



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**Facultad de Ciencias de la Electrónica**

**“METODOLOGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATERIA DE  
MICROCONTROLADORES BASADO EN LA DIALÉCTICA  
PARA COMPLETAREL APRENDIZAJE”**

TESIS

para obtener el título de:

Licenciado en Electrónica

PRESENTA:

Dulce Paola Duarte Morales

ASESOR DE TESIS:

M.C. Enrique De la Fuente Morales

PUEBLA, PUE. JULIO 2021

## Contenido

Introducción.....	5
Justificación.....	5
Problema.....	6
Objetivos.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Hipótesis.....	7
Capítulo 1: Marco teórico.....	8
Definiciones.....	8
Dialéctica.....	8
Método socio histórico cultural.....	11
Experiencia aplicando dialéctica y el método socio histórico cultural.....	16
Dialéctica.....	16
Método socio histórico cultural.....	18
Capítulo 2: Metodología para la enseñanza de la materia de Microcontroladores basado en la dialéctica para completar el aprendizaje.....	19
Bases fundamentales de la metodología.....	19
Descripción de la Metodología.....	21
Indicadores y propuesta para la evaluación.....	25

Indicadores .....	26
Evaluación.....	26
Capítulo 3: Aplicación del método .....	27
Ejemplo 1: Teoría. ....	27
Secuencia didáctica .....	27
Desarrollo del ejemplo .....	29
Ejemplo de material de lectura: .....	29
Ejemplo de actividad. ....	38
Ejemplo de preguntas:.....	39
Ejemplo de conclusión:.....	40
Ejemplo 2: Teoría, actividad y práctica. ....	42
Secuencia didáctica .....	42
Desarrollo del ejemplo .....	44
Ejemplo de material de lectura. ....	44
Ejemplo de actividad guiada por el profesor.....	47
Ejemplo de ejercicio .....	50
Ejemplo de preguntas.....	51
Ejemplo de conclusión.....	55
Ejemplo de practica .....	55
Ejemplo de preguntas para la práctica:.....	60

Ejemplo de conclusión para la práctica .....	60
Ejemplo 3: Teoría y práctica.....	61
Secuencia didáctica .....	61
Desarrollo del ejemplo.....	63
Ejemplo de material de lectura.....	63
Ejemplo de actividad .....	68
Ejemplo de practica .....	71
Ejemplo de preguntas:.....	74
Ejemplo de conclusión.....	75
Conclusión.....	76
Referencias.....	77

## **Introducción**

“La participación de todos los ciudadanos en una educación básica común es un elemento de tanta importancia como la propiedad a la hora de garantizar la unidad y permanencia del estado proyectado. La educación se convierte así en obligatoria y general para los niños y los adultos, para entender la vida entera como un continuo proceso educativo”<sup>8</sup> (Ivic,1999, pp45).

La educación se considera un proceso de transmisión de conocimientos para la formación del individuo, su importancia se debe a que es considerado un factor que influye en el avance y progreso principal en cada persona, finalizando en la formación de la sociedad. Es por esta razón que las personas dedicadas a desarrollar este proceso en los individuos tienen una tarea compleja ya que deben garantizar su calidad.

Con el interés en este tema y la motivación por mejorar este proceso, se realiza una metodología con apoyo de dos grandes autores Platón y Lev S. Vygotsky, cada uno plantea ideas que son de gran interés y se consideran importantes.

## **Justificación**

La formación en el nivel licenciatura es muy importante en el desarrollo a nivel personal y profesional del estudiante. Durante la formación como licenciado en Electrónica es importante adquirir y dominar los conocimientos en Programación y en específico Microcontroladores ya que es una herramienta muy útil y versátil si se saben aprovechar todos sus recursos, por ello es importante crear una metodología de apoyo que ayude a mejorar la enseñanza, motivado por la necesidad de utilizar este recurso con más frecuencia ya que en ocasiones el egresado no logra cumplir con esta aptitud.

