

# Intervención didáctica para cambio de base de un número entero mediante el trabajo por proyectos

## Didactic intervention for changing the base of an integer through project work

Martha Patricia Jiménez Villanueva

mjimenezv@ipn.mx

Maribel Aragón García

ipnaragong@gmail.com

Gelacio Castillo Cabrera

gcastilloc@ipn.mx

Laura Muñoz Salazar

lmunozs@ipn.mx

Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), México

Recibido: 21/02/2024 Aceptado: 05/06/2024

**Palabras clave:** Cambio de base de números enteros; enfoques de aprendizaje; investigación-acción; aprendizaje basado en proyectos.

**Keywords:** Changing the basis of integers; learning approaches; action research; project-based learning.

---

### Resumen

Se reportan los resultados de una investigación cuyo objetivo es diseñar e implementar una intervención didáctica para el aprendizaje de cambio de base de un número entero mediante el trabajo por proyectos con el propósito de mostrar los beneficios de su implementación en el aula. El trabajo se trata desde la perspectiva investigación-acción a través de los cuatro momentos: *planificación, acción, observación y reflexión*. El análisis de contenido se realizó tomando en cuenta los enfoques de aprendizaje: *superficial, profundo y estratégico o de logro*. La intervención se efectuó con 59 estudiantes de primer semestre de la unidad de aprendizaje de matemáticas discretas de las carreras de Ingeniería en Inteligencia Artificial y licenciatura en Ciencias de Datos de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Los resultados evidenciaron que los estudiantes presentaron dificultades para indagar y trabajar de forma colaborativa; sin embargo, el trabajo entre pares



fortaleció habilidades transversales como la *comunicación, organización del tiempo y trabajo en equipo*, con efecto progresivo positivo en la calidad del trabajo de los estudiantes. De aquí la importancia de introducir metodologías en el aula, como el trabajo por proyectos, con un seguimiento continuo y oportuno, para identificar y apoyar las diferentes necesidades y estilos de aprendizaje.

## Abstract

The results of a research are reported whose objective is to design and implement a didactic intervention for learning the change of base of an integer through project work with the purpose of showing the benefits of its implementation in the classroom. The work is approached from the perspective of action-research through the four moments: planning, action, observation and reflection. The content analysis was carried out taking into account the learning approaches: superficial, deep and strategic or achievement. The intervention was carried out with 59 first-semester students of the discrete mathematics learning unit of the Artificial Intelligence Engineering and Data Science degrees of the Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) of the Instituto Politécnico Nacional (IPN). The results showed that the students had difficulties in investigating and working collaboratively; however, the work among peers strengthened transversal skills such as communication, time management and teamwork, with a positive progressive effect on the quality of the students' work. Hence the importance of introducing methodologies in the classroom, such as project work, with continuous and timely monitoring, to identify and support different learning needs and styles.

## Introducción

### Los métodos de enseñanza:

[...] constituyen estructuras generales, con secuencia básica, siguiendo intenciones educativas y facilitando determinados procesos de aprendizaje. Los métodos brindan así un criterio o marco general de actuación que puede analizarse con independencia de contextos y actores concretos (Davini, 2008, p.73).

Al respecto, Davini indica que:

[...] el método no es mecánico, sino que implica el análisis y la reconstrucción, la combinación de métodos y la elaboración de estrategias específicas para situaciones, contextos y sujetos particulares, así como la selección e integración de los medios apropiados para sus objetivos.

Del mismo modo, un método de enseñanza es considerado como:

[...] el conjunto de técnicas y actividades que un profesor utiliza con el fin de lograr uno o varios objetivos educativos, que tiene sentido



como un todo y que responde a una denominación conocida y compartida por la comunidad científica (Alcoba, 2012, p.96).

En esta línea de ideas, Davini (2008, p. 76) señala que:

[...] la asimilación es el resultado de un proceso activo de quien aprende, es duradera y se desarrolla tanto en la enseñanza orientada hacia la construcción activa del conocimiento como en la enseñanza orientada a la instrucción, implica que quien aprende integra el objeto o la noción por conocer a sus esquemas de conocimiento. [...] Asimismo, Davini señala que algunos métodos de enseñanza no son exclusivamente individuales, sino que también promueven el trabajo colaborativo, desarrollando habilidades para trabajar en equipo.

La diversidad de propuestas metodológicas está agrupada en tres grupos:

- *Familia de los métodos inductivos dirigidos a la formación de conceptos*
- *Familia de los métodos de instrucción dirigidos a la asimilación de conocimientos*
- *Familia de los métodos de flexibilidad dirigidos a movilizar creencias.*

Estos tres grupos abarcan las dos orientaciones generales de la enseñanza tales como la instrucción (centrada en la coordinación de quien enseña) y la guía del aprendizaje (centrada en la actividad de quienes aprenden, orientada por el profesor) (Davini, 2008, p.77). Cabe destacar que en concordancia con Davini, estos métodos se dirigen por distintas vías a la asimilación de conocimientos, al manejo de la información y a la formación de conceptos, apuntando al desarrollo de habilidades del pensamiento de distinta forma.

Por tanto, para seleccionarlos, considera que hay que tener en cuenta los propósitos educativos, el tipo de contenido como conceptos y algoritmos y las condiciones en las que se enseña tales como tiempos, ritmos y recursos. Cabe destacar que un método puede ser utilizado en forma específica o puede ser combinado de acuerdo con las intenciones educativas.

Cada método de enseñanza tiene características propias para ser analizadas, por lo que es importante valorar los resultados que se obtienen con cada uno y, es desde la investigación educativa donde se pueden visualizar de manera cercana. En este sentido, en cuanto al método de investigación que se elige es la investigación-acción, ya que posibilita la reflexión que el docente hace de su propia praxis (Olivo-Franco y Redondo-Insignares, 2023). El objetivo de esta investigación es diseñar e implementar una intervención didáctica mediante el trabajo por proyectos para explorar la forma en que los estudiantes actúan y mostrar los beneficios de su implementación.



## Marco teórico

### *Trabajo por proyectos*

El aprendizaje basado en proyectos es un método de aprendizaje aplicado en el ámbito escolar desde hace muchos años (Guo et al., 2020; Ricaurte y Viloría, 2020; García et al., 2019); considerado como un método de trabajo en grupos de estudiantes, con autonomía para establecer objetivos, planificar y tomar decisiones.

El método de proyectos propuesto por Kilpatrick (1926, como se citó en Davini, 2008) apunta a aprender, mediante la elaboración de un plan de acción, donde se analizan y seleccionan alternativas y se diseña un plan de trabajo en el que se establecen etapas en un tiempo determinado, poniéndolo en marcha y dando seguimiento al proceso y a los resultados, además de comunicar y difundir los resultados.

Su implementación considera el tiempo necesario para que el estudiante reflexione sobre sus acciones y oriente su trabajo (Espejo y Sarmiento, 2017). El trabajo por proyectos tiene como finalidad

[...] un producto concreto, generalmente condicionado por requisitos de tiempo y recursos, donde la planificación de tareas y la resolución de incidencias cobran especial importancia (Alcoba, 2012, p.99).

De acuerdo con Davini (2008) el método de enseñanza por proyectos propicia el desarrollo de:

[...] habilidades para planear actividades y su ejecución en el tiempo, fomenta la creatividad, las capacidades expresivas (comunicación oral, escrita y gráfica), la elección de medios para desarrollar el proyecto, el monitoreo y la evaluación de resultados, además favorece el desarrollo del trabajo colaborativo y la autonomía del aprendizaje (p.131).

