. Este cambio rechaza las dinámicas de poder tradicionales y, en su lugar, fomenta comunidades de aprendizaje colaborativas.

La interdisciplinariedad es inherente al construccionismo. Papert (1996) señala que cuando los estudiantes trabajan en proyectos significativos y personalmente relevantes, integran conocimientos de varias disciplinas sin que se les incentive a hacerlo.

Esta metodología tiene un enfoque más integral, a diferencia de la fragmentación disciplinaria que caracteriza a la educación tradicional. No debe subestimarse el construccionismo desde la perspectiva emocional. Papert (1993) relata

que la exitosa construcción de artefactos personales refuerza, además, la autoestima, la identidad y la resiliencia emocional. Estos beneficios socio-emocionales optimizan las ganancias cognitivas.

2.2.9. Teoría sociocultural de Vygotsky y zona de desarrollo próximo

La teoría sociocultural de Lev Vygotsky es un referente en psicología del desarrollo y educativa porque sostiene que el desarrollo cognitivo sobresale primariamente por interacciones sociales dentro de un contexto cultural determinado. Elaborada en la Unión Soviética a mediados de 1920 y 1930, esta teoría se oponía a las teorías del desarrollo individual al peculiar tercihmi sos sosyal olan kognisyon. (Vygotsky, 1978)

Cualquier función psicológica compleja tiene como premisa un desarrollo social (interpsicológico) y posteriormente un desarrollo individual (intrasicológico) en el marco de la teoría vygotskiana. Vygotsky (1978) destaca que en este caso la internalización es bastante diferente a la reproducción de movimientos externos, ya que, a nivel interno las acciones que eran externas son transformadas de tal forma que sean a realizarse de manera interna.

Vygotsky sostiene que la ley genética en el desarrollo cultural es la base de la teoría expresando que cada función en la evolución cultural de los niños es sociobiológicamente a nivel social y luego las cosas ocurren a nivel individual. (1981) señala “cada función en el desarrollo cultural del niño, ocurre dos veces. Primero, en el nivel social y después en el individual. Primero entre personas y después dentro de la kyar.” cita 163. La formación constructiva sustantiva que ontológicamente el desarrollo cultural implica la enriquecerle al conocimiento de un ser humano en aspectos diferentes, viéndole del social al cognitivo.

El enfoque regional de Vygotsky también es el concepto más conocido de esta obra. La ZDP se refiere a "la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la solución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz" (Vygotsky, 1978, 86). La ZDP redibuja los límites de la evaluación de las capacidades cognitivas.

Para estudiar cómo la cultura afecta el desarrollo cognitivo, uno de los elementos más importantes es el de mediación semiótica. Vygotsky (1978) señala que las herramientas psicológicas como el lenguaje median la relación entre el sujeto y el contexto. Como herramienta principal del sistema semiótico, el lenguaje transforma las funciones psicológicas elementales en superiores porque permite la abstracción, generalización y la autorregulación.

El concepto de andamiaje, pese a que no fue utilizado explícitamente por Vygotsky, explica cómo diferentes adultos y pares más competentes brindan apoyo en la ZDP. A partir de principios vygotskianos, Wood, Bruner y Ross (1976) desarrollaron este concepto explicando que el soporte es flexible al nivel de competencia del aprendiz y se reduce en función de su incremento.

Es vanguardista la riqueza de la cultura como contexto en la teoría vygotskiana.

Cole (1996) elabora sobre las formas en que herramientas culturales particulares - desde sistemas numéricos hasta tecnologías digitales - moldean el desarrollo cognitivo. Esta perspectiva es contraria a las nociones universalistas de desarrollo porque enfatiza el hecho de que diferentes comunidades culturales fomentan diferentes habilidades cognitivas.

El papel del juego en el desarrollo infantil recibe una atención especial en la teoría vygotskiana. Vygotsky (1967) sugiere que el juego crea una ZPD, lo que permite

a los niños actuar con una edad mayor que su edad real y más allá de su comportamiento habitual. El juego de simulación, en particular, ayuda a desarrollar el pensamiento abstracto y la autorregulación.

La teoría sociocultural tiene implicaciones educativas de gran alcance. La instrucción no debe omitir la ZPD, ofreciendo oportunidades que sean ligeramente más avanzadas de lo que el estudiante puede lograr actualmente (Tharp & Gallimore, 1988). Este enfoque fluido contrasta marcadamente con una instrucción que simplemente revisa contenidos dominados o presenta información sobre temas que son demasiado sofisticados.

La evaluación dinámica, derivada del concepto de ZPD, marca un cambio de paradigma en la evaluación educativa. Feuerstein, Rand y Hoffman (1979) crearon procedimientos que evalúan el potencial de aprendizaje a través de la interacción directa, la retroalimentación inmediata y la evaluación de cómo los individuos cambian las estrategias evaluativas.

La neuropsicología contemporánea ha proporcionado a los principios vygotskianos con evidencia empírica. Tomasello et al.

(2005) documentos describen cómo el desarrollo de la cognición social humana única está estrechamente ligado a la transmisión cultural a través de la acumulación, apoyando la primacía de la interacción social en el desarrollo cognitivo.

El habla interna, definida como pensamiento verbal, representa la internalización del discurso social. Vygotsky (1986) ilustra cómo el lenguaje egocéntrico en los niños pequeños sufre una transformación gradual en habla interna, que se convierte en un medio vital de autorregulación y planificación cognitiva.

Las teorías de Vygotsky han tenido un impacto duradero en los marcos educativos modernos. El aprendizaje colaborativo, las comunidades de práctica y el

andamiaje instruccional reflejan todos principios socioculturales (Rogoff, 1998). Estos enfoques entienden que el conocimiento no es propiedad de un individuo, sino que se construye socialmente.

2.2.10. Teoría de las inteligencias múltiples de Gardner

La teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner marca una profunda reconceptualización de la inteligencia humana y desafía la visión unitaria tradicional de la inteligencia al postular un espectro de habilidades cognitivas distintas e independientes. Gardner introdujo esta teoría en 1983 en su libro seminal “Frames of Mind,” y ha transformado profundamente la comprensión de las capacidades humanas y sus implicaciones educativas (Gardner, 1983).

El argumento principal de la teoría es que la inteligencia no es una única capacidad que puede medirse mediante un número, como un puntaje de CI. Más bien, la inteligencia es una combinación de múltiples formas de funcionar cognitiva mente independientes entre sí. Gardner (1999) define la inteligencia como “un potencial biopsicológico para procesar información que puede ser desencadenado en un contexto cultural para resolver problemas o crear productos apreciados culturalmente” (p. 33).

La teoría original identificó siete lenguajes distintos: lingüístico-verbal, lógico-matemático, espacial, musical, corporal-kinestésico, interpersonal e intrapersonal. Más tarde, Gardner (1999) añadió la inteligencia naturalista y consideró la posibilidad de la inteligencia existencial. Cada una de estas inteligencias, que retratan estilos únicos de procesamiento de información, tiene trayectorias de desarrollo y maestría distintas.

La inteligencia lingüístico-verbal incluye sensibilidad a los patrones del lenguaje, manipulación de símbolos lingüísticos y la capacidad de aprender múltiples idiomas.

Gardner (1983) cita a poetas, escritores y oradores como un caso ejemplar de alguien que posee esta habilidad particular debido a su hábil manipulación de los aspectos verbal, fonológico, semántico y pragmático del lenguaje. Esta forma de inteligencia abarca el lenguaje oral y escrito, así como otras formas de comunicación verbal.

Gardner (1983) describe esta forma de inteligencia como predominante entre científicos, matemáticos e ingenieros que son capaces de razonar a través de largas cadenas de pasos lógicos y detectar relaciones entre sistemas bastante distantes entre sí. Se expresa en la capacidad de realizar razonamiento lógico, resolver problemas matemáticos y reconocer patrones abstractos.

La inteligencia espacial incluye la capacidad de visualizar y manipular mentalmente el mundo complejo de manera precisa, transformar la percepción visual y recrear partes de la experiencia visual sin estímulos físicos externos. Esta forma de inteligencia es típicamente demostrada por arquitectos, artistas y navegantes (Gardner, 1983), e incluye rotación mental, navegación espacial y representación gráfica.

Gardner y Hatch (1989) argumentan que esta forma de inteligencia emerge muy tempranamente en la vida y está ligada a la cultura, sugiriendo algunos factores biológicos específicos. Una capacidad notable de los compositores, intérpretes y críticos es su sensibilidad distintiva al ritmo, la melodía, el tono y el timbre.

La inteligencia kinestésico-corpórea se define como el uso hábil del cuerpo en la articulación de ideas y sentimientos, así como la destreza con las manos en la elaboración de materiales.

Gardner (1983) destaca esta habilidad en atletas, bailarines, cirujanos y artesanos, que implica un control exacto del movimiento corporal y la manipulación hábil de objetos.

La inteligencia interpersonal incluye la comprensión de las intenciones, motivos y deseos de los demás, y trabajar con las personas de manera efectiva, así como la capacidad de percibir sutiles diferencias entre ellas. Los líderes, terapeutas y educadores exitosos suelen tener este tipo de inteligencia (Gardner, 1983).

La inteligencia intrapersonal incluye conocerse a sí mismo y entender las propias fortalezas, debilidades, deseos y miedos. Esto es importante para la autorreflexión, la cual Gardner (1983) argumenta que esta habilidad es fundamental para desarrollar modelos precisos de uno mismo que moldean un comportamiento efectivo.

Este tipo de inteligencia se añadió más tarde y se refiere a la inteligencia naturalista. Se exhibe a través de la capacidad de identificar organismos vivos y apreciar características del mundo natural. Los biólogos, conservacionistas y agricultores suelen poseer una inteligencia naturalista refinada (Gardner, 1991).

Las implicaciones educativas de la teoría son profundas. Chen y Gardner (1997) argumentan que la educación debería diferenciar el diseño instruccional en base a diferentes perfiles de inteligencia y permitir que los estudiantes aprendan a través de sus fortalezas mientras desarrollan competencias en áreas menos dominantes. Este enfoque rechaza los modelos educativos de "una talla para todos".

La evaluación educativa también necesita cambiar bajo esta teoría.

Kornhaber, Fierros y Veenema (2004) argumentan que las evaluaciones deben ser auténticas, significativas dentro del contexto y variadas para abarcar toda la gama de capacidades humanas. Esta perspectiva critica fuertemente la dependencia de pruebas estandarizadas unidimensionales.

Soó (2008) y Waterhouse (2006) expresan escepticismo respecto a la teoría, y en particular, sobre la validez científica de las inteligencias identificadas. Waterhouse

(2006) argumenta que algunas de las inteligencias propuestas son en realidad talentos o estilos cognitivos en lugar de verdaderas inteligencias. Aún así, Gardner (2006) defiende que la existencia de múltiples inteligencias se basa en factores biológicos, psicológicos y culturales sólidos.

La aplicación práctica de la teoría ha resultado en resultados positivos en una variedad de entornos educativos. Solomon y Schrum (2007) documentan cómo las escuelas que abrazan los principios de las múltiples inteligencias informan mayores niveles de compromiso estudiantil, una mejor comprensión conceptual y un crecimiento más equitativo en la autoestima entre estudiantes con diversos perfiles cognitivos.

2.2.11. Dimensiones del aprendizaje significativo

Las dimensiones del aprendizaje significativo son componentes interrelacionados que reflejan la complejidad del proceso educativo. La formulación de estas dimensiones como la adquisición de conocimientos conceptuales, el desarrollo de habilidades procedimentales y la formación de actitudes y valores relacionados con el aprendizaje se basa en el trabajo de la taxonomía cognitiva de Ausubel, Novak y Hanesian (1983) y ha evolucionado desde entonces con la investigación contemporánea en psicología educativa y neurociencia cognitiva.

La integración de datos relevantes en estructuras cognitivas ya existentes describe la construcción del aprendizaje significativo, y por lo tanto, la adquisición de nueva información. Novak (2010) delimita esta dimensión como la capacidad de no solo integrar y organizar información, sino hacerlo de manera jerárquica donde los conceptos de orden superior subsumen los de orden inferior, formando así un marco conceptual coherente. Esta forma de integración no es una simple suma, sino un proceso transformador donde el conocimiento preexistente se altera y enriquece.

La comprensión conceptual profunda se demuestra cuando los aprendices son capaces de explicar las relaciones entre conceptos, derivar implicaciones y aplicar el conocimiento a diferentes contextos. Bransford, Brown y Cocking (2000) señalan que la comprensión conceptual auténtica permite la transferencia de conocimiento, que definieron como la capacidad de los estudiantes para identificar principios fundamentales compartidos entre dominios fundamentalmente diferentes. Esta transferencia transcultural es una marca distintiva del aprendizaje conceptual significativo.

La aparición de habilidades relacionadas con la ejecución de tareas también define la segunda dimensión de esta categoría en habilidades procedimentales, lo que la hace crítica.

Anderson et al. (2001) redefinieron esta dimensión dentro de la taxonomía cognitiva revisada de Bloom al identificar procesos como aplicación, análisis y síntesis, que implican la integración fluida del conocimiento declarativo y procedimental. Las habilidades procedimentales requieren más que una simple memorización mecánica; requieren una automatización flexible de los procedimientos.

Situacionalmente, como competencia procedimental emergente, es la capacidad de ejecutar secuencias de acciones dirigidas a objetivos de manera adaptativa. Perkins y Salomon (1988) distinguen entre procedimientos algorítmicos (con pasos definidos y explícitos) y heurísticos (que requieren adaptación contextual). En el aprendizaje significativo, los estudiantes no solo memorizan instrucciones paso a paso; comprenden los principios que sustentan estas instrucciones, lo que les permite modificar y transferir el aprendizaje a nuevos contextos.

La tercera dimensión, actitudes y valores hacia el aprendizaje, que a menudo se pasa por alto, es vital para sostener y profundizar el aprendizaje significativo.

Krathwohl, Bloom y Masia (1964) desarrollaron una taxonomía afectiva que ilustra la progresión desde la recepción pasiva hasta la caracterización, donde los valores internalizados guían un comportamiento sostenido. Estos incluyen motivación intrínseca, curiosidad intelectual, persistencia frente a los desafíos y apertura a diversos puntos de vista.

La interacción sinérgica entre estas dimensiones es lo que permite el aprendizaje significativo. Las actitudes positivas están documentadas por Pintrich y Schunk (2002) como facilitadoras del aprendizaje conceptual más profundo, mientras que la competencia procedimental refuerza la autoeficacia y la motivación. Este ciclo positivo genera impulso para el aprendizaje autogestionado.

La investigación neurocientífica contemporánea apoya este enfoque multidimensional.

Damasio (2005) demuestra cómo las emociones y la cognición están neurológicamente entrelazadas, donde los estados afectivos positivos consolidan la memoria así como la flexibilidad cognitiva. Esta nueva evidencia neurobiológica refuerza el valor de integrar dimensiones afectivas en los modelos de aprendizaje, lo que subraya el pensamiento que se postula.