## **Problema**

El déficit en el aprendizaje de la materia de Microcontroladores en los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Electrónica debido al gran material por cubrir y que no logra ser formalizado.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Explorar una metodología de enseñanza para reforzar el aprendizaje en la materia de Microcontroladores basado en la dialéctica.

### **Objetivos específicos**

- Realizar investigación de métodos de enseñanza apropiados para el área de ciencias exactas e ingeniería.
- Seleccionar y adaptar el método de enseñanza que pueda proponer una resolución al planteamiento del problema.
- Explicar el método nuevo de forma clara.
- Dar ejemplo de la posible aplicación del método nuevo, tanto para temas teóricos como experimentales.
- Señalar el indicativo que muestre la mejora al aplicar la metodología.
- Acreditar la metodología, mediante una serie de prácticas.

### **Hipótesis**

Si se crea una metodología de enseñanza de aprendizaje de la materia de microcontroladores basándose en la dialéctica entonces contribuiría al aprendizaje de la materia de microcontroladores en los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la BUAP.

## Capítulo 1: Marco teórico

### Definiciones

#### *Dialéctica*

Platón basándose en un análisis de la educación en las clases superiores, toma para su libro “La República” lo externo y formal de la vida espartana y lo sustancial e íntimo de la ateniense: si la educación corre largamente a cuenta del Estado, las ideas que la informan son de las nacidas al amparo de aquel sistema de enseñanza. Lo importante, sin embargo, es que tal vía de educación no se encierra en el cuadro de la formación del hombre público, sino que constituye una «teoría ideal de la vida humana que cada cual puede aplicarse a sí mismo». Platón, cuyo supremo empeño es dar al Estado una base teológica se enfoca en observar lo que hace falta agregar en la adquisición de conocimientos y con base en estos principios Platón construye su plan de estudios, siendo el pionero de la dialéctica, este término es de significación compleja<sup>16</sup> (Platon,1997).

La dialéctica es conocida como el “arte del dialogo”, ya que esta hace referencia primariamente al arte de discutir intentando defender la opinión, teniendo o no ciertamente la razón de un tema lo que puede ser por vanidad intelectual, la cual no se resigna a aceptar que lo planteado no sea verdadero y haciendo el argumento de la otra persona cierto. Este proceso en el que cada uno va defendiendo su opinión, da paso a primero pensar su contra tesis y luego hablar, llegando así a una verdad objetiva. Así podemos entender a la dialéctica como un modelo de argumentación formal.

Ahora bien, es importante hacer énfasis en lo que Platón decía sobre el dialogo porque en principio, se considera que es el puente que une a dos o más hombres para, a través de él exponer determinada información e interpretaciones sobre el mundo de las cosas y de los significados. La



famosa definición aristotélica de que aquello que distingue al hombre de los otros animales es el hecho de que puede comunicarse, utilizando su capacidad de emitir sonidos. Los diálogos platónicos son, pues un mensaje emitido, criticado y contra dicho por todos los personajes que en ellos intervienen. El pensamiento es un esfuerzo, una tensión y precisamente en esa tensión se pone a prueba, se enriquece y progresa<sup>10</sup> (Lledó, 1985). Siendo más puntuales el diálogo filosófico responde a un modo de pensar esencialmente no dogmático “ahora bien, este sentido "dialógico" de dialéctica no es suficiente, ya que no todo diálogo es necesariamente dialéctico”<sup>20</sup> (Tomar, 2003).

Para Platón, por el contrario el arte del diálogo y de la discusión no era otra cosa que el ejercicio adecuado de la razón para el descubrimiento de la verdad, ya que afirma que el que sabe preguntar y responder es especialista del dialogo que es un proceso a través del cual los individuos asimilan conocimiento, así pues, en general la dialéctica es el procedimiento propio de la investigación racional, y por ello también es la técnica que da rigor y precisión a esta investigación<sup>19</sup> (Platón, 1997). Platón plantea que la dialéctica se basa en el uso de la razón y su finalidad es tener conocimiento de la idea del bien, por tanto, también sostiene que la contemplación de la realidad inteligible por el alma es efecto del conocimiento del "arte del diálogo”, el cual es distinto y opuesto a la controversia sofística (donde el diálogo es mera disputa y no proceso cognoscitivo).