La implementación de actividades específicas para docentes y estudiantes de acuerdo con el método por proyectos se desarrolla en cinco etapas y el grado de autonomía que se requiere se ajusta de acuerdo con las características de los participantes (Espejo y Sarmiento, 2017, p.53):

1. Elección del tema
2. Presentación del tema a los estudiantes
3. Planificación del proyecto
4. Investigación
5. Presentación final

## **Enfoques de aprendizaje**

López y López (2013) realizan una extensa revisión de la literatura sobre los enfoques de aprendizaje, desde la óptica de la *teoría SAL (Students*



*Approaches to Learning*), también conocida como teoría 3P (*presagio, proceso y producto*) y estos son sus principales hallazgos:

- La presencia de diferentes formas de abordar el aprendizaje: superficial, profundo y basado en el rendimiento o logro.
- La elección del enfoque de aprendizaje depende de características personales e instruccionales.
- El uso de un enfoque depende de variables del proceso de enseñanza, contexto y percepción del estudiante.
- Los estudiantes varían sus enfoques de aprendizaje según el contexto de las materias.
- El enfoque profundo predice éxito académico, mientras que el superficial predice resultados inferiores.
- Algunas investigaciones no encuentran relaciones consistentes entre enfoques y resultados académicos.
- Varios métodos de enseñanza benefician solo a ciertos estudiantes.

De acuerdo con Biggs et al. (2001) en el modelo 3P interactúan mutuamente los factores del estudiante, el contexto de enseñanza, los enfoques de aprendizaje en la tarea y los resultados del aprendizaje, formando un sistema dinámico. Desde esta perspectiva el estudiante construye su conocimiento condicionado por factores como la naturaleza de sus conocimientos previos, el método de enseñanza del docente, el enfoque con el que se aborde la tarea y la implicación en el aprendizaje; la interrelación de estos factores da como resultado aprendizajes de mayor o menor calidad.

Biggs (1993, como se citó en López y López, 2013) sostiene que:

[...] el aprendizaje resulta de la interrelación de tres componentes clave, *la intención* (motivo) de quien aprende, *el proceso que utiliza* (estrategia) y los *logros que obtiene* (rendimiento) (p.134); es decir, se parte de una intención que permite generar una ruta de acción para lograr algo. La manera en que se interrelacionan estos componentes conduce a lo que Valle et al. (1998, como se citó en Casas, et al., 2011) identifican como tres enfoques de aprendizaje:

#### ***Enfoque de aprendizaje superficial***

- Estudiantes motivados por aprobar con el menor esfuerzo e implicación en el aprendizaje; es decir, muestran poco interés en determinada tarea.
- Utilizan estrategias dirigidas a memorizar hechos y procedimientos, reproducir con precisión sin reflexión y repetir mecánicamente la información, focalizándose en los aspectos que les permiten simplemente cumplir con las exigencias mínimas.
- Como resultado, tienen conocimiento de hechos no relacionados,



presentan dificultad para integrar las nuevas ideas, desvaloran las tareas y el aprendizaje, derivando en bajas calificaciones.

- Este tipo de enfoque se asocia a una enseñanza altamente directiva.

### ***Enfoque de aprendizaje estratégico o de logro***

- Estudiantes motivados por sobresalir y competir para obtener mejores resultados académicos, tienen alto interés por el estudio, el aprendizaje y el saber.
- Para el logro de sus metas, dirigen sus estrategias a sistematizar, planificar actividades, optimizar tiempo y esfuerzo, reflexionar y centrarse en lo importante. Como resultado, establecen mayor relación con factores situacionales, obtienen buen aprendizaje y elevadas calificaciones.
- Este tipo de enfoque se sustenta con estructuras de apoyo instruccional, que enfatizan la competitividad.

### ***Enfoque de aprendizaje profundo***

- Los estudiantes están motivados por el interés en los contenidos por sí mismos o temas relacionados, y se implican ampliamente en el aprendizaje, presentan alto interés en comprender y transformar la información en conocimiento.
- Este enfoque se refiere a la disposición que muestra un estudiante al aproximarse a determinada tarea de manera significativa, lo que implica interés y desafío, más allá de una motivación extrínseca, como lo podría ser una calificación o la presión docente, Zabalza (2007 como se cita Silva y Maturana, 2017, p. 119).
- Los estudiantes con este enfoque dirigen sus estrategias a descubrir significados, argumentar y usar datos para extraer conclusiones, establecer relaciones entre ideas nuevas y experiencias previas orientadas a comprender lo que se aprende.
- Además, implica conocimientos integrados, satisfacción por los retos, estructura instruccional y menor apoyo formal de enseñanza.
- Este enfoque está asociado con un aprendizaje altamente autónomo y de acuerdo con lo reportado en López y López (2013, p.14) son muchas las investigaciones que establecen que es un buen predictor del éxito académico.

## ***Investigación-Acción***

La investigación-acción se concibe desde diferentes enfoques, tales como la *investigación acción crítica, participativa, diagnóstica, empírica, basada en el salón de clases*, entre otras (Cohen, Manion y Morrison, 2018). Kemmis (1988, como se citó en Bisquerra, 2004) señala que es un referente importante en el campo de la *investigación-acción educativa* dado que considera que este tipo de investigación se constituye como ciencia crítica y no solo como ciencia práctica y moral y es una forma de indagación autorreflexiva llevada a cabo por los participantes, ya



sean profesores, alumnos o directores en situaciones sociales educativas para mejorar las prácticas educativas, la apropiación sobre las mismas y la situación en que estas prácticas tienen lugar (Bisquerra, 2004).

Kurt Lewin (1946) definió el trabajo de investigación como un proceso cíclico de exploración, actuación y valoración de resultados. El proceso de la investigación-acción ideado inicialmente por Lewin se desarrolló por otros autores como Carr y Kemmis (1988) y Elliott (1993) quienes indican que su propósito es *mejorar la práctica docente*. En términos generales, la investigación-acción es concebida como una espiral de ciclos de investigación y acción constituida por cuatro fases *planificar, actuar, observar y reflexionar*.

## Metodología

Se emplea el *método de investigación-acción* por su efectividad para organizar una investigación que involucra activamente a estudiantes y docentes en el aprendizaje, a través de sus cuatro fases: analizar el problema que se va a investigar; diseñar e implementar el plan de acción para lograr los objetivos y recopilar datos a través de diferentes instrumentos; dar seguimiento continuo al plan de acción para controlar, validar y valorar las intervenciones, así como organizar y gestionar la información recogida; y, finalmente analizar y evaluar los datos recopilados con el objetivo de sacar conclusiones para tomar decisiones y perfeccionar el proceso (Lewin, 1946; Elliot, 1993; Carr y Kemmis 1988).

El estudio de caso de esta investigación, junto con una *metodología cualitativa-longitudinal* se presenta para observar, documentar y entender el comportamiento y cambios en el desempeño de los estudiantes cursando la asignatura de matemáticas discretas a lo largo del semestre 2023/1. A partir de instrumentos e instrucciones bien establecidas, diseñadas bajo el método de proyectos, se guía al estudiante para el estudio del concepto de cambio de base, que es un conocimiento esencial para el funcionamiento de las computadoras y dispositivos digitales; además de necesario en otros cursos de su carrera, como circuitos digitales y arquitectura de computadoras, entre otras.

## Diseño de la intervención pedagógica

La intervención se llevó a cabo con 32 estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Inteligencia Artificial (IA) y 27 de la licenciatura en Ciencias de Datos (CD) de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en el curso matemáticas discretas. La interacción con los participantes se realizó en el aula de forma presencial y con apoyo de la plataforma de *Microsoft Teams* para el registro de evidencias.