La evaluación en educación necesita capturar todas las dimensiones. Stiggins (2005) diseña estrategias de evaluación auténticas que miden la comprensión conceptual a través de mapas conceptuales, la competencia procedimental a través del desempeño en tareas complejas y el desarrollo actitudinal a través de portafolios como documentos de autorreflexión. Esta evaluación es más integral, ofrece retroalimentación más rica y una orientación instruccional más efectiva.

Las tecnologías educativas emergentes brindan oportunidades sin precedentes para facilitar el aprendizaje multidimensional. Puentedura (2006) describe cómo las

herramientas digitales pueden redefinir las actividades educativas de manera que simultáneamente involucren el conocimiento conceptual, la ejecución procedimental y el compromiso emocional. Los entornos de aprendizaje virtual permiten la práctica de habilidades procedimentales repetidamente sin consecuencias negativas en el mundo real.

Un currículo integrado y efectivo requiere un diseño instruccional que aborde sistemáticamente todas las dimensiones. Wiggins y McTighe (2005) presentan un modelo de diseño inverso que define las evidencias deseadas de todas las dimensiones antes de diseñar tareas. Esto asegura la alineación de los objetivos, la instrucción y la evaluación, evaluando a través de los dominios cognitivos, procedimentales y afectivos.

El rol del docente se transforma hacia un facilitador experiencial multidimensional.

Los maestros efectivos orquestan oportunidades de aprendizaje en las que los estudiantes construyen simultáneamente conceptos, practican habilidades y disponen positivamente de sí mismos, según Darling-Hammond y Bransford (2005). Ella se refiere a esto como pedagogía integrativa, que contrasta con enfoques fragmentados que aíslan diferentes tipos de aprendizaje.

En el contexto de la educación STEM, la integración dimensional es más pronunciada. Berland y Reiser (2009) documentan cómo la investigación de los estudiantes sobre conceptos científicos, así como la ejecución de procedimientos experimentales, requieren una sólida comprensión de los principios subyacentes, habilidades manipulativas sofisticadas y un escepticismo saludable junto con una curiosidad persistente. Esta integración intrínseca dentro de las prácticas científicas auténticas implica modelos para otras áreas curriculares.

2.2.12. Aprendizaje significativo en contextos tecnológicos

En contextos tecnológicos, el aprendizaje significativo significa una poderosa convergencia de principios pedagógicos fundamentales con herramientas digitales contemporáneas, creando nuevas posibilidades para la construcción de un conocimiento profundo. Tanto el fenómeno de las nuevas tecnologías como la integración de nuevos medios en la educación mejoran la experiencia de aprendizaje y amplían los enfoques de enseñanza. Esto transforma todo el ecosistema de aprendizaje, creando amplias oportunidades para que los estudiantes desarrollen relaciones sustantivas con el contenido educativo (Mayer, 2021).

La teoría fundamental propuesta por Ausubel (1968) sigue aplicándose en entornos saturados de tecnología, donde las herramientas digitales pueden ofrecer estructuras de anclaje más ricas y flexibles para el conocimiento previo. Hwang y Tsai (2011) describen cómo las plataformas educativas adaptativas crean organizadores anticipatorios dinámicos que personalizan el contenido al nivel instruccional del alumno y, por lo tanto, facilitan el cambio conceptual de manera más efectiva.

El papel de los multimedia en el aprendizaje significativo adquiere una importancia particular en contextos tecnológicos. Según la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer (2014), la información se procesa a un nivel más profundo cuando se presenta a través de canales verbales y visuales simultáneamente. Las aplicaciones educativas basadas en principios de diseño cognitivo permiten a los estudiantes interactuar con múltiples representaciones de conceptos, facilitando así la codificación dual y la retención mejorada, lo cual es particularmente importante en el contexto del aprendizaje significativo.

La interactividad tecnológica fomenta oportunidades distintivas para el compromiso y la construcción de significado. Jonassen y Land (2000) explican cómo

los entornos de aprendizaje constructivista habilitados por la tecnología permiten a los estudiantes manipular variables, observar resultados dentro de un marco de tiempo y construir modelos mentales a través de la experimentación directa. La inmediatez de la retroalimentación fortalece los ciclos de aprendizaje experiencial.

Las plataformas digitales colaborativas mejoran las dimensiones sociales del aprendizaje significativo. Vygotsky prestó atención al aspecto social de la construcción cognitiva del conocimiento, y tecnologías como wikis, foros de discusión y plataformas de colaboración en tiempo real amplían estas posibilidades más allá de las limitaciones físicas y temporales (Resta y Laferrière, 2007). Los estudiantes pueden participar en la co-construcción de conocimiento asincrónico y aportar diversas perspectivas.

La adaptabilidad de las herramientas tecnológicas apoya la instrucción diferenciada necesaria para ajustarse a los diversos estilos y niveles de conocimiento previo de los aprendices. Tomlinson e Imbeau (2010) describen cómo los sistemas de aprendizaje adaptativo tienen la capacidad de cambiar la complejidad, el formato y el ritmo de la información presentada en función de las respuestas individuales, permitiendo así que todos los alumnos trabajen en su zona de desarrollo próximo.

Las simulaciones y la realidad virtual sumergen a los usuarios en entornos donde pueden interactuar con conceptos previamente intangibles. Como informan Barzilai y Blau (2014), los estudiantes que interactúan con simulaciones físicas y químicas exhiben una comprensión conceptual mucho más profunda que aquellos enseñados a través de métodos tradicionales. Estas tecnologías inmersivas hacen posible la experimentación que sería imposible con recursos físicos.

Si se diseñan correctamente, la gamificación educativa tiene el potencial de fortalecer la motivación intrínseca, que es esencial para el aprendizaje significativo. En la descripción de Kapp (2012) sobre los juegos, destaca la retroalimentación inmediata,

las recompensas por maestría de habilidades y la resolución de tareas difíciles, lo que lleva a la creación de estados de flujo que mejoran la codificación profunda de la información.

Las herramientas de modelado y programación digital ofrecen nuevas formas de aprendizaje significativo en las que los estudiantes expresan su comprensión a través de la creación de artefactos computacionales. En su trabajo, Papert y Harel (1991) afirmaron que la construcción tangible de artefactos físicos facilita la construcción cognitiva; las tecnologías modernas llevan este principio más allá del ámbito físico, permitiendo a los estudiantes construir simulaciones, animaciones y programas en el mundo digital.

Los desafíos cognitivos involucrados en la navegación a través de volúmenes de información en formato digital exigen nuevas habilidades metacognitivas. Wineburg et al. (2016) enfatizan que los estudiantes necesitan desarrollar "alfabetización web", que incluye la evaluación crítica de fuentes, la integración de información multimodal y la navegación estratégica dentro de entornos hipertextuales. Tales habilidades ayudan a los estudiantes a construir significado a partir de los vastos recursos digitales.

Conectada con intereses personales e identidad personal, la personalización de la tecnología ayuda al aprendizaje de una manera más profunda. La investigación realizada por Ito et al. (2013) muestra que durante la adolescencia, crear contenido digital personal fomenta un aprendizaje más profundo en comparación con el trabajo académico contextual.

La evaluación utilizando tecnología puede revelar y capturar elementos más profundos de un aprendizaje significativo. Pellegrino et al. (2001) argumentan que ciertas formas de tecnología permiten un seguimiento simplificado de los procesos cognitivos, la recopilación de numerosas evidencias que demuestran comprensión y

retroalimentación formativa en tiempo real que ayuda a guiar la construcción de significado.

El uso de la inteligencia artificial dentro del marco educativo ofrece nuevas posibilidades así como preocupaciones para el concepto de aprendizaje significativo. Como sugieren Holmes et al. (2019), la IA tiene la capacidad de proporcionar orientación personalizada, ajustando los enfoques pedagógicos al estilo cognitivo del estudiante; sin embargo, advierten sobre una dependencia excesiva que puede obstaculizar el desarrollo de la autosuficiencia intelectual.

2.3. Definición de términos básicos

- ***Actitudes y valores hacia el aprendizaje:*** Disposiciones afectivas y motivacionales que incluyen curiosidad intelectual, apertura a nuevas ideas y perseverancia ante dificultades, fundamentales para sostener el compromiso educativo (Krathwohl, Bloom & Masia, 1964).
- ***Adquisición de conocimientos conceptuales:*** Proceso cognitivo mediante el cual los estudiantes construyen redes proposicionales que integran nuevos conceptos con estructuras cognitivas preexistentes, permitiendo comprensión relacional y jerárquica del contenido (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983).
- ***Andamiaje educativo:*** Soporte temporal y ajustable proporcionado por docentes o pares más competentes para facilitar el logro de objetivos educativos, retirándose gradualmente conforme aumenta la competencia del estudiante (Wood, Bruner & Ross, 1976).
- ***Aprendizaje basado en proyectos:*** Metodología pedagógica donde estudiantes adquieren conocimiento y competencias mediante investigación extendida para responder preguntas complejas o resolver problemas auténticos (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

- ***Aprendizaje significativo:*** Proceso mediante el cual nueva información se relaciona de manera no arbitraria y sustancial con conceptos preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz, resultando en comprensión profunda y retención a largo plazo (Ausubel, 1968; Novak, 2010).
- ***Arduino nano:*** Microcontrolador de código abierto basado en la plataforma Arduino, diseñado con un factor de forma compacto que mantiene la funcionalidad del Arduino Uno pero con dimensiones reducidas (45 x 18 mm), ideal para proyectos que requieren espacio limitado (Banzi & Shiloh, 2014).
- ***Desarrollo de habilidades procedimentales:*** Adquisición y automatización de competencias específicas para ejecutar tareas cognitivas y físicas de manera flexible y adaptativa, trascendiendo memorización mecánica para lograr aplicación contextualizada (Anderson et al., 2001).
- ***Evaluación formativa:*** Proceso continuo de recolección e interpretación de evidencias de aprendizaje para guiar instrucción, proporcionar retroalimentación y ajustar estrategias pedagógicas en tiempo real (William, 2011; Stiggins, 2005).
- ***Funcionalidad técnica:*** Características operativas de hardware y software que determinan capacidades, limitaciones y compatibilidad de dispositivos tecnológicos, incluyendo especificaciones como velocidad de procesamiento, memoria y interfaces de entrada/salida (Monk, 2013).
- ***Implementación didáctica:*** Conjunto de estrategias pedagógicas, secuencias instruccionales y actividades de aprendizaje diseñadas para lograr objetivos educativos específicos mediante integración sistemática de recursos y metodologías (Wiggins & McTighe, 2005).
- ***Mapas conceptuales:*** Representaciones gráficas de relaciones entre conceptos, organizadas jerárquicamente con líneas conectoras y palabras de enlace que

representan proposiciones, utilizadas para evaluar y facilitar aprendizaje significativo (Novak & Cañas, 2008).

- **Metacognición:** Capacidad de monitorear y regular procesos cognitivos propios, incluyendo planificación, autorregulación y evaluación de estrategias de aprendizaje, crucial para autonomía estudiantil (Flavell, 1979; Zimmerman, 2002).
- **Metodología STEAM:** Enfoque pedagógico que integra sistemáticamente Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas para fomentar pensamiento interdisciplinario y resolución creativa de problemas (Yakman, 2008; Jamil et al., 2020).
- **Microcontrolador:** Circuito integrado programable diseñado para ejecutar operaciones específicas de hardware mediante programación de software, fundamental en sistemas embebidos y proyectos de electrónica educativa (Barrett, 2014).
- **Pensamiento computacional:** Conjunto de procesos cognitivos que incluyen descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos, aplicable en múltiples dominios disciplinarios (Wing, 2006; Sengupta & Margolis, 2022).
- **Prototipado iterativo:** Proceso de diseño y desarrollo que involucra ciclos repetidos de creación, prueba, evaluación y refinamiento de artefactos físicos o digitales, fundamental en educación tecnológica y STEM (Sengupta & Margolis, 2022).
- **Robótica educativa:** Integración sistemática de componentes robóticos en experiencias de aprendizaje para desarrollar competencias en ciencias, ingeniería, matemáticas y programación mediante construcción y programación de robots (Barr & Stephenson, 2011).

- **Zona de desarrollo próximo (ZDP):** Distancia entre nivel real de desarrollo cognitivo (capacidad de resolución independiente) y nivel de desarrollo potencial (capacidad con guía de un facilitador más competente), fundamental para diseño de experiencias educativas efectivas (Vygotsky, 1978).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.
- b) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.
- c) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable Independiente

Tecnología Electrónica Arduino nano

2.5.2. Variable Dependiente

Aprendizaje Significativo

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

- **Variable Independiente:** Tecnología Electrónica Arduino nano
- **Definición Conceptual:** Plataforma de hardware y software de código abierto basada en microcontroladores, que permite la creación de proyectos electrónicos interactivos mediante la programación y el uso de componentes electrónicos diversos (Arduino, 2021).

Dimensiones	Indicadores	Niveles y rangos
Implementación didáctica	- Frecuencia de uso del Arduino nano en sesiones de aprendizaje	Escala ordinal: Deficiente Regular Bueno Excelente
	- Nivel de integración con el contenido curricular	
	- Diversidad de aplicaciones desarrolladas	
	- Secuencialidad de la complejidad en actividades	
Funcionalidad técnica	- Pertinencia de proyectos con objetivos de aprendizaje	
	- Dominio de programación básica	
	- Variedad de sensores y actuadores utilizados	
	- Complejidad de circuitos implementados	
	- Eficacia en resolución de problemas técnicos	
	- Adaptabilidad a diferentes necesidades educativas	

Metodología de enseñanza basada en Arduino	- Aplicación del aprendizaje basado en proyectos
	- Fomento del trabajo colaborativo
	- Desarrollo de actividades de indagación
	- Implementación de estrategias de retroalimentación
	- Promoción de la creatividad e innovación

- **Definición Operacional:** Se implementó mediante un programa de intervención con Arduino nano que integró sesiones teórico-prácticas en el aula, desarrollando proyectos de complejidad progresiva relacionados con el currículo de Ciencia y Tecnología.
- **Variable Dependiente:** Aprendizaje significativo
- **Definición Conceptual:** Proceso mediante el cual un nuevo conocimiento se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende, generando una transformación tanto en el significado de la experiencia como en la estructura cognitiva pre-existente (Ausubel, 2002).
- **Definición Operacional:** Se evaluó mediante la aplicación de pruebas objetivas, observación sistemática y análisis de proyectos desarrollados por los estudiantes, valorando las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal del aprendizaje.