En este rigor que se le da a la investigación, “tenemos en Platón dos formas de dialéctica; aunque quizás sea más preciso afirmar que la dialéctica tiene en Platón dos aspectos distintos, uno lógico y otro ontológico, pero tan estrechamente unidos que llegan a resultar inseparables”<sup>20</sup>(Tomar, 2003, p.p. 228).

La dialéctica lógica se refiere al conocimiento en su totalidad, es decir estudia el camino para alcanzar el saber tratando de reflejar la realidad concreta y las contradicciones objetivas de la

cual no escapa ningún conocimiento, uniendo análisis y síntesis, inducción y deducción, lo empírico y lo teórico en formas independientes del saber de tal forma que todo proceso se transformaría en un contrario y lleva a la superación de ambos opuestos<sup>1</sup> (Beller,2015).

La dialéctica como una disciplina se encarga de investigar las categorías generales del desarrollo y las funciones como los procesos por los cuales se logra asimilar y generar conocimiento en el ser humano; esto se relaciona con el objetivo básico de la dialéctica que es estudiar el proceso de la formación y el desarrollo del conocimiento como tal. En este aspecto la dialéctica se basa en saber interrogar y responder tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Fijar el objetivo de la discusión
- Examina ordenadamente por medio de preguntas y respuestas
- Resolver las dificultades y avanzar hasta llegar a una conclusión.
- Así entendida, la dialéctica viene a ser una investigación en común y un procedimiento de enseñanza <sup>20</sup>(Tomar,2003).

En cuanto a la parte ontológica de la dialéctica, se debe analizar que esta indaga los problemas generales del ser y la realidad, adentrando a las justificaciones y el planteamiento efectivo de los cuestionamientos que se van perfilando junto a una respuesta de los problemas mismos o traducido también como la relación entre el ser y la conciencia, considerada como el problema central o principal de la ontología dialéctica, de cuya solución depende la respuesta a los demás problemas que surgen en el análisis filosófico<sup>14</sup> (Peña, 1987).

La dialéctica se puede considerar como una técnica o método científico de razonamiento, particular de la filosofía que pretende llegar a la verdad y así compartir el conocimiento que se considera sensitivo como lo es las creencias, la opinión y la verosimilitud llegando así al

conocimiento científico.

La dialéctica se compone de dos operaciones: el análisis y la síntesis estos, sin embargo, no son concebidos como cosas separadas, sino que, como un único esfuerzo dialéctico en el primer momento se debe reducir la idea de que las cosas son diferentes, definiendo la idea de modo que resulte sencillo para todos y así se quede claro lo que se quiere enseñar. En la síntesis se debe pasar de términos generales a específicos es decir dividir el concepto o categorizar hasta llegar a lo más mínimo o lo indivisible, en la cual se halla la forma propia del concepto que se quiere comprender. Ambos procedimientos, análisis y síntesis, deben combinarse entre sí para llegar a la claridad de conceptos requerida<sup>20</sup> (Tomar, 2003).

En la obra “La república” se expone a la ciencia de la dialéctica como la ciencia de dar y recibir una explicación y describe el carácter de la dialéctica como la capacidad de pensar y expresarse con lógica.

### ***Método socio histórico cultural***

Lev Semionovich Vygotsky nació en Orsha, una ciudad de Bielorrusia, un 17 de noviembre de 1896. Como parte de su formación se destacan los estudios en Derecho, Filosofía e Historia, durante estos también se enfocó en adquirir una gran formación en las ciencias humanas como lo son la Literatura, Lenguas y Lingüística, la Poesía, el Teatro y los problemas del Signo y del Significado, el Cine, los problemas de la Historia y de la Filosofía, interesaron vivamente a Vygotsky mucho antes de que abordara la investigación en materia de Psicología.