El programa de estudios de la unidad de aprendizaje es el mismo para ambas carreras, no obstante, de acuerdo con la entrevista inicial, los participantes de IA se distinguen de los de CD por su procedencia en el nivel medio superior (NMS), los primeros, en su mayoría, del área de físico matemáticas y los de CD de áreas diferentes.



Los datos se recopilaron mediante documentos digitales como *archivos en pdf de los informes, archivos digitales del programa en C, documentos físicos*; de escritos de las actividades adicionales en lápiz y papel; de videgrabaciones de la presentación, reportes del investigador y anotaciones del profesor de las observaciones.

El análisis de los datos se hace a la luz del modelo de aprendizaje 3P definido previamente y la forma en cómo el estudiante abordará cada una de las tareas, brindará indicios acerca de su enfoque (véase el cuadro 1).

• **Cuadro 1** Aspectos considerados para el análisis de la información.

Descriptor	Criterios de análisis
Conceptos relacionados con el tema	Conceptos de cambio de base Concepto de expansión de un número entero Teorema de Euclides Divisibilidad
Ejemplificación	Cambio de base "10" a base "b" Cambio de otra base a base de 10 Cambio general de base "a" a base "b"
Investigación relacionada con el concepto de estudio	Profundidad Citación
Proceso de solución de problemas de cambio de base	Uso de conceptos identificados

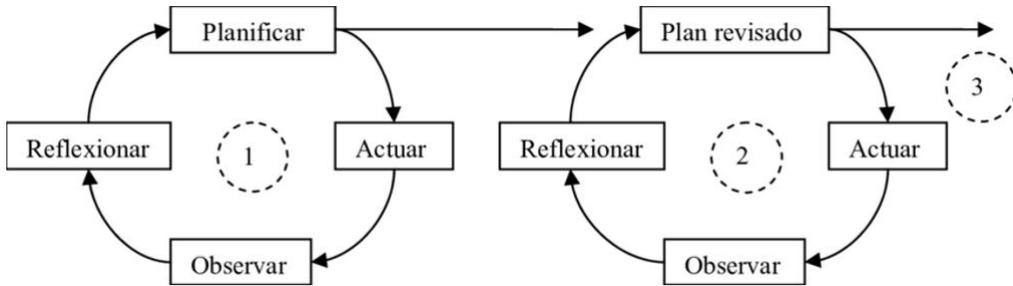
Fuente: Elaboración propia.

La interrelación entre la forma de resolver la tarea y las nociones que el estudiante incorpora se visualiza cuando se le solicita realizar una indagación *sobre cambio de base de un número entero*, recurriendo a diferentes fuentes y al saber que es un tema de matemáticas discretas, podrá identificar propiedades, definiciones e incluso situaciones que ejemplifican el concepto en estudio. Si el estudiante no identifica conceptos relevantes para entender el tema de cambio de base y no incluye situaciones que lo ejemplifiquen es evidencia de un aprendizaje superficial, pero si el estudiante sintetiza, planifica sus actividades y se centra en lo importante, se evidencian aspectos con enfoque estratégico o de logro. Por otra parte, si está motivado por el interés de aprender, entonces profundiza, establece relaciones entre ideas nuevas y experiencias previas orientadas a comprender lo que se aprende, presenta características de un enfoque de aprendizaje profundo.



## Implementación del método investigación-acción

•Figura 1 Cuatro fases de la espiral de ciclos de la investigación-acción (Bisquerra, 2004).



### Fase de planificación del método investigación-acción

El interés por estudiar el tema de cambio de base de un número entero surgió por la importancia que tiene para los estudiantes de ingenierías relacionadas con programación, ya que es un tema fundamental en unidades de aprendizaje, tales como circuitos digitales, arquitectura de computadoras, entre otras.

Se eligió el método por proyectos para el estudio de cambio de base de un número entero porque a diferencia del método expositivo involucra más al estudiante en la construcción de su conocimiento. Al respecto, resultados de investigaciones muestran que este método promueve la autonomía del estudiante para establecer objetivos, planificar y tomar decisiones (Villanueva Morales et al., 2022).

En el curso de matemáticas discretas, el tema de *cambio de base* se aprende en la tercera unidad denominada *números enteros* después de estudiar lógica y conjuntos; el desarrollo del proyecto se planteó a los estudiantes seis semanas después de iniciado el semestre, al término del estudio del tema de lógica e inicio del estudio del tema de conjuntos.

El programa académico de las carreras de ingeniería en IA y de la licenciatura en CD, contempla tres unidades de aprendizaje en común en el primer semestre que corresponden a matemáticas discretas, comunicación oral y escrita y fundamentos de programación. Cabe señalar que el proyecto de investigación integra estas tres áreas de conocimiento puesto que, al momento de realizarlo, los estudiantes ya contaban con técnicas de investigación y redacción, así como estructuras cíclicas IF, FOR, solución de ejercicios de diseño de diagramas de flujo y algoritmos en lenguaje c; además, de comprender los números enteros en base 10 y tener los conocimientos requeridos sobre estos temas.

En la fase de organización del trabajo por proyectos, se diseñaron cuatro tareas y se establecieron las actividades y las fechas de entrega; las tareas se realizaron en pareja y planearon con una duración de una semana, como plataforma de envío de trabajos se empleó *Microsoft Teams* (véase el cuadro 2).

• **Cuadro 2** Fases del trabajo por proyectos para el cambio de base de un número entero.

Fases	Objetivo	Actividad específica
Apertura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer un proyecto de trabajo viable</li> <li>• Definir las características del proyecto</li> </ul>	Diseñar un programa <i>cambio de base de un número entero</i>
		Base: 2, 3,...,16
		Lenguaje C
Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmitir y buscar información, datos y conocimientos</li> <li>• Elaborar un plan de trabajo.</li> <li>• Organizar equipos de trabajo.</li> </ul>	Trabajar entre pares
		Establecer las tres etapas: 1. indagar, 2. programar 3. comunicar
		Elaborar un cronograma de actividades
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar actividades previstas en el plan</li> <li>• Apoyar y monitorear el desarrollo de las actividades</li> <li>• Apoyar la búsqueda de conocimientos y transmitir otros a lo largo del desarrollo de las actividades</li> <li>• Retroalimentar en cada etapa</li> </ul>	1. Indagar conceptos matemáticos en libros y artículos. • Primer informe T1 • Indagar conceptos de programación en libros y artículos. • Segundo informe T2
		2. Diseñar un programa en lenguaje C. • Tercer informe T3
Difusión y socialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar la comunicación del proyecto</li> <li>• Organizar exposiciones de lo producido</li> </ul>	3. Elaborar de un video para presentar de los resultados del proyecto T4
		Presentar resultados entre ambos integrantes
Integración y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el proceso seguido y los logros de aprendizaje</li> </ul>	Aplicar listas de cotejo para valorar el progreso de los estudiantes en cada etapa
		Emplear rúbrica para valorar los productos obtenidos (informes, programa y video)

Fuente: Elaboración con base en Davini (2008).

Nota: Tn: equivale a la n-ésima tarea.