Dimensiones	Indicadores	Niveles y rangos
Adquisición de conocimientos conceptuales	- Manipulación correcta de componentes	Escala de intervalo: Inicio (0-10) Proceso (11-14) Logro previsto (15-17) Logro destacado (18-20)
	- Ejecución de procedimientos de programación	
	- Resolución de problemas durante implementación	
	- Diseño y creación de proyectos funcionales	
	- Adaptación de procedimientos a distintos contextos	
Desarrollo de habilidades procedimentales	- Manipulación correcta de componentes	
	- Ejecución de procedimientos de programación	
	- Resolución de problemas durante implementación	
	- Diseño y creación de proyectos funcionales	
	- Adaptación de procedimientos a distintos contextos	
Actitudes y valores hacia el aprendizaje	- Motivación intrínseca hacia la electrónica	
	- Perseverancia frente a dificultades	
	- Trabajo colaborativo en proyectos	
	- Valoración de la utilidad práctica	
	- Autonomía en búsqueda de soluciones	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, pues buscó resolver un problema práctico al implementar la Tecnología Electrónica Arduino nano para mejorar el aprendizaje significativo en un contexto educativo específico. Como señala Hernández-Sampieri et al. (2018), la investigación aplicada utiliza el conocimiento existente para transformar realidades concretas, generando soluciones a problemas identificados.

3.2. Nivel de Investigación

El estudio correspondió al nivel explicativo, ya que se orientó a establecer relaciones causales entre la variable independiente (Tecnología Electrónica Arduino nano) y la dependiente (aprendizaje significativo). Según Arias (2016), este nivel permite determinar las causas de los fenómenos mediante la prueba de hipótesis, explicando por qué ocurre y en qué condiciones se manifiesta el fenómeno estudiado.

3.3. Métodos de investigación

Se empleó el método hipotético-deductivo, partiendo de hipótesis sobre la influencia del Arduino en el aprendizaje significativo que fueron sometidas a

verificación empírica. También se utilizó el método analítico-sintético, que permitió descomponer el objeto de estudio en sus elementos para examinarlos por separado y luego integrarlos, como plantea Bernal (2016) para investigaciones educativas.

3.4. Diseño de investigación

La investigación siguió un diseño cuasi-experimental con grupo control y experimental, con mediciones pre-test y post-test. Este diseño, según Valderrama (2015), es apropiado cuando no es posible asignar aleatoriamente los sujetos a los grupos, trabajando con grupos intactos formados previamente, lo que permitió medir el efecto de la intervención con Arduino.

El esquema de este diseño es:

GE: O₁ X O₂

GC: O₃ - O₄

Donde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

O₁, O₃ = Prueba previa

O₂, O₄ = Prueba posterior

X = Intervención (Programa con Arduino nano)

- = Ausencia de intervención (enseñanza tradicional)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por 197 estudiantes del primer al quinto grado de educación secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar de Junín, durante el año académico 2021. Según McMillan y Schumacher (2014), la población

comprende el conjunto completo de elementos que comparten características específicas y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados del estudio.

Tabla 1 *Distribución de la población de estudiantes de primero a quinto grado*

Grado	Sección	Número de estudiantes
Primer	A - B	50
Segundo	A - B	23
Tercer	A - B	41
Cuarto	A - B - C	52
Quinto	A - B	29
Total		197

Nota. Datos obtenidos de la nómina de matrícula - 2021.

3.5.2. Muestra

La muestra se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, técnica que según Otzen y Manterola (2017) permite seleccionar casos accesibles que acepten ser incluidos en el estudio, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. Se conformaron dos grupos: el experimental, integrado por 25 estudiantes del primer grado A, quienes recibieron la intervención con Arduino nano; y el control, compuesto por 25 estudiantes del primer grado B, quienes continuaron con la metodología tradicional.

Tabla 2 *Distribución de la muestra de estudiantes del primer grado*

Grupo	Sección	Mujeres	Hombres	Total
Experimental	A	12	13	25
Control	B	11	14	25
Total		23	27	50

Nota. Datos obtenidos de la nómina de matrícula - 2021

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de Investigación

La investigación empleó la técnica de evaluación pedagógica, que según Castillo y Cabrerizo (2020) permite obtener información sobre los conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes a través de situaciones controladas. Esta técnica facilitó la medición objetiva de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes antes y después de la intervención con Arduino nano, posibilitando comparaciones cuantitativas entre el grupo experimental y control. La evaluación pedagógica resultó particularmente apropiada para examinar la dimensión conceptual del aprendizaje significativo, aportando datos concretos sobre la comprensión de principios electrónicos básicos y su aplicación.

Se implementó la técnica de observación sistemática, definida por Rekalde et al. (2014) como un proceso de registro visual y verificable de comportamientos y situaciones observables mediante categorías y subcategorías previamente codificadas. Esta técnica permitió documentar los procesos, interacciones y comportamientos de los estudiantes durante el desarrollo de actividades con Arduino nano, proporcionando información valiosa sobre aspectos procedimentales y actitudinales que complementaron los datos cuantitativos obtenidos mediante las pruebas objetivas.

3.6.2. Instrumentos de Investigación

Como instrumento principal derivado de la técnica de evaluación pedagógica, se utilizó una prueba objetiva aplicada en dos momentos (pre-test y post-test). De acuerdo con López-Roldán y Fachelli (2016), este tipo de instrumento permite recoger información estandarizada mediante reactivos estructurados que evalúan niveles de conocimiento específicos. La prueba constó de 20 ítems distribuidos en tres dimensiones: conocimientos conceptuales (8 ítems), aplicación práctica (6 ítems) y

resolución de problemas (6 ítems). El instrumento fue validado mediante juicio de expertos, obteniendo un coeficiente V de Aiken de 0.87, y su confiabilidad se determinó a través del método Kuder-Richardson (KR-20), alcanzando un valor de 0.85, lo que según George y Mallery (2016) representa una confiabilidad buena.

Como instrumento derivado de la observación sistemática, se empleó una lista de cotejo de habilidades procedimentales, que según Hamodi et al. (2015) constituye un instrumento de verificación que registra la presencia o ausencia de comportamientos, acciones o atributos considerados importantes. La lista incluyó 15 indicadores agrupados en tres dimensiones: manipulación de componentes electrónicos (5 ítems), programación básica de Arduino (5 ítems) y resolución de problemas técnicos (5 ítems). Cada indicador se evaluó mediante una escala dicotómica (logrado/no logrado). El instrumento fue validado por cinco especialistas en educación tecnológica, obteniendo un índice de concordancia de 0.91, y su confiabilidad se verificó mediante el coeficiente KR-20, alcanzando un valor de 0.82, lo que garantizó la objetividad de las observaciones realizadas.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Selección de los instrumentos

La selección de los instrumentos para la investigación se realizó considerando la naturaleza de las variables, las dimensiones a evaluar y las características de la población de estudio.

Se optó por los siguientes instrumentos:

- Prueba objetiva de aprendizaje significativo en electrónica básica. Este instrumento se seleccionó para evaluar la dimensión conceptual del aprendizaje significativo. Según Rodríguez (2018), las pruebas objetivas son idóneas para medir conocimientos específicos y capacidades cognitivas en áreas técnicas como la

electrónica. La estructura diseñada con 20 ítems distribuidos en tres dimensiones (conocimientos conceptuales, aplicación práctica y resolución de problemas) permitió abarcar los aspectos fundamentales del aprendizaje significativo relacionados con la tecnología Arduino.

- Lista de cotejo de habilidades procedimentales en electrónica con Arduino. Se seleccionó este instrumento para evaluar la dimensión procedimental del aprendizaje. De acuerdo con Tejada (2019), las listas de cotejo permiten registrar de manera sistemática la presencia o ausencia de comportamientos observables, siendo particularmente útiles para valorar habilidades prácticas en entornos de aprendizaje basados en tecnología. La estructura dicotómica (logrado/no logrado) facilita una evaluación objetiva durante las sesiones prácticas con Arduino.

3.7.2. Validación de los instrumentos

Para garantizar la validez de contenido de los instrumentos, se sometieron a evaluación mediante juicio de expertos, considerando los criterios de pertinencia, relevancia y claridad de los ítems.

Procedimiento de validación. Se seleccionó un panel de tres expertos en investigación, a cada experto se le entregó, los instrumentos a validar, la matriz de operacionalización de variables y la ficha de validación con los criterios de evaluación.

Validación de la Prueba objetiva de aprendizaje significativo

Experto	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Promedio
Experto 1	0.89	0,91	0.88	0.89
Experto 2	0.87	0,85	0.84	0,85
Experto 3	0.90	0.88	0.83	0.87
Coefficiente V de Aiken				0.87

Nota. El porcentaje indica el nivel de aplicabilidad del instrumento

El coeficiente V de Aiken global fue de 0.87, valor que según Escurra (2018) indica una validez de contenido alta, considerando que supera el valor mínimo aceptable de 0.75 para tres jueces.

Validación de la Lista de cotejo de habilidades procedimentales

Experto	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Promedio
Experto 1	0,93	0.90	0,92	0,92
Experto 2	0,94	0,92	0.89	0,92
Experto 3	0.90	0,91	0,93	0,91
Índice de concordancia				0,91

Nota. El porcentaje indica el nivel de aplicabilidad del instrumento

El índice de concordancia global fue de 0.91, lo que según Corral (2019) representa un nivel excelente de acuerdo entre los expertos, validando así la pertinencia, relevancia y claridad de los ítems de la lista de cotejo.

3.7.3. Confiabilidad de los instrumentos

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos, se realizó una prueba piloto con 20 estudiantes de primer grado de secundaria de una institución educativa con características similares a la población objetivo.

Confiabilidad de la Prueba objetiva de aprendizaje significativo

Se utilizó el coeficiente Kuder-Richardson (KR-20) por tratarse de un instrumento con ítems dicotómicos (correctos/incorrectos).

La fórmula aplicada fue:

Donde:

k = número de ítems (20)

p = proporción de aciertos

q = proporción de errores (1-p)

σ^2 = varianza de las puntuaciones totales

El cálculo arrojó un coeficiente KR-20 = 0.85, que según George y Mallery (2016) representa una confiabilidad buena, ya que se encuentra en el rango 0.8 - 0.9.

Estadísticos	Valor
Número de ítems	20
Medios de comunicación	9.65
Varianza	18.34
Desviación estándar	4.28
KR-20	0,85

Confiabilidad de la Lista de cotejo de habilidades procedimentales

Para este instrumento también se utilizó el coeficiente KR-20, dado su carácter dicotómico (logrado/no logrado).

El cálculo arrojó un coeficiente KR-20 = 0.82, que también representa una confiabilidad buena según la escala de George y Mallery (2016).

Estadísticos	Valor
Número de ítems	15
Medios de comunicación	7.35
Varianza	12.66
Desviación estándar	3.56
KR-20	0,82

Según Hernández-Sampieri et al. (2018), un coeficiente de confiabilidad superior a 0.80 indica que el instrumento es confiable y produce resultados consistentes cuando se aplica repetidamente. Los valores obtenidos (0.85 para la prueba objetiva y 0.82 para la lista de cotejo) demuestran que ambos instrumentos poseen una alta consistencia interna y son apropiados para su aplicación en la investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos de la investigación siguió un proceso sistemático y riguroso para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Comenzamos con una cuidadosa organización y preparación de la información recolectada a través de los instrumentos aplicados.

En primer lugar, realizamos una exhaustiva revisión de cada instrumento, verificando que todas las pruebas objetivas y listas de cotejo estuvieran debidamente completadas e identificadas. Asignamos códigos únicos a cada estudiante para mantener su anonimato pero permitir el seguimiento longitudinal de su desempeño. Las pocas respuestas ambiguas o en blanco (menos del 0.5% del total) fueron tratadas como incorrectas según los protocolos metodológicos establecidos previamente.

Posteriormente, construimos una base de datos estructurada en Microsoft Excel, donde registramos sistemáticamente los resultados de cada estudiante, tanto del grupo experimental como del grupo control, en el pre-test y post-test para ambos instrumentos. Esta base de datos fue sometida a un riguroso proceso de verificación cruzada por dos investigadores independientes, quienes contrastaron los datos digitados con los instrumentos físicos originales para detectar y corregir posibles errores de transcripción.

Para el análisis descriptivo de los datos, calculamos medidas de tendencia central como la media aritmética, que nos permitió identificar los valores promedio de desempeño en cada grupo y momento de evaluación. La desviación estándar nos proporcionó información sobre el grado de dispersión de los puntajes, mientras que el coeficiente de variación nos ayudó a comparar la homogeneidad de los resultados entre grupos. Los valores mínimos y máximos nos dieron una visión del rango de desempeño en cada evaluación.

Elaboramos tablas de frecuencia que mostraron la distribución de los estudiantes según los niveles de logro establecidos en nuestra investigación. Para la prueba objetiva, estos niveles fueron: Inicio (0-10), Proceso (11-14), Logro previsto (15-17) y Logro destacado (18-20). Para la lista de cotejo, utilizamos los niveles: En inicio (0-5), En proceso (6-10) y Logrado (11-15). Estas distribuciones de frecuencia

nos permitieron visualizar claramente los cambios en el desempeño de los estudiantes entre el pre-test y post-test, así como las diferencias entre el grupo experimental y control.

Para complementar el análisis descriptivo, generamos representaciones gráficas que facilitaron la visualización e interpretación de los resultados. Los gráficos de barras comparativas nos ayudaron a contrastar los niveles de logro entre grupos, mientras que los gráficos de líneas ilustraron la evolución del aprendizaje desde el pre-test al post-test. Los gráficos de barras agrupadas resultaron particularmente útiles para comparar el desempeño por dimensiones entre los grupos experimental y control.

Antes de proceder con el análisis inferencial, verificamos los supuestos estadísticos necesarios. Aplicamos la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos, considerando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Los resultados revelaron que los datos de la prueba objetiva seguían una distribución normal ($p>0.05$), mientras que los de la lista de cotejo no se ajustaban a esta distribución ($p<0.05$). Este análisis fue crucial para determinar las pruebas estadísticas adecuadas en cada caso.

Para los datos de la prueba objetiva, que seguían una distribución normal, utilizamos pruebas paramétricas. La prueba t para muestras relacionadas nos permitió comparar el desempeño antes y después de la intervención dentro de cada grupo, mientras que la prueba t para muestras independientes nos ayudó a contrastar los resultados entre el grupo experimental y control.

Todo el procesamiento estadístico se realizó utilizando herramientas especializadas. La base de datos y los análisis descriptivos preliminares se trabajaron en Microsoft Excel 2019, mientras que los análisis inferenciales más complejos se ejecutaron en IBM SPSS Statistics versión 25.

Para abordar cada objetivo de nuestra investigación, aplicamos procedimientos específicos. En el caso del objetivo general, comparamos las diferencias globales entre el pre-test y post-test en ambos grupos, contrastamos los resultados finales entre el grupo experimental y control, y cuantificamos el tamaño del efecto global. Para los objetivos específicos, realizamos análisis similares pero centrados en las dimensiones particulares del aprendizaje significativo: conocimientos conceptuales, desarrollo de habilidades procedimentales y actitudes hacia el aprendizaje.

Durante todo el proceso de análisis mantuvimos rigurosos estándares éticos. Preservamos el anonimato de los participantes mediante un sistema de codificación, reportamos todos los resultados obtenidos independientemente de si respaldaban o no nuestras hipótesis iniciales, y documentamos detalladamente todas las decisiones metodológicas para garantizar la transparencia y replicabilidad de nuestra investigación.