## Fase de acción del método investigación-acción

En la fase de acción del método investigación-acción se realizó la fase *puesta en marcha* del método por proyectos, estructurada en dos etapas, obteniendo tres informes como resultado de su ejecución. Se trabajaron en un principio las tareas T1 y T2, donde deben indagar sobre los temas *cambio de base de un número entero y conceptos de programación*; en la tarea T3 se programa el cambio de base de un número entero en lenguaje C. En la fase de difusión y socialización, se trabajó la tarea T4, que implica dar a conocer los resultados del proyecto. Cada tarea se acompaña de una rúbrica para orientar el trabajo del estudiante y documentar el avance de su aprendizaje sobre el cambio de base de un número entero.



El primer informe contempla en el marco referencial (*conceptos matemáticos*) la parte central de la tarea. El segundo informe, complementa la información con elementos de computación que se requieren para el diseño del programa en lenguaje C. Por último, el tercer informe amplía la información del segundo, incluyendo los resultados del programa (véase el cuadro 3).

• **Cuadro 3** Características del primer informe.

Característica	Indicador	Descriptor
Extensión	Tres cuartillas	Sin incluir las referencias
Estructura	Portada, título y autores	Datos de identificación
	Introducción	Describir qué y cómo se realizará
	Desarrollo	Describir los conceptos matemáticos necesarios para el cambio de base. Indicar de dónde se tomó la información (citas).
	Conclusiones	Relacionadas con el marco teórico, conceptos de matemáticas discretas utilizados y resultados del programa.
	Referencias	Formato de citación APA 7ma. edición.

Fuente: Elaboración propia.

En las tareas T1 y T2 se solicitó un documento con la información, obtenida de la indagación, consultando tres libros de texto y tres artículos de investigación publicados en revistas científicas.

**Tarea 1**

- Indagar cómo representar un número entero en diferentes bases.
- El propósito es enterar al estudiante de la importancia del tema para su formación profesional, además de identificar conceptos fundamentales para su comprensión.

**Tarea 2**

- Indagar los conceptos de computación necesarios para diseñar un programa que cambie de base un número entero y diseñar un diagrama de flujo que muestre los pasos a seguir en el desarrollo del programa.
- La finalidad es que, mediante el diseño de un diagrama de flujo, los estudiantes noten relaciones entre los conceptos y se percaten de los procesos para representar un número en diferentes bases.

**Tarea 3**

- Diseñar un algoritmo en *lenguaje C*, que permita representar un número dado en una base “*a*” a una base “*b*”.
- Restricciones:
  1. números enteros positivos
  2. bases entre 2 y 16.



- La intención es que, al programar, los estudiantes fortalezcan su conocimiento sobre cambio de base de un número entero.

#### Tarea 4

- Diseñar un video para presentar los resultados obtenidos.
- Características:
  - a. Estructura de la presentación: introducción, desarrollo y conclusiones
  - b. Duración: 10 minutos
  - c. Participan los dos integrantes.
- La tarea tiene por objeto que, al explicar, los estudiantes reafirmen sus conocimientos sobre cambio de base de un número entero.

### Fase de observación del método investigación-acción

A partir de la información obtenida en los informes de los alumnos en formato digital y de las hojas de trabajo con lápiz y papel se hicieron dos tipos de análisis.

#### Primer análisis

- Se realizó para reconocer la implicación de los estudiantes en la tarea, así como detectar, en los informes, los conceptos, propiedades y teoremas que los estudiantes identificaron para la comprensión del tema de estudio.

#### Segundo análisis

- Se usó para reconocer la comprensión de cambio de base de un número entero a partir de la información en las hojas de trabajo con lápiz y papel.

Por tanto, se dividió el trabajo en grupo CD y grupo IA, iniciando con una revisión general de los productos generados por cada grupo (véase el cuadro 4).

- **Cuadro 4** Porcentaje de alumnos que entregaron los productos del proyecto.

Productos	27 alumnos	Grupo CD	32 alumnos	Grupo IA
Ningún informe	3	11.11 %	4	12.5 %
Un informe	2	7.40 %	0	0 %
Dos informes	3	11.11 %	4	12.5 %
Tres informes	19	70.37 %	24	75 %
Programa	19	70.37 %	18	56.25 %
Video	18	66.66 %	28	87.5 %

Fuente: Elaboración propia.



El cuadro 5, además muestra comportamientos diferentes en los dos grupos, mientras que 70.37 % de los alumnos del grupo CD mostró interés en programar el cambio de base de un número entero, casi la mitad de los alumnos del grupo IA no se interesó en diseñar el programa; sin embargo, sí mostraron interés en elaborar un video para mostrar el trabajo realizado.

El interés de este análisis es evidenciar la evolución de los estudiantes conforme avanzan en el desarrollo del proyecto, por lo que se hizo un conteo de la cantidad de productos entregados y después se analizó su contenido (véase el cuadro 5)

•Cuadro 5 Productos entregados por los participantes.

Productos	27 Alumnos	Grupo CD	32 Alumnos	Grupo IA
Solo Tres informes	2	7.40 %	4	12.5 %
Tres informes y el video	2	7.40 %	4	12.5 %
Tres informes y programa	4	14.81 %	4	12.5 %
Tres informes, programa y video	16	59.25 %	16	50 %
No realizaron el proyecto	3	11.11 %	4	12.5 %

Fuente: Elaboración propia.

Se hizo una primera revisión del contenido del primer informe (11 informes de cada grupo) elegidos tomando como referencia que el equipo al menos había entregado los tres informes del proyecto (véase el cuadro 6).

•Cuadro 6 Profundidad del contenido del primer informe (Inf1).

Criterios	Número de informes	
	Grupo CD	Grupo IA
Investigación centrada en el cambio de base	3	3
Investigación general relacionada con cambio de base	4	4
Sin relación con el tema de cambio de base	1	0
Investigación enfocada a la programación	3	4

Fuente: Elaboración propia.

Se reconoció que, respecto a la implicación en la tarea, algunos estudiantes del grupo CD abordaron el tema con un enfoque de aprendizaje superficial, al no relacionar el tema con números enteros y en su primer informe incluyeron información relacionada con análisis vectorial o álgebra lineal o hicieron una investigación muy genérica o superficial sobre el tema, en este sentido, evidenciando la necesidad de orientar el trabajo en el cambio de base de números enteros. Por otro lado, los estudiantes más destacados, contextualizaron el tema en la unidad de aprendizaje de matemáticas discretas e identificaron conceptos necesarios



para la comprensión de cambio de base de un número entero, incluso presentaron ejemplos para ilustrar.

Posteriormente, se seleccionó el trabajo de cuatro equipos de cada grupo. La elección se basó en estudiantes que únicamente entregaron los tres informes; los que entregaron los tres informes y diseñaron el programa y los que entregaron los tres informes, el video y concluyeron todas las fases del proyecto (véase el cuadro 7).

•Cuadro 7 Productos entregados por los equipos.

Grupo	Equipos	Inf 1	Inf 2	Inf 3	Programa	Video
CD	1	x	x	x		
	2	x	x	x	x	
	3	x	x	x		x
	4	x	x	x	x	x
IA	1	x	x	x		
	2	x	x	x	x	
	3	x	x	x		x
	4	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionados los trabajos, se revisó detalladamente del contenido de los informes para identificar los conceptos matemáticos que los estudiantes incorporaban durante el desarrollo del proyecto (véase el cuadro 8).

•Cuadro 8 Conceptos y ejemplos contemplados en los informes.

Elementos		Grupo CD				Grupo IA			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Conceptos	Números enteros	x	x	x	x	x		x	x
	Valor posicional				x	x		x	x
	Divisibilidad	x			x	x			x
	Algoritmo de Euclides	x		x	x	x			x
	Sistemas numéricos	x	x	x	x	x	x	x	x
	Expansión en base B	x			x	x	x	x	
	Algoritmo de la división				x				x
	Regla de Horner								x
	Cambio de base	x	x	x	x	x	x	x	x
	Módulo	x	x		x				x
	Algoritmo	x	x	x	x	x		x	x
	Pseudocódigo	x	x	x	x			x	x
	Diagrama de flujo		x	x	x	x		x	x
	Estructuras de control		x		x		x		x



Elementos		Grupo CD				Grupo IA			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Ejemplificación	Binario-decimal	x		x				x	x
	Hexadecimal-decimal	x	x						
	Decima-binario	x	x	x		x		x	x
	Otra base a Decimal	x				x		x	
	Decimal a Octal							x	x
	Decimal a Hexadecimal							x	x
	Binario-Octal								x
	Binario-Hexadecimal								x
	Octal-binario								x
	Binario-Hexadecimal								x
	Base A a otra base						x		x

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Mapa de colores (rojo ladrillo (x)-primer informe, verde (x)-segundo informe, azul (x)-tercer informe).

**En el cuadro 8, se observa que:**

- Los estudiantes, en un primer acercamiento, identificaron seis conceptos matemáticos relacionados con el tema en estudio y dos conceptos importantes para la comprensión de cambio de base son los números enteros y sistemas numéricos, identificados por cinco de los ocho equipos.
- Dos equipos visualizan el *algoritmo de la división* como otro elemento relevante y dos equipos más mencionan que el valor posicional y la expansión de un número juegan un papel notable en el cambio de base de un número. La columna marcada como CD-1 no registra datos en el primer informe porque los estudiantes confundieron el tema en estudio con cambio de base en algebra lineal o en análisis vectorial.
- También se observa que los alumnos de dos equipos (CD-2 e IA-1) se centraron en la programación, algoritmo, pseudocódigo y diagramas de flujo; por último, solo el equipo IA-4 presentó ejemplos relacionados con cambio de base.
- En un segundo acercamiento (INF2) los alumnos identificaron tres conceptos adicionales, necesarios para la comprensión del tema en estudio; a saber, divisibilidad, algoritmo de Euclides y módulo.
- Otros equipos reconocieron conceptos que algunos estudiantes identificaron en el primer acercamiento como valor posicional y expansión en base b de un número; un aspecto importante es que, salvo el IA-1, todos presentaron ejemplos de cambio de base, los más frecuentes son: decimal a binario, binario decimal



y de cualquier base a decimal. Los equipos IA-3 y IA-4 fueron los que mayor cantidad de ejemplos presentaron.

- Adicionalmente, se observa un cambio significativo en el progreso de los estudiantes de varios equipos, CD-1, CD-4 y IA-1 quienes identificaron varios conceptos matemáticos no incluidos en el primer informe, mostrando evidencia de un aprendizaje de logro o estratégico ya que dirigieron sus acciones a planificar sus actividades centrándose en lo importante.
- En cambio, el equipo CD-2 no identificó nuevos conceptos matemáticos mostrando que el equipo no profundizó en el tema en el segundo informe, evidenciando un enfoque de aprendizaje superficial.
- En el tercer acercamiento (INF3) los estudiantes reconocieron conceptos que ya se habían identificado. Las parejas CD-2, CD-4, IA-2 y IA-4 quienes se comprometieron con el diseño del programa de cambio de base, incluyeron un concepto adicional relacionado con computación *estructuras de control*.

Después de la entrega de cada informe se les pidió a los estudiantes *actividades adicionales* con dos propósitos:

1. Que el alumno identificara los elementos necesarios (que aún no había contemplado) para la comprensión del concepto en estudio.
2. Que el docente identificara el progreso de los estudiantes mediante los informes que realizaron los estudiantes en equipo, pero las actividades adicionales se ejecutaron de manera individual.

Posterior a la entrega del primer informe se planteó la siguiente actividad:

**Actividad adicional 1:**

Convertir el número 104 en base 5 a su representación en base ocho.  $(104)_5 = ( )_8$  (véanse las respuestas en el cuadro 9).

• Cuadro 9 Resultados de la actividad adicional 1.

Criterio	Grupo CD								Grupo IA									
	1		2		3		4		1		2		3		4			
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2		
Identificó símbolos aceptables de la base								x					x	x			x	x
Determinó la expansión en base 5								x					x	x			x	x
Determinó el número en base 10								x					x	x			x	x
Realizó la conversión de base 10 a 8																		x
Presentó respuestas omitiendo justificación						x		x					x				x	
Entregó sin resolver	x	x	x	x			x										x	x

Fuente: Elaboración propia.



En el cuadro 9 se observa que los dos alumnos del equipo IA-4 transformaron el número a base diez, pero solamente uno de ellos (IA-4-E2) representó el número en la base solicitada (base 8). Por otro lado, se puede observar que, cinco estudiantes lograron representar el número en base diez, mediante la identificación de los símbolos de la base; es decir, usan los símbolos aceptables del 0 al 9 y la expansión del número en su base.

Todos los estudiantes que lograron cambiar de base cinco a una base decimal, tienen una característica en común, identificaron en el primer acercamiento, conceptos como números enteros, sistemas numéricos y cambio de base. Muchos estudiantes no resolvieron el problema, lo que muestra evidencia de un aprendizaje superficial (véase la figura 2).

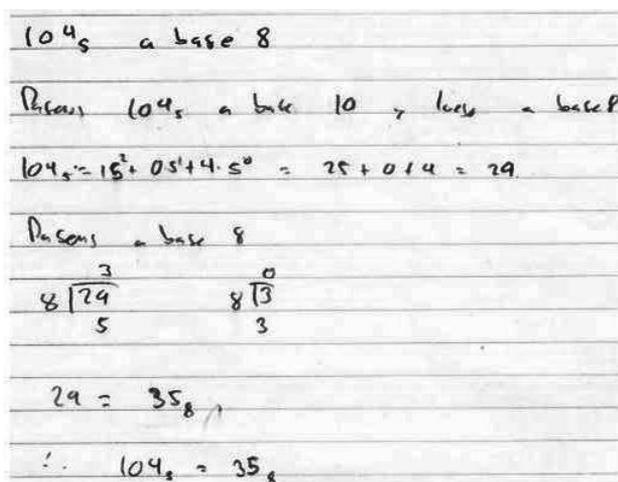
• **Figura 2** Representación de  $(104)_5$  en base 10.

$$\begin{array}{l}
 * 104_5 \rightarrow \text{base } 8 \\
 4 \cdot 5^0 = 4 \\
 0 \cdot 5^1 = 0 \\
 1 \cdot 5^2 = 25 \\
 \hline
 29
 \end{array}$$

En la figura 2, se observa la identificación de los símbolos de la base, la utilización del concepto de valor posicional y, aunque no se ve explícitamente la expansión en base 5 del número dado, se puede deducir que la usan al sumar los valores calculados para obtener la representación en base 10.

La estrategia seguida por el estudiante IA-4-E2 para representar el número  $(104)_5$  en base 8 (véase la figura 3).

• **Figura 3** Respuesta del alumno IA-4-E2.



En el procedimiento utilizado por el estudiante IA-4-E2 se visualizan conceptos como *valor posicional*, *representación de un número en base 5*, *divisibilidad* y *cambio de base*; es posible que incluir ejemplos en el primer informe haya contribuido en la respuesta del alumno.

Después de la entrega del segundo informe se planteó la siguiente actividad:

Actividad adicional 2: Convertir el número [(1001)]<sub>2</sub> en base 8, 10 y 16 (véase el cuadro 10).