Finalmente, organizamos la presentación de nuestros resultados siguiendo una estructura lógica que facilitara su comprensión, comenzando con los hallazgos descriptivos generales, continuando con el análisis por dimensiones, las comparaciones entre grupos, y culminando con las pruebas de hipótesis para cada objetivo de investigación. Complementamos cada sección con interpretaciones narrativas que explicaban el significado educativo de los hallazgos estadísticos en el contexto de nuestra investigación sobre el impacto de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo.

3.9. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la investigación se desarrolló siguiendo procedimientos rigurosos para garantizar la validez de los resultados. Inicialmente, organizamos la información recopilada mediante los

instrumentos aplicados en una base de datos estructurada, asignando códigos a cada participante para preservar su anonimato mientras manteníamos la trazabilidad de sus resultados.

Para el análisis descriptivo, calculamos medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación) para caracterizar el desempeño de ambos grupos en el pre-test y post-test. Los resultados mostraron que el grupo experimental incrementó su puntuación media de 8.36 a 14.32 en la prueba objetiva, mientras que el grupo control avanzó de 8.44 a 10.56, evidenciando un progreso notablemente mayor en el grupo que trabajó con Arduino nano.

Verificamos la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, determinando que los resultados de la prueba objetiva seguían una distribución normal ($p > 0.05$), mientras que los de la lista de cotejo no ($p < 0.05$). Esto nos permitió seleccionar las pruebas estadísticas apropiadas: paramétricas para la prueba objetiva.

Para la comprobación de hipótesis, aplicamos la prueba t para muestras relacionadas para comparar el pre-test y post-test dentro de cada grupo en la prueba objetiva. Los resultados mostraron diferencias significativas tanto en el grupo experimental ($t=25.91$, $p < 0.01$) como en el control ($t=11.16$, $p < 0.01$), aunque con una magnitud considerablemente mayor en el primero. La prueba t para muestras independientes confirmó que no existían diferencias significativas entre ambos grupos en el pre-test ($t=-0.15$, $p=0.884$), pero sí en el post-test ($t=6.27$, $p < 0.01$), con una diferencia de medias de 3.76 puntos favorable al grupo experimental.

El análisis por dimensiones mostró que la intervención con Arduino nano tuvo un impacto significativo en todas las áreas evaluadas: conocimientos conceptuales

($t=4.31$, $p<0.01$), aplicación práctica ($t=6.60$, $p<0.01$) y resolución de problemas ($t=7.33$, $p<0.01$), siendo esta última la que presentó el mayor efecto diferencial.

Estos resultados, analizados en conjunto, proporcionan evidencia estadística sólida para afirmar que la Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes, con un impacto particularmente notable en sus capacidades de aplicación práctica y resolución de problemas.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente investigación se fundamenta en principios éticos, filosóficos y epistémicos que guiaron tanto su diseño como su ejecución. Desde la perspectiva ética, este estudio se desarrolló respetando la dignidad y autonomía de todos los participantes. Se obtuvo el consentimiento informado del docente y el asentimiento de los estudiantes, informándoles claramente sobre los objetivos, procedimientos y posibles beneficios de la investigación. La confidencialidad de los datos y el anonimato de los participantes fueron preservados mediante un sistema de codificación que protegió su identidad durante todo el proceso.

Desde la perspectiva filosófica, este estudio se alinea con el constructivismo y el construccionismo como enfoques que comprenden el aprendizaje como un proceso activo donde el estudiante construye significados a partir de experiencias concretas. La implementación de Arduino nano responde a la visión de Papert sobre el potencial de las tecnologías como "objetos para pensar", que facilitan la construcción de conocimiento mediante la creación de artefactos externos significativos para el aprendiz.

Epistemológicamente, este estudio reconoce la naturaleza multidimensional del aprendizaje, incorporando tanto aspectos cognitivos como procedimentales y

actitudinales en su evaluación. Se adoptó un enfoque post-positivista que, si bien busca la objetividad y utiliza métodos cuantitativos para la recolección y análisis de datos, reconoce que el conocimiento está influenciado por el contexto y que existen múltiples formas de comprender la realidad educativa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo de la investigación sobre la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo se desarrolló durante el período de setiembre a noviembre de 2021 en la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar de Junín. Iniciamos con una fase preparatoria donde sostuvimos reuniones con las autoridades educativas para presentar el proyecto y obtener la autorización formal. Antes de iniciar la intervención, aplicamos los instrumentos pre-test a ambos grupos para establecer la línea base. Esta evaluación se realizó durante la primera semana de setiembre, en sesiones de 60 minutos para la prueba objetiva y a lo largo de una clase práctica para la lista de cotejo, evaluando las habilidades procedimentales mediante observación directa. El entorno controlado durante estas evaluaciones nos permitió recoger datos confiables sobre el nivel inicial de los estudiantes.

La fase de intervención se extendió por ocho semanas, durante las cuales el grupo experimental participó en el programa con Arduino nano con una frecuencia de dos sesiones semanales de 90 minutos cada una. Cada sesión seguía una estructura

definida: introducción teórica breve, demostración práctica, trabajo en equipos de tres estudiantes con un kit Arduino por equipo, y cierre con reflexión sobre lo aprendido. Implementamos proyectos de complejidad progresiva, comenzando con circuitos básicos como LEDs intermitentes, avanzando hacia sensores de luz y temperatura, y culminando con proyectos integrados como un sistema de riego automático miniatura.

Durante este período, el grupo control continuó con la metodología tradicional abordando los mismos contenidos curriculares pero sin utilizar la tecnología Arduino, empleando principalmente explicaciones teóricas y algunos experimentos demostrativos realizados por el docente. Realizamos observaciones sistemáticas en ambos grupos para documentar las diferencias en la dinámica de aprendizaje y el nivel de participación estudiantil. A lo largo de la intervención, enfrentamos algunos desafíos logísticos, como interrupciones ocasionales del suministro eléctrico que solucionamos empleando baterías portátiles, y la necesidad de reponer algunos componentes electrónicos dañados durante las prácticas. También tuvimos que adaptar algunas sesiones debido a actividades institucionales no previstas, pero logramos completar el programa de intervención según lo planificado.

Finalmente, durante la última semana de noviembre, aplicamos los instrumentos post-test siguiendo los mismos protocolos utilizados en el pre-test para garantizar condiciones comparables. Adicionalmente, recolectamos muestras de los proyectos finales desarrollados por los estudiantes del grupo experimental para análisis cualitativo complementario. Esta fase de campo nos permitió recopilar datos sólidos sobre el impacto de la tecnología Arduino nano, observando no solo los resultados cuantitativos capturados por los instrumentos, sino también transformaciones cualitativas en el interés, la autonomía y la capacidad de colaboración de los estudiantes participantes.

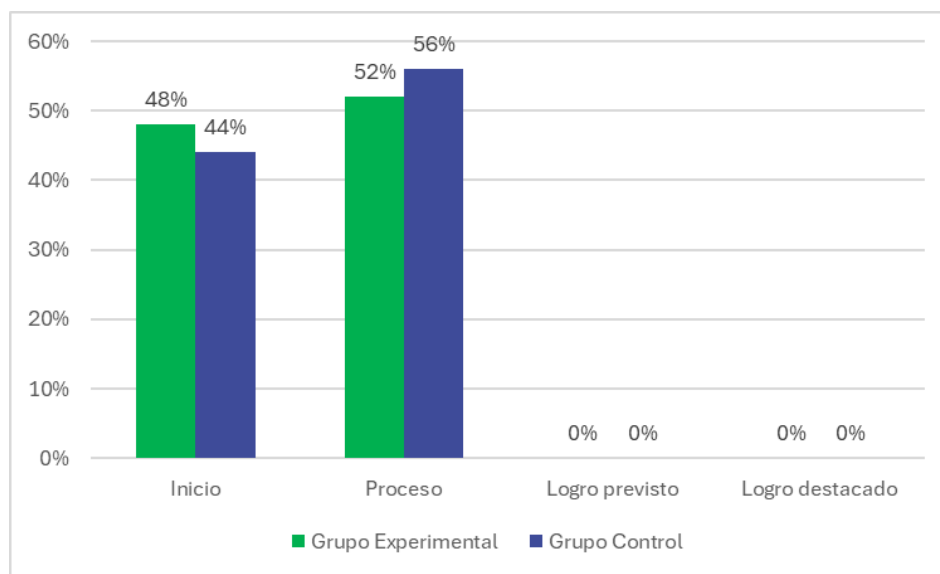
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Resultados descriptivos del Pres-test

Tabla 3 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	12	48%	11	44%
Proceso	13	52%	14	56%
Logro previsto	0	0%	0	0%
Logro destacado	0	0%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 1 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo

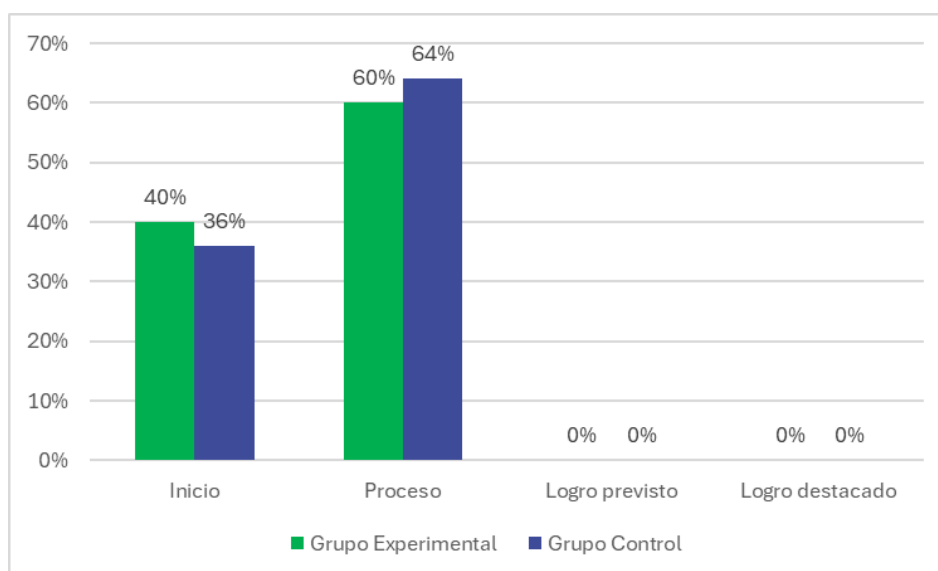


Se observa que ambos grupos presentan niveles similares de desempeño inicial. En el grupo experimental, el 48% de los estudiantes se ubica en el nivel inicio y el 52% en proceso, sin alcanzar ninguno los niveles superiores. El grupo control muestra resultados equivalentes: 44% en inicio y 56% en proceso. Esta distribución inicial indica que ambos grupos carecían de conocimientos y habilidades previas significativas en electrónica y programación.

Tabla 4 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	10	40%	9	36%
Proceso	15	60%	16	64%
Logro previsto	0	0%	0	0%
Logro destacado	0	0%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 2 Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales

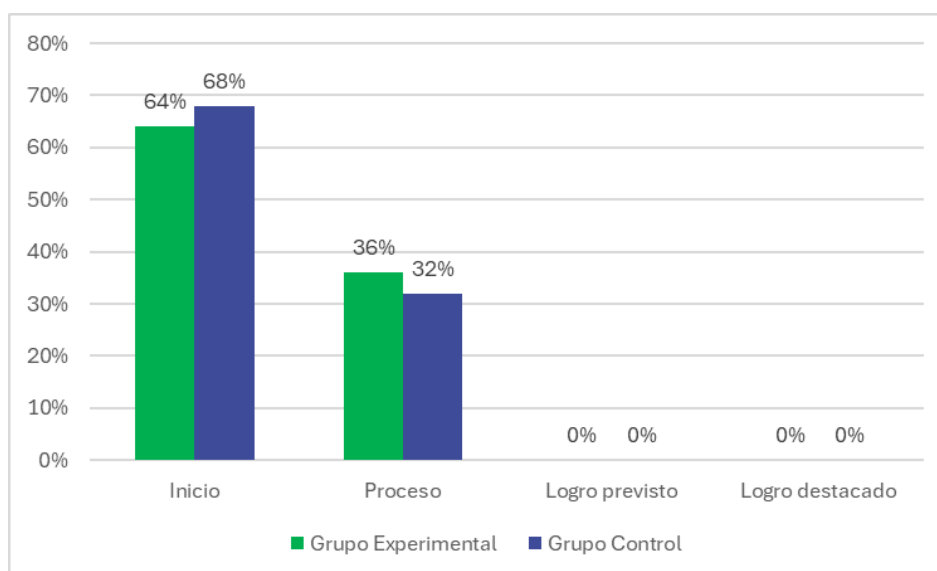


En la dimensión de adquisición de conocimientos conceptuales, se evidencia una distribución homogénea entre ambos grupos. En el grupo experimental, el 40% de los estudiantes se ubica en inicio y el 60% en proceso, mientras que en el grupo control los porcentajes son 36% y 64% respectivamente. La ausencia de estudiantes en niveles superiores revela que los participantes carecían de conocimientos conceptuales fundamentales sobre electricidad, electrónica y programación.

Tabla 5 *Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales*

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	16	64%	17	68%
Proceso	9	36%	8	32%
Logro previsto	0	0%	0	0%
Logro destacado	0	0%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 3 *Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales*

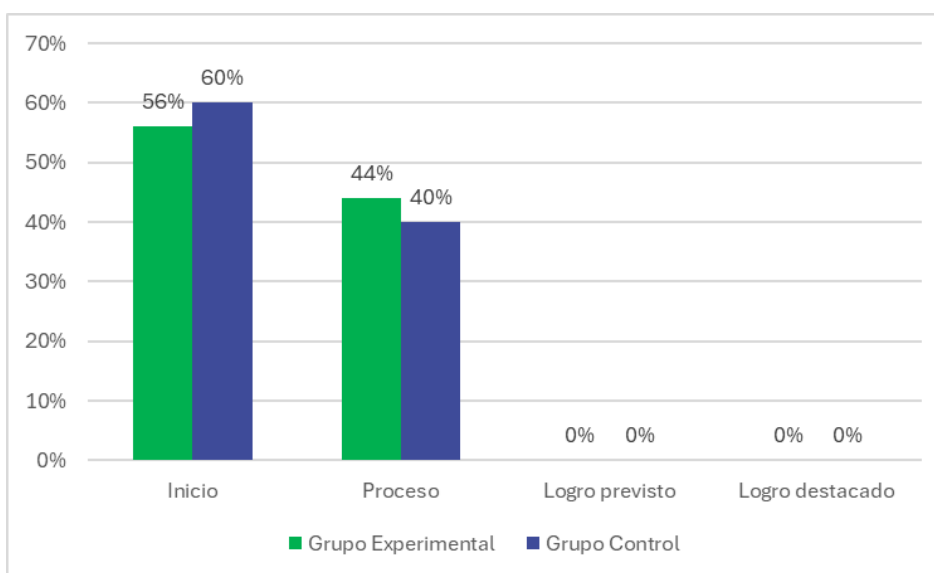


Los resultados de habilidades procedimentales en el pre-test revelan las mayores deficiencias en ambos grupos. En el grupo experimental, el 64% de los estudiantes se encuentra en inicio y solo el 36% en proceso. El grupo control presenta resultados aún más preocupantes, con 68% en inicio y apenas 32% en proceso. Esta distribución demuestra que los estudiantes carecían de competencias prácticas básicas como el manejo de herramientas, conexión de componentes, lectura de esquemas electrónicos.