• **Cuadro 10** Resultados de la actividad adicional 2.

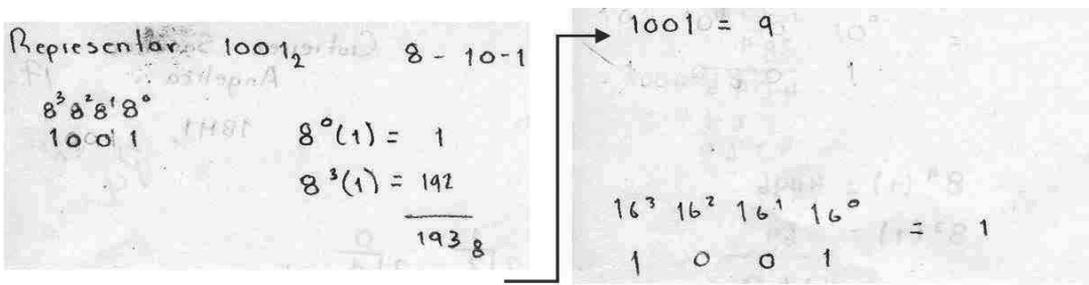
Criterio	Grupo CD								Grupo IA							
	1		2		3		4		1		2		3		4	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Identificó los símbolos aceptables de la base	x				x		x	x	x	x		x	x		x	x
Determinó la expansión en base 2	x						x	x	x	x		x	x		x	x
Determinó el número en base 10	x				x		x	x	x	x		x	x		x	x
Realizó la conversión de base 10 a 8								x				x	x		x	x
Realizó la conversión de base 10 a 16												x	x		x	x
Realizó la conversión binario-octal y binario-hexadecimal																x
Realizó cálculos sin sentido		x										x				
Presentó respuestas omitiendo justificación			x			x	x								x	
Entregó sin resolver				x												

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10 se observa que un número considerable de alumnos (10/16) representó un número binario en decimal, congruente con los ejemplos mostrados de cambio de base, ya que los más frecuentes fueron el *binario-decimal* y *decimal-binario*. También se observa que un mayor número de estudiantes de IA que de CD, determinó la representación del *número en octal y hexadecimal*, en congruencia con la cantidad de conceptos matemáticos identificados por los alumnos de IA, a diferencia de los alumnos de CD quienes identificaron menos conceptos matemáticos.

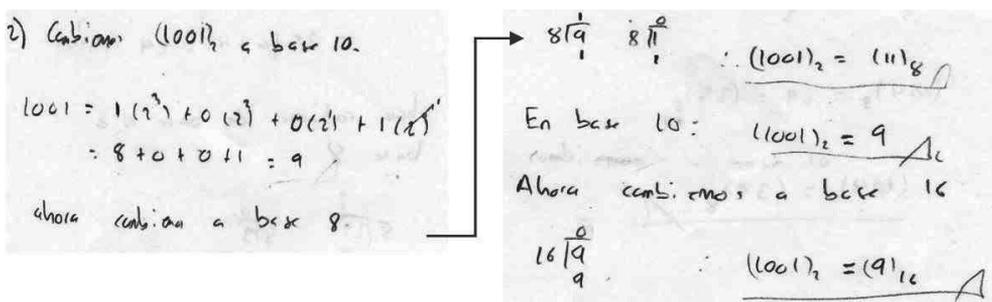
Las figuras 4 y 5 representan las respuestas de dos estudiantes. La primera, muestra los errores que comete un alumno que no ha identificado los conceptos necesarios para representar un número en otra base, en cambio la segunda, muestra la respuesta de un alumno que ha identificado conceptos necesarios para representar un número en otras bases.

• **Figura 4** Respuesta del estudiante CD-1-E1.



En la figura 4, se observa un intento de usar el concepto de expansión de un número para representar el número en cualquier base. Por otro lado, se visualiza en la conversión a base octal, que no se identifican los símbolos que corresponden a una determinada base, lo que se evidencia cuando consideran que el número nueve es un símbolo válido en la base 8 al escribir [193]\_8. En la conversión en base hexadecimal, no es claro el proceso usado para llegar a la respuesta incorrecta dada. En la conversión a base decimal, la respuesta es correcta, aunque no está explícito el proceso utilizado, se puede intuir, con base en los procesos anteriores, el uso de expansión en base dos para representar el número en base decimal.

• **Figura 5** Respuesta del estudiante IA-3-E1.



En la figura 5, se observa que el estudiante identifica los símbolos de la base binaria, utiliza el concepto de expansión de un número para representar el número en decimal; además, usa los conceptos de divisibilidad, módulo, representación en otras bases, para representar el número en octal y hexadecimal, aunque comete errores al representar el número en la base octal. Después de la entrega del tercer informe, el video y el programa se planteó la siguiente actividad:

**Actividad adicional 3**

- a) Representar el número [(20)]<sub>10</sub> en base 2, 8 y 16.
- b) Representar el número [(104)]<sub>5</sub> = [(    )]<sub>8</sub>.

•Cuadro 11 Resultados de la actividad adicional 3 del estudiante.

Criterio	CD								IA								
	1		2		3		4		1		2		3		4		
	E1	E2															
Identificó símbolos de la base	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Determinó la expansión en base 2	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Determinó el número en base 10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realizó la conversión de base 10 a 8		x	x		x		x	x				x	x	x	x	x	x
Realizó la conversión de base 10 a 16			x		x		x	x				x	x	x	x	x	x
Binario-decimal y decimal-octal			x		x		x	x				x	x	x	x	x	x
Binario-octal y binario-hexadecimal																	x

Nota: Mapa de color (rojo ladrillo (x) indica que la acción se realizó en la segunda y tercera tarea adicional, verde(x) indica que la acción se realizó en la tercera tarea.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 11 se observa que, en los equipos que realizaron los tres informes y diseñaron el programa (CD-2 y IA-2), solamente uno de los integrantes logró representar un número en diferentes bases (2, 8 y 16), en cambio, en los equipos que entregaron los tres informes y el video de la presentación (CD-3 y IA-3) se observa diferencia en los resultados, mientras que en el equipo de IA los dos alumnos lograron representar los números dados en diferentes bases, en el equipo de CD únicamente uno de los estudiantes lo logró.

También se observa que, en los equipos (CD-4 y IA-4) que ejecutaron todas las etapas del proyecto, los dos integrantes realizaron correctamente la actividad adicional 3; Además, el estudiante IA-4-E2 profundiza en la representación de un número en sistema binario y entiende cómo transformar números binarios a octal o hexadecimal sin pasar por la base decimal.

Los ejemplos, de cambio de base, que los alumnos mostraron con mayor frecuencia son los relacionados con transformar un número de cualquier base a decimal, tanto en los ejemplos presentados durante la exposición del proyecto como los que exhibieron en la ejecución del programa.



El análisis realizado permitió identificar aspectos de mejora en el planteamiento del proyecto, como contextualizar el tema para que los estudiantes no se desvíen hacia otras áreas, orientar hacia una búsqueda confiable de información, dirigir el trabajo en equipo, replantear las actividades adicionales incorporando preguntas encaminadas a identificar conceptos relevantes para la comprensión del tema en estudio, entre otros.

Se reconoció la relevancia del seguimiento y retroalimentación en cada etapa de la fase de implementación del trabajo por proyectos, así como la importancia de integrar actividades específicas para valorar el progreso de los estudiantes y reorientar el desarrollo del proyecto de ser necesario.

## **Fase de reflexión del método investigación-acción**

La información recolectada y analizada, así como lo observado tanto en el diseño del proyecto como en su implementación condujeron a la reflexión, la cual sirvió como base para mejorar la propuesta en una futura aplicación.

## **Reflexiones relativas al diseño del proyecto**

Se identificó en la fase de indagación por parte de los alumnos, una dispersión en la búsqueda de información relacionada con el tema en estudio, por tanto, se consideró el rediseño de la fase de implementación del proyecto, que implicaba incluir una etapa de revisión de las fuentes consultadas para garantizar la confiabilidad de estas.

El contenido de los informes de los alumnos incluye información sobre la importancia del tema relacionada con el funcionamiento de las computadoras; sin embargo, no se incluyen varios conceptos necesarios para la comprensión del tema en estudio. Por lo que se identificó la necesidad de plantear preguntas (descritas más adelante) relacionadas con los conceptos necesarios en estudio, esto ayudaría a orientar la búsqueda de información.

## **Reflexiones relativas a la implementación de las tareas**

Programar *lenguaje C* para algunos estudiantes, que les gusta programar es un incentivo importante para realizar la tarea y esta motivación intrínseca les permitió profundizar en el tema y entender la idea de fondo, esto se evidenció en estudiantes que realizaron correctamente la tercera actividad adicional.

La asignatura de *programación* se cursa a la par que la de *matemáticas discretas*, en este sentido, se identificaron limitaciones en algunos estudiantes relacionadas con sus conocimientos de programación y reflejándose insuficientes en la entrega del proyecto; por lo que, se requieren recorrer los tiempos, de tal modo que para la etapa de *diseño del programa* los estudiantes ya cuenten con los conocimientos necesarios de programación.

El proyecto se desarrolló en duplas (dando origen a un solo reporte entre ambos) y el trabajo en físico se realizó de forma presencial, primero de manera individual, para conocer el aporte de cada estudiante y



después en parejas, facilitando la observación de las discusiones que se generaron internamente en cada dupla, así como la contribución de cada estudiante al documento de trabajo en equipo.

Aun cuando el método por proyectos requiere trabajo colaborativo, algunos equipos optan por dividir las actividades entre los integrantes, por lo que se requiere implementar una estrategia con seguimiento adecuado que evite trabajar por ensamblaje. Una opción es utilizar herramientas, como *Google Drive* o *Microsoft Teams*, donde varios estudiantes pueden contribuir de manera colaborativa en la elaboración de documentos compartidos.

## Reflexiones relativas a los resultados

Se requiere centrar el trabajo en los temas de matemáticas discretas para evitar utilizar contenidos de álgebra lineal o análisis vectorial y como alternativa pueden rediseñar las tareas integrando preguntas que orienten el trabajo de los alumnos.

## Propuestas para rediseñar las tareas T1 y T2

### Rediseño de T1

- ¿Qué conceptos de matemáticas discretas se requieren para representar un número entero en diferentes bases y cómo se relacionan estos conceptos?
- ¿Cuál es la expresión decimal del entero cuya expresión binaria es  $[10111]_2$ ?
- ¿Cuál es la expresión binaria del entero cuya expresión octal es  $[127]_8$ ?
- Sea  $n=6789$  ¿Se puede representar  $n$  en base 8? De ser afirmativa su respuesta, explique de qué forma lo haría, y de ser negativa proponga un número que pueda expandir en base octal.
- Esta tarea contempla cuatro apartados:
  - Se planteó para identificar los conceptos que los estudiantes relacionan con cambio de base, al movilizar los conceptos asociados con cambio de base, se espera que los estudiantes identifiquen el proceso para representar un número en diferentes bases, hecho que implica que el estudiante explore diferentes rutas para convertir un número de una base a otra.
  - Es conocer qué estrategia utilizan los estudiantes para determinar la expresión decimal de un número, el alumno puede utilizar las propiedades de los números enteros y su valor posicional.
  - Se quiere conocer qué estrategia utilizan los estudiantes para determinar la expresión binaria de un número en base octal, el alumno puede optar por convertir el número a base diez y después pasar a la base dos o bien considerar que cualquier dígito en la base ocho se puede representar con tres dígitos binarios.



- Es que el estudiante reconozca los símbolos aceptables en cada base; utilizando para ello, el concepto de expansión de un número en base  $b$ .

### Rediseño de la tarea 2

- ¿Qué conceptos de computación se requieren para diseñar un programa que permita cambiar un número entero en diferentes bases y cómo se relacionan estos conceptos?
- ¿Cuál es la expresión octal del entero cuya expresión binaria es [101010] <sub>2</sub>? Justificar su respuesta.
- ¿Cuál es la expresión hexadecimal del entero cuya expresión es [104] <sub>8</sub>? Justificar su respuesta.
- ¿Cuál es el entero más grande que se puede representar con cuatro bits? Justificar su respuesta.
- Para esta tarea hay cuatro incisos:
  - a. El estudiante indagará las nociones de programación necesarias para diseñar un algoritmo para programar el cambio de base de un número entero y que establezca relaciones con conceptos estudiados en matemáticas discretas. Se espera que el estudiante identifique el uso de proposiciones, funciones proposicionales, conjuntos, cardinalidad, divisibilidad, entre otros.
  - b. y c. Exploran las estrategias que los estudiantes utilizan para cambiar de una base  $a$  a otra; para ello, los estudiantes pueden seguir el diagrama de flujo que diseñaron o utilizar la relación entre las bases: binaria, octal y hexadecimal.
  - d. Se planteó para analizar cómo los estudiantes movilizan su esquema de expansión en base  $b$  de un número para representar varios números, los estudiantes pueden trabajar con valores específicos para hacer generalizaciones a cuatro bits.

## Reflexiones relativas a las actividades adicionales

La actividad posterior al primer informe implica cambiar directamente de una base  $A$  a una base  $B$ , al inicio esto resultó difícil para el estudiante, ya que requiere utilizar varios conceptos que todavía no han identificado (véase el cuadro 8), por ello se proponen rediseñar las actividades adicionales, de manera que avancen progresivamente en el cambio de base, primero contemplar la expansión decimal de un número en cualquier base, después cambiar de base decimal a cualquier base  $y$ , por último, de una base  $a$  a una base  $b$ .

Por otra parte, se recomienda para la implementación de las actividades adicionales que se realicen en dos momentos; es decir, resolviendo individualmente y después en equipos, con la intención de identificar logros en ambos momentos.

## Conclusiones

Con base en la experiencia adquirida durante la intervención, el cambio desde una enseñanza magistral centrada en el docente a las que implican



un aprendizaje participativo es compleja tanto para los docentes como para los alumnos (véanse los resultados obtenidos). La investigación como la que se reporta en este documento es inicial para modificar la forma de percibir la enseñanza y el aprendizaje centradas en el estudiante.

En esta primera implementación se observaron avances significativos en el aprendizaje de los alumnos y los hallazgos principales de la investigación con relación al uso del método de investigación las premisas son:

- La investigación-acción permitió estar en contacto directo con los sujetos, objetos de investigación.
- Son un espacio potencial de investigación flexible.
- La ejecución de las fases del método propició un proceso de investigación reflexivo y facilitó la identificación de adecuaciones y mejoras para implementaciones futuras.
- La ruta metodológica permitió resignificar la práctica pedagógica, en el sentido de reflexionar y explorar otros métodos didácticos que involucren al estudiante en su aprendizaje.