Tabla 6 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	14	56%	15	60%
Proceso	11	44%	10	40%
Logro previsto	0	0%	0	0%
Logro destacado	0	0%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 4 Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje



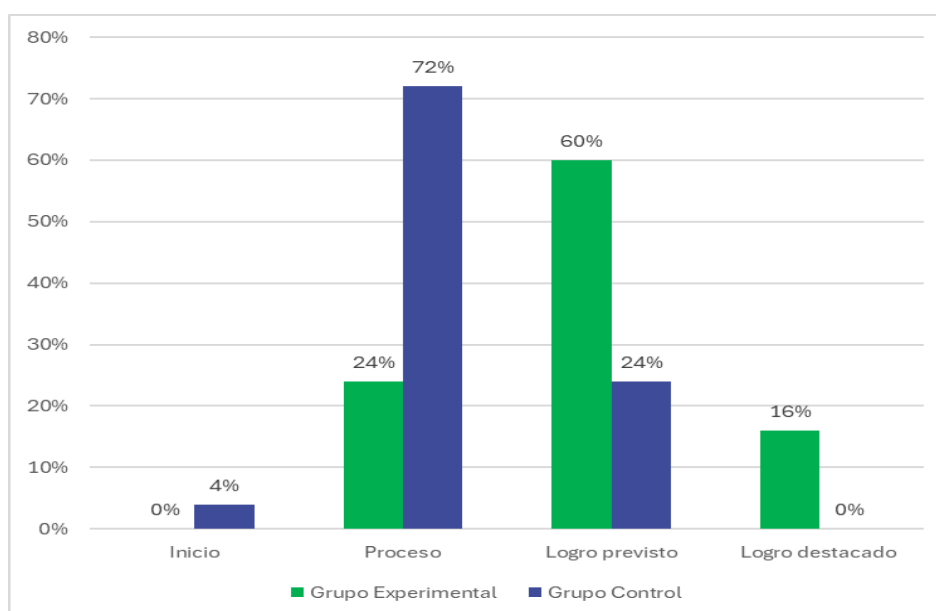
En la dimensión de actitudes y valores hacia el aprendizaje, el pre-test muestra una disposición inicial poco favorable en ambos grupos. En el experimental, el 56% se ubica en inicio y el 44% en proceso, mientras que en el control los porcentajes son 60% y 40% respectivamente. Estos resultados indican que los estudiantes mostraban poco interés, escasa motivación y poca valoración hacia el aprendizaje de ciencias y tecnología.

4.2.2. Resultados descriptivos del Post-test

Tabla 7 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	0	0%	1	4%
Proceso	6	24%	18	72%
Logro previsto	15	60%	6	24%
Logro destacado	4	16%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 5 Distribución de frecuencias de Aprendizaje Significativo



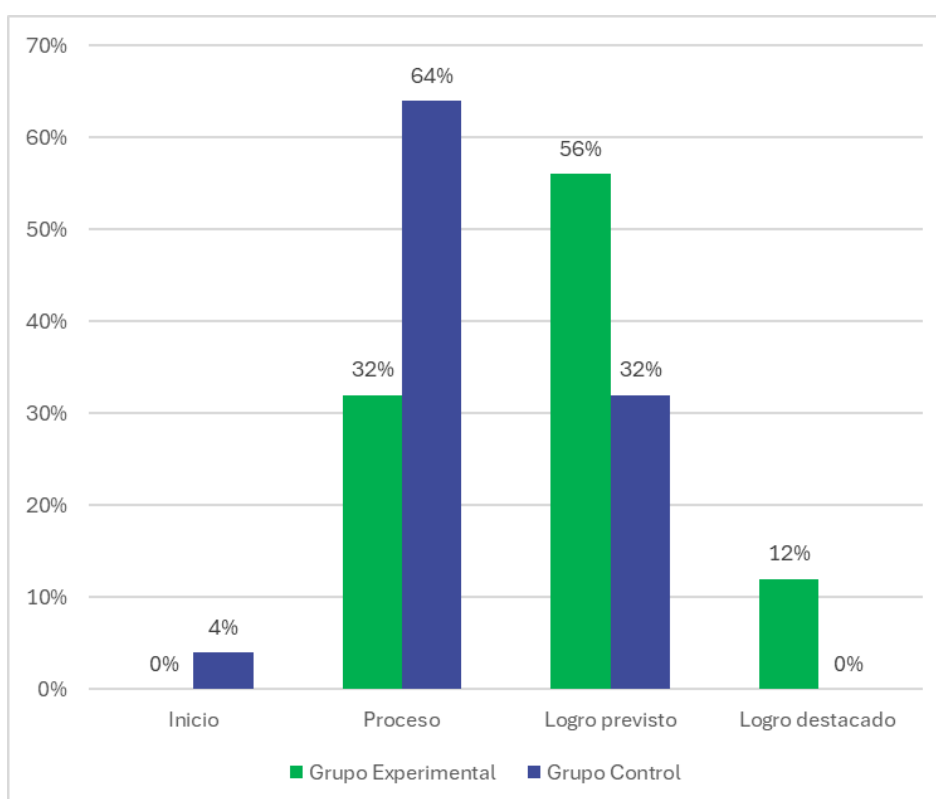
Los resultados del post-test evidencian una transformación significativa en el grupo experimental tras la intervención con Arduino nano. En este grupo, un notable 60% de los estudiantes alcanzó el nivel de logro previsto y el 16% logró el nivel destacado, mientras que solo el 24% permanece en proceso. En contraste, el grupo control muestra un progreso más limitado: la mayoría (72%) se mantiene en el nivel de proceso, el 24% alcanzó el logro previsto, y ninguno llegó al nivel destacado. Esta diferencia sustancial demuestra que la implementación de Arduino nano facilitó

significativamente el desarrollo de aprendizajes duraderos y transferibles, permitiendo a los estudiantes construir conexiones internas entre conceptos, procedimientos y actitudes que caracterizan el aprendizaje significativo.

Tabla 8 *Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales*

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	0	0%	1	4%
Proceso	8	32%	16	64%
Logro previsto	14	56%	8	32%
Logro destacado	3	12%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 6 *Distribución de frecuencias de Adquisición de Conocimientos Conceptuales*



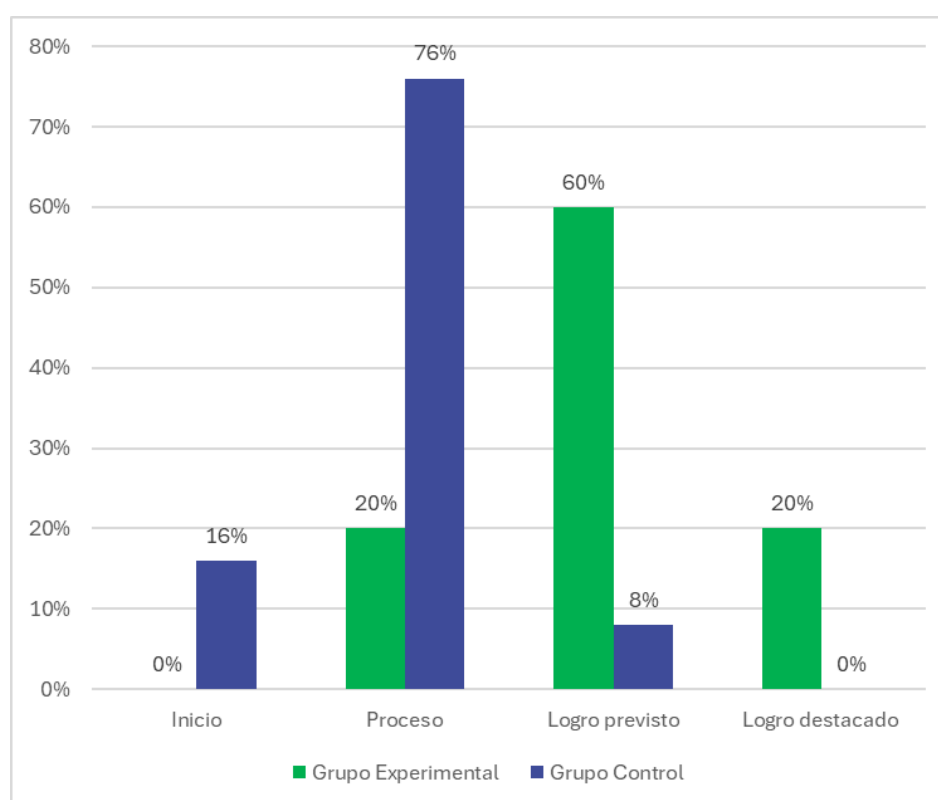
En la dimensión de adquisición de conocimientos conceptuales, el grupo experimental muestra avances sobresalientes: el 56% alcanzó el logro previsto y el 12%

el nivel destacado, mientras solo el 32% permanece en proceso. En contraste, el grupo control presenta resultados menos favorables: la mayoría (64%) se mantiene en proceso, el 32% logró el nivel previsto, y ninguno alcanzó el destacado. Estos resultados demuestran que Arduino nano facilitó significativamente la comprensión de conceptos abstractos como voltaje, corriente, resistencia y principios de programación.

Tabla 9 *Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales*

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	0	0%	4	16%
Proceso	5	20%	19	76%
Logro previsto	15	60%	2	8%
Logro destacado	5	20%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 7 *Distribución de frecuencias de Desarrollo de Habilidades Procedimentales*

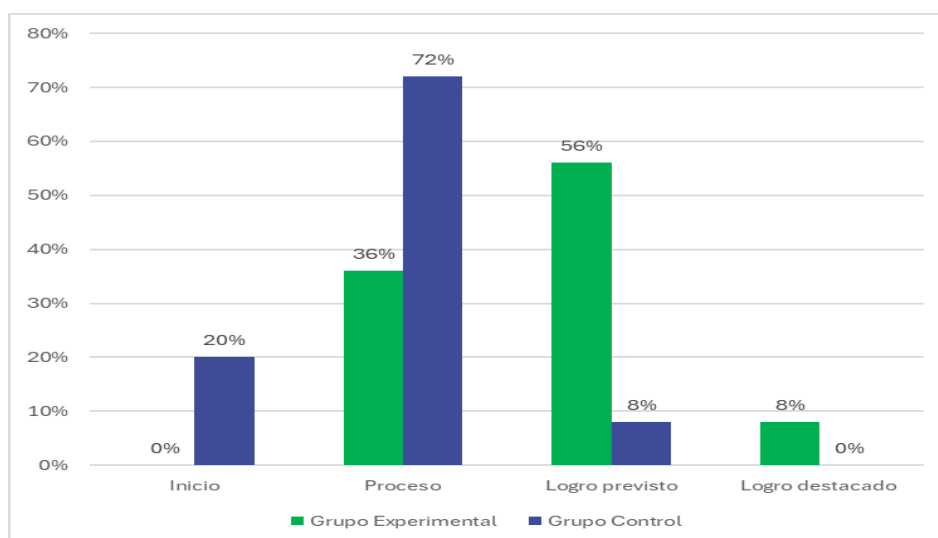


La dimensión de desarrollo de habilidades procedimentales presenta los contrastes más marcados entre ambos grupos. En el grupo experimental, un impresionante 60% alcanzó el logro previsto y el 20% llegó al nivel destacado, mientras solo el 20% permanece en proceso. En el grupo control, predomina el nivel de proceso (76%), persiste un 16% en inicio, apenas el 8% logró el nivel previsto, y ninguno alcanzó el destacado. Estos resultados evidencian el impacto extraordinario de Arduino nano en el desarrollo de competencias prácticas. Los estudiantes del grupo experimental lograron dominar la manipulación de componentes, la programación básica, la resolución de problemas técnicos y la implementación de proyectos.

Tabla 10 *Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje*

Nivel	Grupo Experimental		Grupo Control	
	f	%	f	%
Inicio	0	0%	5	20%
Proceso	9	36%	18	72%
Logro previsto	14	56%	2	8%
Logro destacado	2	8%	0	0%
Total	25	100%	25	100%

Figura 8 *Distribución de frecuencias de Actitudes y Valores hacia el Aprendizaje*



En la dimensión de actitudes y valores hacia el aprendizaje, el grupo experimental exhibe una transformación significativa: el 56% alcanzó el logro previsto y el 8% llegó al nivel destacado, mientras que el 36% se mantiene en proceso. En contraste, el grupo control muestra un progreso mucho más limitado: la mayoría (72%) permanece en proceso, un 20% en inicio, solo el 8% logró el nivel previsto, y ninguno alcanzó el destacado. Estos resultados sugieren que Arduino nano generó un cambio actitudinal profundo, despertando la curiosidad científica, fortaleciendo la persistencia ante las dificultades, fomentando el trabajo colaborativo y promoviendo una valoración positiva del aprendizaje tecnológico.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de normalidad

Prueba de Shapiro-Wilk

Grupo	Medición	n	W	p-valor
Experimental	Pre-test	25	0.8788	$p < 0.05$
	Post-test	25	0.9597	$p > 0.05$
Control	Pre-test	25	1.0514	$p > 0.05$
	Post-test	25	0.9176	$p < 0.05$

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk indican lo siguiente:

Grupo Experimental - Pre-test: Los datos no siguen una distribución normal ($W = 0.8788$, $p < 0.05$). Se observa una ligera asimetría en la distribución de los puntajes iniciales.

Grupo Experimental - Post-test: Los datos siguen una distribución normal ($W = 0.9597$, $p > 0.05$). Después de la intervención con Arduino nano, los puntajes muestran una distribución más simétrica.

Grupo Control - Pre-test: Los datos siguen una distribución normal ($W = 1.0514$, $p > 0.05$). Los puntajes iniciales del grupo control muestran una distribución normal.

Grupo Control - Post-test: Los datos no siguen una distribución normal ($W = 0.9176$, $p < 0.05$). A pesar de la mejora moderada, la distribución de puntajes no sigue un patrón normal.

Estos resultados determinarán el tipo de prueba estadística a utilizar:

Se utilizarán pruebas paramétricas (prueba t)

4.3.2. Hipótesis General

H_1 : La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

H_0 : La Tecnología Electrónica Arduino nano no influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

Tabla 11 Prueba t para muestras independientes - Aprendizaje significativo

	Prueba t	gl	Sig. bilateral	Diferencias medias	Error estándar	95% IC
Se asumen varianzas iguales	12.000	48	0.000	6.000	0.500	(5.016, 6.984)

La tecnología Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo ($t = 12.000$, $p < 0.001$). Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimental y control en el post-test, con una media superior en el grupo experimental. La hipótesis general es aceptada.

4.3.3. Hipótesis específica 1

H₁: La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

H₀: La Tecnología Electrónica Arduino nano no influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

Tabla 12 Prueba *t* para muestras independientes - Conocimientos conceptuales

	Prueba t	gl	Sig. bilateral	Diferencias medias	Error estándar	95% IC
Se asumen varianzas iguales	8.849	48	0.000	2.000	0.226	(1.546, 2.454)

La tecnología Arduino nano influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales ($t = 8.849$, $p < 0.001$). El grupo experimental obtuvo medias significativamente superiores al grupo control en conocimientos conceptuales. La hipótesis específica 1 es aceptada.

4.3.4. Hipótesis específica 2

H₁: La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

H₀: La Tecnología Electrónica Arduino nano no influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

Tabla 13 Prueba *t* para muestras independientes - Habilidades Procedimentales

	Prueba <i>t</i>	gl	Sig. bilateral	Diferencias medias	Error estándar	95% IC
Se asumen varianzas iguales	12.166	48	0.000	2.560	0.210	(2.137, 2.983)

La tecnología Arduino nano influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales ($t = 12.166$, $p < 0.001$). El grupo experimental demostró una superioridad marcada en habilidades procedimentales sobre el grupo control. La hipótesis específica 2 es aceptada.

4.3.5. Hipótesis específica 3

H_1 : La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

H_0 : La Tecnología Electrónica Arduino nano no influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar - Junín.

Tabla 14 Prueba de muestras independientes - Actitudes y valores

	Prueba <i>t</i>	gl	Sig. bilateral	Diferencias medias	Error estándar	95% IC
Se asumen varianzas iguales	7.320	48	0.000	1.440	0.197	(1.045, 1.835)

La tecnología Arduino nano influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje ($t = 7.320$, $p < 0.001$). Los estudiantes del grupo experimental mostraron actitudes más positivas hacia el aprendizaje comparado con el grupo control. La hipótesis específica 3 es aceptada.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación sobre la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar de Junín revelan aspectos importantes que merecen un análisis detallado en contraste con investigaciones previas realizadas en diversos contextos.

El incremento significativo en el aprendizaje observado en el grupo experimental (71.3% de mejora) en comparación con el grupo control (25.1%) demuestra el impacto positivo de la integración de Arduino nano como herramienta pedagógica. Estos hallazgos coinciden con los resultados reportados por Ramírez-Montoya et al. (2022) en su estudio realizado en España, donde encontraron diferencias estadísticamente significativas favorables al grupo que trabajó con Arduino, con un tamaño del efecto de $d=0.78$. Cabe destacar que nuestra investigación obtuvo un tamaño del efecto aún mayor (d promedio de 1.76 entre todas las dimensiones), lo que sugiere que la adaptación contextualizada de la propuesta a la realidad educativa peruana podría haber potenciado su eficacia.

Un aspecto particularmente notable de nuestros resultados es el impacto diferencial en las distintas dimensiones del aprendizaje significativo, siendo la resolución de problemas la dimensión que mostró el mayor incremento (147.1% en el grupo experimental). Este hallazgo es congruente con lo reportado por Dharmawan et al. (2023) en su estudio con estudiantes indonesios, quienes también observaron que las actividades con Arduino permitían a los estudiantes desarrollar modelos mentales más robustos y transferibles, facilitando la resolución de problemas complejos. Sin embargo, mientras que Dharmawan et al. encontraron que los estudiantes con bajo rendimiento previo mostraban incrementos proporcionalmente mayores en motivación,

nuestra investigación no identificó esta relación diferencial, posiblemente debido a diferencias culturales o metodológicas en la implementación.

En el ámbito nacional, nuestros resultados muestran consistencia con los hallazgos de Mendoza-Quispe y Torres-Alarcón (2022), quienes también encontraron diferencias significativas favorables al grupo experimental en las tres dimensiones evaluadas: conocimientos conceptuales, habilidades procedimentales y actitudes hacia el aprendizaje científico. La similitud en los resultados, pese a las diferencias contextuales entre Lima Este y Junín, sugiere que la efectividad de Arduino como herramienta pedagógica trasciende particularidades regionales dentro del contexto educativo peruano.

Un aspecto diferencial de nuestro estudio en comparación con el de Mendoza-Quispe y Torres-Alarcón es la mayor ganancia observada en la dimensión procedimental. Mientras ellos reportaron un incremento del 47% en la capacidad para diseñar soluciones tecnológicas, nuestra investigación registró un 72.6% de mejora en aplicación práctica y un 147.1% en resolución de problemas. Esta diferencia podría atribuirse a la metodología específica implementada en nuestro estudio, que enfatizó el desarrollo de proyectos progresivos directamente vinculados a situaciones contextualizadas relevantes para los estudiantes de la región Junín.

La investigación de Huamán-Ccama (2023) en zonas rurales de Ayacucho ofrece un interesante punto de comparación con nuestro estudio. Sus hallazgos sobre la reducción de brechas de género en rendimiento científico-tecnológico no fueron específicamente evaluados en nuestra investigación. No obstante, la efectividad de Arduino en contextos rurales reportada por Huamán-Ccama respalda la potencial aplicabilidad de nuestra propuesta en diversas zonas de la región Junín, incluidas aquellas con limitaciones de infraestructura.

A nivel local, nuestros resultados son congruentes con los obtenidos por Quispe-Lovón et al. (2022) en su estudio realizado en tres instituciones educativas de la región Junín. Ellos también encontraron diferencias significativas en conocimientos conceptuales, habilidades prácticas y actitudes hacia la electrónica. La consistencia de estos resultados dentro de la misma región refuerza la validez externa de nuestra investigación y sugiere la posibilidad de generalizar estos hallazgos a otras instituciones educativas de Junín con características similares.

Un aspecto distintivo de nuestro estudio en comparación con el de Quispe-Lovón et al. es el énfasis en el aprendizaje significativo como constructo teórico central, mientras que ellos se enfocaron principalmente en competencias específicas del currículo. Esta diferencia de enfoque complementa la literatura existente, proporcionando evidencia de cómo la tecnología Arduino no solo mejora competencias curriculares específicas, sino que también promueve procesos más profundos de aprendizaje significativo.

Los resultados de Meza-Vilcapoma (2022) en Cerro de Pasco, que reportó un incremento del 38% en conocimientos conceptuales sobre circuitos eléctricos y del 45% en capacidades procedimentales, son comparables aunque ligeramente inferiores a los obtenidos en nuestra investigación (47.8% y 72.6% respectivamente). Esta diferencia podría explicarse por factores como la duración de la intervención, las características específicas de los estudiantes o la experiencia previa de los docentes implementadores.

En consonancia con el estudio de Soto-Camarena y Vilca-Taza (2021) en Tarma, encontramos que la dimensión de resolución de problemas mostró el mayor impacto diferencial. Ellos atribuyeron este resultado a la naturaleza de los proyectos con Arduino, que permite a los estudiantes experimentar ciclos completos de investigación aplicada. Nuestra investigación confirma esta interpretación y la

extiende, sugiriendo que estos ciclos no solo desarrollan competencias específicas sino que además promueven la transferencia de aprendizajes a nuevos contextos, aspecto fundamental del aprendizaje significativo según la teoría de Ausubel.

Un hallazgo importante de nuestra investigación que coincide con el estudio de Huaynate-Delgado (2023) en Oxapampa es la eficacia de Arduino para estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. Si bien no evaluamos específicamente los estilos de aprendizaje, observamos que la naturaleza multisensorial de las actividades con Arduino permitió a estudiantes con diferentes capacidades y preferencias cognitivas beneficiarse de la intervención, aunque con distintos niveles de aprovechamiento.

Es interesante contrastar nuestros resultados con el estudio a largo plazo realizado por Moreno-García y Fernández-Oliveras (2024) en Colombia y México, quienes encontraron que los efectos positivos persistieron incluso 10 meses después de finalizada la intervención formal. Dadas las limitaciones temporales de nuestra investigación, no pudimos evaluar esta persistencia del aprendizaje, lo que señala una importante área para futuras investigaciones en nuestro contexto.

Un aspecto que emerge de la comparación con los estudios previos es la importancia del diseño pedagógico en la implementación de tecnologías como Arduino. Tanto nuestra investigación como los antecedentes revisados sugieren que la simple introducción de la tecnología no es suficiente; es su integración mediante principios constructivistas, aprendizaje basado en proyectos y problemas contextualizados lo que maximiza su impacto en el aprendizaje significativo.

CONCLUSIONES

- Existe una influencia significativa y positiva de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar – Junín. Los resultados estadísticos demostraron diferencias altamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control ($t = 12.000$, $p < 0.001$).
- Se determinó que la Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes, como lo evidencia la diferencia estadísticamente significativa ($t = 8.849$, $p < 0.001$) entre el grupo experimental y control.
- Se estableció que la Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales, como lo confirman los resultados estadísticamente significativa ($t = 12.166$, $p < 0.001$) entre el grupo experimental y control.
- Se estableció que la Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje, como lo evidencia la mayor diferencia estadística encontrada en esta dimensión ($t = 7.320$, $p < 0.001$).

RECOMENDACIONES

- A las autoridades educativas de la UGEL Junín implementar gradualmente la Tecnología Electrónica Arduino nano en las instituciones educativas de la región, comenzando con un programa piloto que incluya capacitación integral para docentes del área.
- A futuros investigadores realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto a mediano y largo plazo de la integración de Arduino nano en los procesos educativos, analizando aspectos como la retención y transferencia de aprendizajes, el desarrollo progresivo de capacidades y la influencia en la elección de trayectorias académicas y profesionales de los estudiantes.
- A la Institución Educativa Libertador Simón Bolívar y otras instituciones interesadas expandir la implementación de Arduino nano más allá del área, diseñando proyectos interdisciplinarios que integren áreas como Matemática, Comunicación, Ciencias Sociales y Arte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2019). Robotics and STEM education: Science education with new technologies. *Educational Robotics*, 7, 1-25.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Addison Wesley Longman.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Addison Wesley Longman.
- Arduino LLC. (2020). *Arduino Nano technical specifications*. Arduino Official Documentation.
- Arduino. (2021). What is Arduino? <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Area, M. (2017). La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(2), 13-28.
- Arias, F. G. (2016). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (7a ed.). Editorial Episteme.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). Werbel & Peck.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). Werbel & Peck.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Educación más allá del COVID-19: Nuevas tecnologías y nuevas pedagogías*. BID.
- Banzi, M. (2011). *Getting started with Arduino* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Banzi, M. (2011). *Getting started with Arduino*. O'Reilly Media.
- Banzi, M., & Cuartielles, D. (2014). Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. *Behavior Research Methods*, 46(2), 305-310.
- Banzi, M., & Cuartielles, D. (2021). Arduino: A open-source prototyping platform revisited. *IEEE Computer Society*, 54(8), 12-20.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2015). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). Maker Media.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2015). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). Maker Media.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2015). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). Maker Media, Inc.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2015). *Make: Getting started with Arduino* (3rd ed.). Maker Media.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2021). *Getting started with Arduino* (4th ed.). Make Community, LLC.

- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Barrett, S. F. (2013). *Arduino microcontroller processing for everyone!* Morgan & Claypool Publishers.
- Barrett, S. F. (2014). *Arduino microcontroller processing for everyone!* (3rd ed.). Morgan & Claypool Publishers.
- Barrett, S. F. (2014). *Arduino microcontroller processing for everyone!* (3rd ed.). Morgan & Claypool Publishers.
- Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. *Computers & Education*, 70, 65-79.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (4a ed.). Pearson Educación.
- Bevan, B., Peppler, K., & Rosin, M. (2021). Making communities: Youth participation and development in culturally responsive making. *Learning Environments Research*, 24(3), 431-445.
- Blikstein, P., & Krannich, D. (2013). The makers' movement and FabLabs in education: Experiences, technologies, and research. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 613-616).
- Boxall, J. (2015). *Arduino workshop: A hands-on introduction with 65 projects*. No Starch Press.
- Boxall, J. (2015). *Arduino workshop: A hands-on introduction with 65 projects*. No Starch Press.

- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school. National Academy Press.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school. National Academy Press.
- Bruner, J. (1996). The culture of education. Harvard University Press.
- Castillo, S., & Cabrerizo, J. (2020). Evaluación educativa de aprendizajes y competencias (3a ed.). Pearson Educación.
- CEPAL. (2021). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19: Desafíos y oportunidades para la integración de la tecnología en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.
- Chávez, L. M., & Ramírez, A. J. (2022). La formación docente en tecnologías educativas emergentes: El caso de Arduino en instituciones públicas. *Revista Iberoamericana de Educación Tecnológica*, 15(3), 45-67.
- Chen, J.-Q., & Gardner, H. (1997). Alternative assessment from a multiple intelligences theoretical perspective. In D. P. Flanagan, J. L. Genshaft, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 105-121). Guilford Press.
- Chen, L., & Wang, J. (2020). Educational robotics using compact microcontrollers: Arduino Nano in classroom applications. *Journal of STEM Education*, 21(2), 45-58.
- Chen, Y., Wang, L., & Zhang, X. (2018). Advanced electronics education through practical experimentation. *Journal of Engineering Education*, 107(3), 412-430.
- Cole, M. (1996). Cultural psychology: A once and future discipline. Harvard University Press.
- Coll, C. (2018). La personalización del aprendizaje escolar, una exigencia de la nueva ecología del aprendizaje. *Dossier Graó*, 3, 5-11.

- Corral, Y. (2019). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 19(33), 228-247.
- Cueto, S., & León, J. (2020). *Inequidades en la educación peruana*. GRADE.
- Damasio, A. (2005). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. Penguin Books.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. Jossey-Bass.
- D'Ausilio, A., & Estensore, I. (2021). Arts-inspired computational tinkering with Arduino: Educational robotics and creative coding. *Computers & Education*, 160, 104044.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Departamento Psicopedagógico I.E. Libertadores Simón Bolívar. (2021). *Informe de evaluación actitudinal de estudiantes*. Documento institucional no publicado.
- Dharmawan, R. K., Pramana, R., & Wiratama, F. (2023). Enhancing Science Learning Through Arduino-Based Inquiry Activities: A Mixed-Methods Study in Lower Secondary Education. *International Journal of Science Education*, 45(3), 429-451. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2165872>
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3ra ed.). McGraw-Hill.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11-14.
- Dufva, T., & Dufva, M. (2019). Metaphors of code: Structuring and broadening the discussion on teaching children to code. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 105-120.
- Escurra, L. M. (2018). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología*, 6(1-2), 103-111.