Sobre el método por proyectos se concluye lo siguiente:

- Diseñar actividades específicas para cada etapa permite dar seguimiento al progreso de los estudiantes.
- La propuesta del proyecto a desarrollar, realizada por el docente, resultó adecuada, el tema seleccionado *cambio de base de un número entero* es de interés para los estudiantes dada la relevancia para su carrera, motivando su participación en las actividades.
- Una propuesta futura es que los estudiantes elijan el proyecto en conjunto con el docente.
- Algunos estudiantes además de escuchar leyeron, escribieron, indagaron, convivieron, programaron y comunicaron sus resultados; es decir, practicaron los saberes y en una reflexión sobre lo realizado, convirtiéndolos en protagonistas de su aprendizaje.
- Existen diferencias manifiestas antes y después de trabajar colaborativamente donde se observa el desarrollo de habilidades de comunicación, organización y trabajo en equipo, que inciden favorablemente en la adquisición de conocimientos, reafirmando lo mencionado en Salazar et al. (2023).

Con relación a los resultados, se encontró que:

- Factores como los conocimientos previos relacionados con cambio de base, el contexto de los alumnos, la habilidad para programar, su interés en el tema de estudio y la metodología por proyectos, influyeron en el enfoque de aprendizaje que los alumnos utilizaron en las tareas. Podemos señalar que el desempeño de los dos grupos participantes fue diferente reafirmando lo reportando en López y López (2013).



- Los alumnos de CD requirieron de mayor guía para desarrollar el proyecto, los alumnos de IA mostraron mayor autonomía.
- Los alumnos que presentan características de un enfoque de aprendizaje profundo como establecer relaciones entre ideas nuevas con experiencias previas, disposición para el trabajo y autonomía, mostraron mejor adaptación al método de trabajo por proyecto.
- La integración de actividades de programación y presentación de resultados complementó el trabajo de los estudiantes y fortaleció el entendimiento de cambio de base de un número entero.
- Conocer los enfoques de aprendizaje con los cuales los alumnos gestionan una tarea permitió identificar a quienes necesitan mayor dirección.
- En consecuencia, puede ser un punto de partida para formar equipos de trabajo heterogéneos.
- Los resultados mostraron que, para el logro de objetivos del trabajo por proyectos, se requiere un seguimiento continuo del desempeño del estudiante por parte del docente.
- Se pueden fortalecer las estrategias de los estudiantes para la indagación, documentación y validación de información, a través de trabajo multidisciplinario con la unidad de aprendizaje de comunicación oral y escrita del plan de estudio.
- Reconocemos que no todos los métodos de enseñanza son pertinentes para un grupo de alumnos, por lo que es necesario hacer adecuaciones al elegido, de acuerdo con las características del grupo, la tarea del docente es de carácter activo, propositivo y reflexivo proporcionando pautas de mejora durante la implementación.
- Documentar y analizar los resultados obtenidos en la implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje permite identificar aspectos de mejora en la práctica docente, este estudio es un referente para tal efecto.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

---

## Referencias

---

- Alcoba, G. J. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. *Contextos Educativos*, 15, 93-106. doi: <https://doi.org/10.18172/con.657>
- Biggs, J. B., Kember, D., y Leung, D. Y. (2001). The Revised Two Factor Study Process Questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149. doi: <https://doi.org/10.1348/000709901158433>
- Bisquerra, A. R. (2004). Metodología de la investigación educativa. La muralla S.A.
- Carr, W., y K. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. La investigación acción en la formación del profesorado. Martínez Roca.
- Casas, S. M., Carranza, P. M., y Ruiz, B. A. (2011). Guía para la planeación didáctica en la Universidad. Polvo de gis.



- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (octava edición). London and New York, NY: Routledge Taylor & Francis Group.  
doi: <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Santillana.
- Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Morata.
- Espejo, R. y Sarmiento, R. (2017). *Manual de apoyo docente, Metodologías activas para el aprendizaje*. Universidad Central de Chile.
- García, P., Montaña, S. y Pérez, R. (2019). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo comunitario, una experiencia en la formación de ingenieros civiles. *Conrado*, 15(68), 130-134.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S. y Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Kolmos, A., Du, X., Holgaard, J. E. y Jensen. (2017). La facilitación en un entorno de PBL. En F. Rodríguez-Mesa, A. Kolmos, & A. Guerra, *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica* (págs. 58-87). Aalborg University.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal for Social Issues*, 2(4), 34-46.
- López, A. M., y López, A. I. (2013). Los enfoques de aprendizaje. Revisión conceptual y de investigación. *Revista Colombiana de Educación*, 131-153.
- Olivo-Franco, J. L. y Redondo-Insiguera, W. P. (2023). Eco investigadores: una propuesta para favorecer actitudes proambientales y aprendizajes en primaria. *cpu-e. Revista de Investigación Educativa*, 1-38. <http://doi:10.25009/cpue.v0i37.2846>
- Ricaurte, M. y Vilorio, A. (2020). Project-based learning as a strategy for multi-level training applied to undergraduate engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 33, 102-111.
- Salazar, L. M., Díaz, M. H. R., y Slisko, J. (2023). Critical thinking development in physics courses by PBL in virtual collaboration environments. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 31(4). <http://doi.org/10.30722/IJISME.31.04.003>
- Silva, Q. J. y Maturana, C. D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación Superior. *Innovación Educativa*, 17(73), 117-131.
- Villanueva Morales, C., Ortega Sánchez, G. y Díaz Sepúlveda, L. (2022). Aprendizaje basado en proyectos: metodología para fortalecer tres habilidades transversales. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 21(45), 433-445.

## Semblanzas

---

**Martha Patricia Jiménez Villanueva.** Doctora y maestra en ciencias en Matemática educativa por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Licenciada en Matemáticas por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Profesora de carrera del departamento de Ciencias Básicas de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) desde el año 2000 a la fecha.

ORCID: 0000-0003-1076-5405



**Maribel Aragón García.** Doctora en Educación por la Universidad España y México (UEM) en 2023 y en Educación por la Universidad CUGS en 2021, maestría en Desarrollo de Competencias Docentes por el Centro Universitario Puebla en 2019, maestría en Administración de Negocios obtenida en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 2003, licenciatura en Relaciones Comerciales por la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA) en 2001. Docente de la Academia de Ciencias Sociales del Departamento de Formación Integral e Institucional de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel 1 del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

ORCID: 0000-0002-4478-640X

**Gelacio Castillo Cabrera.** Doctor en ciencias en Ingeniería eléctrica por el CINVESTAV; imparte las unidades de aprendizaje de *Arquitectura de Computadoras y Procesamiento Digital de Señales*, del Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales e imparte el curso de *Diseño de Sistemas Digitales Aplicados al Cómputo Móvil* en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación; actualmente trabaja en el desarrollo del *proyecto de análisis de señales biométricas* y es profesor del Departamento de Ciencias de la Computación en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

ORCID: 0000-0001-5831-7404

**Laura Muñoz Salazar.** Estudiante de doctorado en Transformación Industrial de Hidrocarburos por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP); maestra en ciencias en Física de Partículas por el Instituto de Física de la Universidad de Guanajuato (IFUG), egresada de la Facultad de Física de la Benemérita Universidad de Puebla (BUAP); con más de 20 años de experiencia en docencia en el área físico matemáticas. Miembro de la Sociedad Mexicana de Física. Ha dirigido trabajos terminales a nivel superior y proyectos de investigación en el área de *didáctica de la física*. Con diversas publicaciones en revistas *indexadas* y ponencias en congresos nacionales e internacionales. Con más de 50 cursos y diplomados de capacitación para la docencia e investigación educativa.

ORCID: 0000-0003-3238-0178.