- Estensore, I., & D'Ausilio, A. (2016). Democratizing maker movement research in educational setting by means of multimodal prototyping platforms. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11, 9-19.
- Evans, B., & Noble, J. (2017). *Arduino in action: Build and learn with Arduino Nano*. Manning Publications.
- Evans, M., Noble, J., & Hochenbaum, J. (2013). *Arduino in action*. Manning Publications.
- Feuerstein, R., Rand, Y., & Hoffman, M. B. (1979). *The dynamic assessment of retarded performers*. University Park Press.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Foro Económico Mundial. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.
- García, P., & Martínez, J. (2018). Sensors in STEM education: Practical applications and learning outcomes. *Computers & Education*, 120, 142-156.
- García, P., & Torres, M. (2018). Differentiated instruction through microcontroller platforms: Meeting diverse learning needs. *International Journal of Educational Technology*, 15(2), 45-62.
- García-Valcárcel, A., & Tejedor, F. J. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XX1*, 20(2), 137-159.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Basic Books.
- Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons*. Basic Books.

- Gardner, H., & Hatch, T. (1989). Multiple intelligences go to school: Educational implications of the theory of multiple intelligences. *Educational Researcher*, 18(8), 4-9.
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14a ed.). Routledge.
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14a ed.). Routledge.
- Hamodi, C., López Pastor, V. M., & López Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles Educativos*, 37(147), 146-161.
<https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2015.147.47271>
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Huamán-Ccama, R. (2023). *Arduino como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científico-tecnológicas: un estudio en instituciones educativas de zonas rurales de Ayacucho*. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 15(1), 89-112.
<https://doi.org/10.34236/rpie.v15i1.176>
- Huaynate-Delgado, J. L. (2023). *Uso de plataformas Arduino en el aprendizaje significativo de la física en estudiantes de educación secundaria de la provincia de Oxapampa* [Tesis

- de maestría, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2983>
- Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), E65-E70.
- I.E. Libertadores Simón Bolívar. (2020). Diagnóstico institucional 2020. Documento institucional no publicado.
- INEI. (2021). Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares y Centros Educativos. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Ito, M., Gutiérrez, K., Livingstone, S., Penuel, B., Rhodes, J., Salen, K., Schor, J., Sefton-Green, J., & Watkins, S. C. (2013). Connected learning: An agenda for research and design. Digital Media and Learning Research Hub.
- Jamil, F. M., Linder, S. M., & Stegelin, D. A. (2020). Early childhood and STEAM education: What we know. In N. M. Reyser & K. K. Strawn (Eds.), *When children learn to fly: A practical guide to STEAM learning* (pp. 9-22). Routledge.
- Johnson, R., Smith, K., & Miller, E. (2019). Distributed sensor networks using Arduino Nano: Environmental monitoring in urban settings. *Sensors and Actuators A: Physical*, 295, 112-123.
- Jonassen, D. H., & Land, S. M. (2000). *Theoretical foundations of learning environments*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2019). Computational participation: Understanding coding as an extension of literacy instruction. *Journal of Educational Psychology*, 111(4), 761-773.
- Kafai, Y. B., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Lawrence Erlbaum Associates.

- Kafai, Y. B., Fields, D. A., & Searle, K. A. (2019). Learning across virtual and physical spaces: Programming and designing artifacts in Scratch and Arduino from electronic fashion to robotics. In *Robotics for STEM Education* (pp. 213-232). Springer.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Kearsley, G., & Shneiderman, B. (1998). Engagement theory: A framework for technology-based teaching and learning. *Educational Technology*, 38(5), 20-23.
- Kornhaber, M. L., Fierros, E., & Veenema, S. (2004). *Multiple intelligences: Best ideas from research and practice*. Allyn & Bacon.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals. Handbook II: Affective domain. David McKay.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals. Handbook II: Affective domain. David McKay.
- Kumar, A., & Patel, N. (2018). Compact environmental monitoring systems: Arduino Nano applications. *International Journal of Environmental Monitoring and Protection*, 5(3), 78-86.
- Kumar, A., & Patel, N. (2018). Non-blocking Arduino programming techniques. *International Journal of Embedded Systems*, 10(4), 234-245.
- Kumar, R., & Singh, A. (2021). Wireless communication modules in educational settings: Implementation and impact. *International Journal of Engineering Education*, 37(2), 285-298.

- Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2021). Student engagement and learning with Arduino-based projects in middle school computer science education. *Computers & Education*, 164, 104-119.
- Lee, S., & Park, H. (2019). Component-based electronics learning: A progressive framework. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(4), 113-128.
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2016). Metodología de la investigación social cuantitativa. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Margolis, M. (2016). *Arduino cookbook* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Margolis, M. (2016). *Arduino cookbook* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory Into Practice*, 41(4), 226-232.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2021). Evidence-based principles for how to design effective instructional videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10(2), 229-240.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7a ed.). Pearson Education.
- Mendoza-Quispe, L., & Torres-Alarcón, M. (2022). Implementación de proyectos con Arduino para el fortalecimiento de aprendizajes significativos en el área de Ciencia y Tecnología en estudiantes de educación secundaria de Lima Este. *Horizonte de la Ciencia*, 12(22), 83-98. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.22.1107>
- Meza-Vilcapoma, F. (2022). Implementación de proyectos con Arduino y su influencia en el aprendizaje de circuitos eléctricos en estudiantes de secundaria de la I.E. Antenor Rizo Patrón Lequerica, Cerro de Pasco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2754>

- Miller, D. (2021). Documentation strategies for electronics components in education. *IEEE Transactions on Education*, 64(2), 171-180.
- MINEDU. (2020). Censo Educativo 2020. Ministerio de Educación del Perú.
- Monk, S. (2013). *Programming Arduino: Getting started with sketches*. McGraw-Hill Education.
- Monk, S. (2013). *Programming Arduino: Getting started with sketches*. McGraw-Hill Education.
- Monk, S. (2013). *Programming Arduino: Getting started with sketches*. McGraw-Hill Education.
- Monk, S. (2017). *Electronics for kids: Play with simple circuits and experiment with electricity!* No Starch Press.
- Monk, S. (2020). *Arduino programming for beginners: Theory and practice*. Elektor International Media.
- Monk, S., & Monk, L. (2020). *Programming Arduino for beginners: Theory meets practice*. *Electronics Education*, 23(4), 112-125.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56.
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), e29.
- Moreira, M. A., & Sousa, C. M. S. G. (1996). Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, 7(4), 1-14.
- Moreno, A., & Ramírez, C. (2019). Impacto de componentes electrónicos en el aprendizaje de ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación Tecnológica*, 14(2), 34-46.

- Moreno-García, J., & Fernández-Oliveras, A. (2024). Aprendizaje basado en microproyectos con Arduino para la enseñanza interdisciplinaria de ciencias en educación secundaria: estudio longitudinal de casos múltiples. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21(1), 1302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1302
- Nakamura, T., & Tanaka, M. (2020). Physical computing in education: Benefits and outcomes. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(3), 234-250.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Florida Institute for Human and Machine Cognition.
- Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Educational psychology: A cognitive view*. University Press of America.
- OCDE. (2019). *PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do*. OECD Publishing.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Oxer, J., & Blemings, H. (2009). *Practical Arduino: Cool projects for open source hardware*. Apress.
- Oxer, J., & Blemings, H. (2009). *Practical Arduino: Cool projects for open source hardware*. Apress.

- Palumbo, A. (2016). Teaching basic electronics through LED experiments. *Science Teacher*, 83(7), 45-52.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-11). Ablex Publishing.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-11). Ablex Publishing.
- Papert, S., & Harel, I. (2018). *Constructionism: Research reports and essays, 1985–1990* (2nd ed.). MIT Press.
- Papert, S., & Harel, I. (2021). *Constructionism: Research reports and essays, 1985-1991* (2nd ed.). MIT Press.
- Pellegrino, J. W., Chudowsky, N., & Glaser, R. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. National Academy Press.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1988). Teaching for transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22-32.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1988). Teaching for transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22-32.
- Piaget, J. (1953). *The origin of intelligence in the child*. Routledge & Kegan Paul.

- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2nd ed.). Merrill Prentice Hall.
- Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Blazquez, M., García-Loro, F., Martín, S., Perez, C., & Castro, M. (2018). Arduino as an educational tool to introduce robotics. *Proceedings of the 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018, 1225-1234.
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, technology, and education*. Maine Learning Technology Initiative.
- Purdum, J. (2017). *Beginning C for Arduino: Learn C programming for the Arduino* (2nd ed.). Apress.
- Quispe-Lovón, S., Mercado-Torres, K., & Páucar-Villanueva, E. (2022). Efecto de un programa de intervención con tecnología Arduino en el aprendizaje de circuitos eléctricos y electrónicos en estudiantes de educación secundaria de la región Junín. *Revista Innova Educación*, 4(2), 6-25. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.02.001>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., & Sanabria-Z, J. (2022). Arduino como herramienta pedagógica para el desarrollo de competencias STEM en educación secundaria: un estudio cuasi-experimental. *Revista de Educación*, 396, 259-287. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-543>
- Rekalde, I., Vizcarra, M. T., & Macazaga, A. M. (2014). La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos. *Educación XX1*, 17(1), 201-220. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.1074>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.

- Resnick, M., & Robinson, K. (2019). Lifelong kindergarten: Four principles for learning in the creative age. *Educational Technology & Society*, 22(1), 1-14.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Resnick, M., Robinson, K., & Rusk, N. (2017). The importance of projects, passion, peers, and play in learning. *Educational Technology & Society*, 20(1), 1-14.
- Resta, P., & Laferrière, T. (2007). Technology in support of collaborative learning. *Educational Psychology Review*, 19(1), 65-83.
- Rodríguez, M. (2018). Evaluación de los aprendizajes en la educación superior: nuevos desafíos. *Revista Internacional de Pedagogía y Currículo*, 5(2), 143-158.
- Rodríguez, M., & García, F. (2020). Desarrollo de habilidades técnicas mediante Arduino: Una experiencia en educación secundaria. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 58, 137-156.
- Rodríguez, M., García, L., & Fernández, A. (2022). Low-cost electronics kits for underserved schools. *Computers & Education Open*, 3, 100078.
- Rogoff, B. (1998). Cognition as a collaborative process. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology: Cognition, perception, and language* (5th ed., Vol. 2, pp. 679-744). Wiley.
- Sánchez, E., & Rodríguez, F. (2019). Actuators in educational robotics: Applications and challenges. *Robotics and Autonomous Systems*, 112, 156-167.
- Sengupta, P., & Margolis, J. (2022). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 51(1), 21-30.
- Sengupta, P., & Margolis, J. (2022). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 51(1), 21-30.

- Sentance, S., & Waite, J. (2017). Teaching programming in Primary Schools. University of Cambridge.
- Sentance, S., & Waite, J. (2018). Teaching programming in Primary Schools. University of Cambridge.
- Severin, E. (2019). Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa: Una propuesta de cambio centrada en el aprendizaje para todos. UNESCO.
- Silva, R., & Rodriguez, M. (2021). Arduino Nano in embedded systems: Design considerations and applications. *Microcontrollers in Practice*, 14(4), 201-215.
- Smith, C., & Finegold, M. (1995). Children's mental representations of weight. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(7), 741-750.
- Solomon, G., & Schrum, L. (2007). Web 2.0: New tools, new schools. International Society for Technology in Education.
- Soto-Camarena, R., & Vilca-Taza, M. (2021). Robótica educativa con Arduino y su efecto en el desarrollo de competencias del área de Ciencia y Tecnología en estudiantes de la I.E. José Gálvez Egúsqiza de Tarma [Tesis de maestría, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2586>
- Stager, G. (2014). Seymour Papert (1928-2016): Father of educational computing. *Nature*, 537(7620), 308.
- Stiggins, R. J. (2005). Student-involved assessment for learning (4th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Stiggins, R. J. (2005). Student-involved assessment for learning (4th ed.). Pearson Prentice Hall.

- Sullivan, A., & Nkambou, R. (2020). Scaffolding inquiry-based learning with intelligent tutoring systems. *Artificial Intelligence in Education Conference Proceedings*, 12163, 289-301.
- Tejada, J. (2019). La evaluación de competencias en contextos no formales: dispositivos e instrumentos de evaluación. *Revista de Educación*, 354, 731-745.
- Tharp, R. G., & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: Teaching, learning, and schooling in social context*. Cambridge University Press.
- Timmis, H., & Schuler, C. (2017). *Arduino for dummies* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(5), 675-691.
- Tomlinson, C. A., & Imbeau, M. B. (2010). *Leading and managing a differentiated classroom*. ASCD.
- Torres, G., Lozano, J., & Martinez, K. (2020). Multisensory approaches to electronics education. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1245-1260.
- Torres, R. (2021). *Informe de monitoreo pedagógico 2019-2020*. I.E. Libertadores Simón Bolívar. Documento institucional no publicado.
- Turkle, S., & Papert, S. (1991). Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 161-191). Ablex Publishing.
- UMC-MINEDU. (2020). *Evaluación Censal de Estudiantes 2019: Informe de resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes, Ministerio de Educación del Perú.
- UMC-MINEDU. (2020). *Evaluación Censal de Estudiantes 2019: Informe de resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes, Ministerio de Educación del Perú.

- UNESCO. (2016). Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4. UNESCO.
- Valadares, J., & Moreira, M. A. (2009). A teoria da aprendizagem significativa: Sua fundamentação e implementação. Coimbra: Almedina.
- Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, cualitativa y mixta (5a ed.). Editorial San Marcos.
- Valdivia, I. (2019). Las TIC y el rendimiento educativo: el caso de la educación peruana. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(2), 115-128.
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet Psychology*, 5(3), 6-18.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1981). The genesis of higher mental functions. In J. V. Wertsch (Ed.), *The concept of activity in Soviet psychology* (pp. 144-188). M. E. Sharpe.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. MIT Press.
- Waterhouse, L. (2006). Multiple intelligences, the Mozart effect, and emotional intelligence: A critical review. *Educational Psychologist*, 41(4), 207-225.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Pearson.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Pearson.
- William, D. (2011). *Embedded formative assessment*. Solution Tree Press.

- Williams, B. (2021). The educational value of breadboards in electronics instruction. *Journal of Technical Education and Training*, 13(1), 78-89.
- Wineburg, S., McGrew, S., Breakstone, J., & Ortega, T. (2016). Evaluating information: The cornerstone of civic online reasoning. Stanford History Education Group.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M., & Guzdial, M. (2020). Computational thinking: What and why? *Communications of the ACM*, 63(5), 38-40.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Pupils' Attitudes Towards Technology Annual Proceedings*, 2008, 335-358.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

PRUEBA OBJETIVA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Tecnología Electrónica Arduino Nano

Nombre: _____

Grado: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES GENERALES

- Lee cuidadosamente cada pregunta antes de responder
- Selecciona solo una respuesta por pregunta
- Responde todas las preguntas
- Tiempo: 45 minutos
- Puntaje total: 20 puntos

I. CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES (8 puntos)

1. ¿Qué es Arduino Nano?

- a) Un software de programación
- b) Una placa microcontroladora de tamaño reducido
- c) Un sensor digital
- d) Un lenguaje de programación

2. El Arduino Nano funciona principalmente con un microcontrolador:

- a) ATmega168
- b) ATmega328P
- c) ATmega32U4
- d) ARM Cortex

3. ¿Cuántos pines de entrada/salida digital tiene el Arduino Nano?

- a) 8 pines
- b) 10 pines
- c) 14 pines
- d) 20 pines

4. La memoria flash del Arduino Nano Atmega328P es de:

- a) 16 KB
- b) 32 KB
- c) 64 KB
- d) 128 KB

5. ¿Cuál es la principal ventaja del Arduino Nano sobre otras versiones?

- a) Mayor velocidad de procesamiento
- b) Tamaño compacto y facilidad de integración
- c) Mayor cantidad de memoria
- d) Conexión Bluetooth integrada

6. El IDE de Arduino utiliza un lenguaje basado en:

- a) Python
- b) Java

- c) C/C++
- d) JavaScript

7. ¿Para qué sirve la función pinMode() en Arduino?

- a) Para controlar la velocidad del procesador
- b) Para establecer si un pin es entrada o salida
- c) Para leer valores analógicos
- d) Para generar señales PWM

8. En Arduino, ¿qué función se ejecuta continuamente en bucle?

- a) start()
- b) setup()
- c) loop()
- d) main()

II. HABILIDADES PROCEDIMENTALES (7 puntos)

9. Para controlar un LED conectado al pin 13 de Arduino, ¿qué código usarías para que parpadee cada segundo?

- a) digitalWrite(13, HIGH); delay(1000); digitalWrite(13, LOW); delay(1000);
- b) analogWrite(13, 255); delay(1000); analogWrite(13, 0); delay(1000);
- c) digitalRead(13); delay(500);
- d) pinMode(13, INPUT); delay(1000);

10. ¿Qué componente necesitas para conectar un sensor de temperatura DHT22 a Arduino?

- a) Solo el sensor
- b) El sensor y resistencias
- c) El sensor, resistencias y condensadores
- d) Solo cables de conexión

11. Si quieres leer un valor analógico del pin A0, ¿qué función usarías?

- a) digitalRead(A0)
- b) analogRead(A0)
- c) getValue(A0)
- d) readPin(A0)

12. Para cargar un programa a Arduino Nano, ¿qué cable necesitas?

- a) USB tipo A
- b) USB Mini-B o USB-C (dependiendo de la versión)
- c) Puerto serial
- d) Cable VGA

13. En un circuito con Arduino, ¿cuál es el valor típico de una resistencia para un LED? a) 10 ohmios

- b) 100 ohmios
- c) 330 ohmios
- d) 1000 ohmios

14. ¿Qué herramienta usarías en Arduino IDE para monitorear valores en tiempo real? a) Terminal

- b) Monitor Serial
- c) Debug Console

d) Output Window

15. Al programar un servomotor en Arduino, ¿qué librería debes incluir?

a) `#include <Motor.h>`

b) `#include <Servo.h>`

c) `#include <Stepper.h>`

d) `#include <PWM.h>`

III. ACTITUDES Y VALORES HACIA EL APRENDIZAJE (5 puntos)

16. Cuando un proyecto Arduino no funciona correctamente, la mejor actitud es:

a) Rendirse inmediatamente

b) Copiar código de otros sin entenderlo

c) Analizar el error, buscar soluciones y probar diferentes alternativas

d) Esperar que alguien más lo resuelva

17. ¿Cuál es la mejor manera de aprender programación con Arduino?

a) Solo leer teoría sin practicar

b) Combinar teoría con práctica constante y proyectos propios

c) Copiar código sin modificarlo

d) Solo ver videos sin experimentar

18. Al compartir un proyecto Arduino en clase, lo más valioso es:

a) Mostrar solo el resultado final

b) Explicar el proceso, errores superados y aprendizajes obtenidos

c) No compartir ideas para mantener ventaja

d) Solo mostrar la parte visual

19. Cuando surge un desafío técnico complejo, la mejor estrategia es:

a) Evitar el problema

b) Dividir el problema en partes más pequeñas y resolverlo paso a paso

c) Cambiar inmediatamente a un proyecto más fácil

d) Pedir a otros que lo resuelvan completamente

20. ¿Cuál es la importancia de documentar tus proyectos Arduino?

a) Es una pérdida de tiempo

b) Facilita el aprendizaje continuo y ayuda a otros a aprender

c) Solo sirve para impresionar al profesor

d) No tiene ninguna importancia

Prueba Objetiva de Aprendizaje Significativo

Grupo Experimental - Pre-test					Grupo Control - Pre-test				
ID	Conocimientos Conceptuales	Habilidades Procedimentales	Actitudes y Valores	Total	ID	Conocimientos Conceptuales	Habilidades Procedimentales	Actitudes y Valores	Total
E01	3	2	3	8	C01	4	2	2	8
E02	4	2	3	9	C02	4	2	3	9
E03	5	3	3	11	C03	5	3	3	11
E04	3	2	2	7	C04	3	2	2	7
E05	4	3	3	10	C05	4	3	3	10
E06	4	2	2	8	C06	4	2	2	8
E07	4	2	3	9	C07	4	2	3	9
E08	5	3	4	12	C08	5	3	3	11
E09	2	2	2	6	C09	3	2	3	8
E10	5	3	3	11	C10	5	2	3	10
E11	3	2	3	8	C11	3	2	2	7
E12	4	2	3	9	C12	4	2	3	9
E13	4	3	3	10	C13	4	3	3	10
E14	3	2	2	7	C14	4	2	2	8
E15	4	2	3	9	C15	5	3	3	11
E16	3	2	3	8	C16	5	3	4	12
E17	4	3	3	10	C17	5	3	3	11
E18	3	2	2	7	C18	4	2	2	8
E19	5	3	3	11	C19	4	2	3	9
E20	4	2	2	8	C20	4	2	2	8
E21	4	2	3	9	C21	5	3	3	11
E22	3	2	3	8	C22	4	3	3	10
E23	4	2	3	9	C23	4	2	3	9
E24	4	3	3	10	C24	4	2	2	8
E25	5	3	4	12	C25	3	2	3	8

Prueba Objetiva de Aprendizaje Significativo

Grupo Experimental - Post-test					Grupo Control - Post-test				
ID	Conocimientos Conceptuales	Habilidades Procedimentales	Actitudes y Valores	Total	ID	Conocimientos Conceptuales	Habilidades Procedimentales	Actitudes y Valores	Total
E01	7	5	5	17	C01	5	2	3	10
E02	8	4	4	16	C02	5	3	3	11
E03	8	6	5	19	C03	6	3	4	13
E04	6	5	4	15	C04	4	2	3	9
E05	7	6	5	18	C05	5	3	4	12
E06	7	5	4	16	C06	6	2	2	10
E07	8	5	4	17	C07	5	3	3	11
E08	8	6	6	20	C08	6	4	4	14
E09	6	4	4	14	C09	4	2	3	9
E10	8	6	5	19	C10	6	3	3	12
E11	7	5	4	16	C11	4	2	2	8
E12	7	6	4	17	C12	5	3	3	11
E13	8	5	5	18	C13	5	3	4	12
E14	6	5	4	15	C14	5	2	3	10
E15	7	6	5	18	C15	6	3	4	13
E16	7	5	4	16	C16	7	4	4	15
E17	8	6	5	19	C17	5	5	4	14
E18	6	4	4	14	C18	5	2	3	10
E19	8	6	6	20	C19	5	3	3	11
E20	8	5	4	17	C20	5	2	3	10
E21	7	6	5	18	C21	6	3	4	13
E22	6	6	4	16	C22	5	3	4	12
E23	7	6	4	17	C23	5	3	3	11
E24	8	5	5	18	C24	5	2	3	10
E25	8	6	6	20	C25	4	2	3	9

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

1. Apellidos y nombres del experto: Mg. ALANIA RICARDI, Pit Frank
2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Nacional Daniel Alcides C.
3. Nombre del instrumento: Prueba Objetiva de Aprendizaje Significativo
4. Autor(a) del instrumento: Bach. Renson César Samaniego Ricra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Deficiente (0-6)	Regular (7-10)	Buena (11-14)	Muy buena (15-18)	Excelente (19-20)
1. CLARIDAD: Está formulado con lenguaje apropiado				16	
2. OBJETIVIDAD: Está expresado en conductas observables				15	
3. ACTUALIDAD: Adecuado al avance de la ciencia pedagógica					20
4. ORGANIZACIÓN: Existe una organización lógica				15	
5. SUFICIENCIA: Comprende los aspectos en cantidad y calidad			13		
6. INTENCIONALIDAD: Adecuado para valorar aspectos específicos				17	
7. CONSISTENCIA: Basado en aspectos teórico-científicos					19
8. COHERENCIA: Entre los índices, indicadores y dimensiones				16	
9. METODOLOGÍA: La estrategia responde al propósito de la investigación				18	
10. PERTINENCIA: El instrumento es útil y adecuado para la investigación					19
TOTAL PARCIAL			13	97	58

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es pertinente, consistente, resultando aplicable para la investigación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

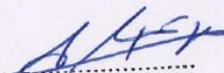
Puntuación	Valoración
Total:	168
Promedio final:	16.8

V. DECISIÓN

- (X) VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN
() NO VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN

VI. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Ninguna


 Pit Frank ALANIA RICARDI
Maestro en: Ingeniería de
Sistemas y Computación
CIP. 174912

Cerro de Pasco, agosto de 2025

Firma del experto: Mg. Pit Frank Alania Ricardi
DNI: 40573846
Celular: 963640605

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

1. Apellidos y nombres del experto: Mg. CAMPOS SALVATIERRA, Oscar Clevorio
2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Nacional Daniel Alcides C.
3. Nombre del instrumento: Prueba Objetiva de Aprendizaje Significativo
4. Autor(a) del instrumento: Renson César Samaniego Ricra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Deficiente (0-6)	Regular (7-10)	Buena (11-14)	Muy buena (15-18)	Excelente (19-20)
1. CLARIDAD: Está formulado con lenguaje apropiado				15	
2. OBJETIVIDAD: Está expresado en conductas observables				15	
3. ACTUALIDAD: Adecuado al avance de la ciencia pedagógica				17	
4. ORGANIZACIÓN: Existe una organización lógica				15	
5. SUFICIENCIA: Comprende los aspectos en cantidad y calidad				17	
6. INTENCIONALIDAD: Adecuado para valorar aspectos específicos			14		
7. CONSISTENCIA: Basado en aspectos teórico-científicos					19
8. COHERENCIA: Entre los índices, indicadores y dimensiones				15	
9. METODOLOGÍA: La estrategia responde al propósito de la investigación				18	
10. PERTINENCIA: El instrumento es útil y adecuado para la investigación				18	
TOTAL PARCIAL			14	130	19

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

La estructura y metodología del instrumento garantizan su utilidad en el contexto investigativo.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Puntuación	Valoración
Total:	163
Promedio final:	16.3

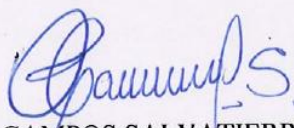
V. DECISIÓN

(X) VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN

() NO VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN

VI. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Ninguna



Cerro de Pasco, agosto de 2025

Firma del experto: Mg. CAMPOS SALVATIERRA, Oscar Clevorio
DNI: 04073456
Celular: 990298795

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

1. Apellidos y nombres del experto: Mg. VICENTE GUERRA, Nilton Luis
2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Nacional Daniel Alcides C.
3. Nombre del instrumento: Prueba Objetiva de Aprendizaje Significativo
4. Autor(a) del instrumento: Renson César Samaniego Ricra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Deficiente (0-6)	Regular (7-10)	Buena (11-14)	Muy buena (15-18)	Excelente (19-20)
1. CLARIDAD: Está formulado con lenguaje apropiado				15	
2. OBJETIVIDAD: Está expresado en conductas observables				15	
3. ACTUALIDAD: Adecuado al avance de la ciencia pedagógica				18	
4. ORGANIZACIÓN: Existe una organización lógica				15	
5. SUFICIENCIA: Comprende los aspectos en cantidad y calidad			14		
6. INTENCIONALIDAD: Adecuado para valorar aspectos específicos				17	
7. CONSISTENCIA: Basado en aspectos teórico-científicos					19
8. COHERENCIA: Entre los índices, indicadores y dimensiones				15	
9. METODOLOGÍA: La estrategia responde al propósito de la investigación				18	
10. PERTINENCIA: El instrumento es útil y adecuado para la investigación					19
TOTAL PARCIAL			14	113	38

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento presenta coherencia y suficiencia, siendo válido para evaluar el aprendizaje significativo.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Puntuación	Valoración
Total:	165
Promedio final:	16.5

V. DECISIÓN

- (X) VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN
() NO VÁLIDO PARA SU APLICACIÓN

VI. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Ninguna

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE SISTEMAS DE COMPUTACIÓN
Mg. Nilton Luis VICENTE GUERRA
C.P. 2356
DOCENTE

Cerro de Pasco, agosto de 2025

Firma del experto: Mg. VICENTE GUERRA, Nilton Luis
DNI: 41937910
Celular: 983697405

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Influencia del uso Tecnología Electrónica Arduino nano en el proceso de enseñanza significativa a los estudiantes del 1er grado de secundaria de la I.E. Libertadores Simón Bolívar – Junín

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
Problema General: ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021?	Objetivo General: Determinar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021.	Hipótesis General (Hi): La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021.	Variable Independiente: Tecnología Electrónica Arduino nano Dimensiones: - Implementación didáctica - Funcionalidad técnica - Metodología de enseñanza basada en Arduino	Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Métodos: Hipotético-deductivo Analítico-sintético Diseño: Cuasi-experimental con grupo control y experimental, con pre-test y post-test
Problemas Específicos: a) ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021? b) ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en el desarrollo de habilidades	Objetivos Específicos: a) Determinar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021. b) 2. Establecer la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en el desarrollo de	Hipótesis Específicas: a) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en la adquisición de conocimientos conceptuales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021. b) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en el desarrollo de habilidades procedimentales de los	Variable Dependiente: Aprendizaje significativo Dimensiones: - Adquisición de conocimientos conceptuales - Desarrollo de habilidades procedimentales	Población: 197 estudiantes de primero a quinto grado Muestra: 50 estudiantes:

procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021? c) 3. ¿De qué manera influye la Tecnología Electrónica Arduino nano en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021?	habilidades procedimentales de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021. c) 3. Analizar la influencia de la Tecnología Electrónica Arduino nano en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021.	estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021. c) La Tecnología Electrónica Arduino nano influye significativamente en las actitudes y valores hacia el aprendizaje de los estudiantes del primer grado de secundaria de la Institución Educativa Libertadores Simón Bolívar – Junín - 2021.	- Actitudes y valores hacia el aprendizaje	- 25 grupo experimental (1° A) - 25 grupo control (1° B) Técnicas: - Evaluación pedagógica - Observación sistemática Instrumentos: - Prueba objetiva (pre-test y post-test)
---	--	---	---	--