Es importante señalar que su primer libro, que le orientó definitivamente hacia la Psicología, se titulaba Psicología del Arte (1925)<sup>8</sup> (Ivic, 1999). Se dedicó a estudiar las funciones psíquicas superiores del ser humano, llevándolo a desarrollar su teoría a finales del siglo XX, influenciado por Piaget y la teoría de la Gestalt, pero con oposición al asociacionismo y el

mecanicismo.

La actividad para el desarrollo de la teoría de Vygotsky se realizó durante la Revolución de octubre en Rusia (1917), la originalidad de su producción científica, la dificultad que la hace ser considerada como un aporte muy adelantado a su época “Es indudable que, en múltiples aspectos, Vygotsky se adelantó considerablemente a nuestra propia época”, afirma uno de sus mejores intérpretes<sup>18</sup> (Rivière,1984); y el saber que este autor no recibió una educación formal en el área de psicología, constituyen la prueba de que Vygotsky se puede considerar como un genio.

Ignorado durante largo tiempo, ya que fue hasta un siglo después de su muerte (murió a la edad de 37 años), que los escritos fundamentales de Vygotsky y sus actividades profesionales, han sido redescubiertos y reconstituidos, y poco a poco se han realizado publicaciones de sus obras<sup>8</sup>. (Ivic, 1999)

En su teoría Vygotsky destaca que para poder comprender la mente y sus procesos en la creación de la conciencia se debe analizar el entorno, cultura y la vida que rodea a la persona, pues la conciencia es “un reflejo subjetivo de la realidad objetiva” y para analizarla se debe tomar como “un producto sociocultural e histórico, a partir de una concepción dialéctica del desarrollo”, tal como lo señala Moll “para Vygotsky la educación implica el desarrollo potencial del sujeto, y la expresión y el crecimiento de la cultura humana” (Moll, 1993), de tal manera que para este autor, las funciones superiores del pensamiento son producto de la interacción cultural<sup>3</sup>. (Chaves, 2001, p.p.60)

Vygotsky planteó el fundamento epistemológico de su teoría indicando que “el problema del conocimiento entre el sujeto y el objeto se resuelve a través de la dialéctica la cual se caracteriza por los siguientes rasgos fundamentales:

1. Concibe la naturaleza como un todo articulado y único, en el que los objetos y los fenómenos dependen unos de otros y se condicionan mutuamente; todo se halla en una conexión y en una acción recíproca, afirma la dialéctica.
2. Considera la naturaleza como algo sujeto a constante cambio y renovación, donde hay siempre algo que nace y se desarrolla y algo que muere y caduca; todo se halla en movimiento y en cambio.
3. Examina el desarrollo de la naturaleza como un proceso, en el que como resultado de la acumulación de una serie de cambios cuantitativos inadvertidos y graduales, se efectúa el paso, en forma de saltos, a cambios radicales, a cambios cualitativos; la cantidad se trueca en calidad: tal es uno de los principios básicos de la dialéctica<sup>3</sup>. (Chaves,2001)

Vygotsky considera que el hombre no se limita a responder solo a los estímulos, si no que actúa sobre ellos como un proceso de conocimiento, para los cuales son esenciales el uso de instrumentos socioculturales específicamente el uso de herramientas y signos. Las herramientas se definen como un instrumento que ayuda y produce cambios en los objetos y los signos considerados los más importantes, ya que transforman internamente al sujeto, siendo instrumentos psicológicos, los cuales son producto de la interacción sociocultural y de la evolución del sujeto. “El sistema de signos usado con más frecuencia es el lenguaje hablado, pero hay otros muchos sistemas simbólicos que nos permiten actuar sobre la realidad (por ejemplo, los sistemas de medición, la cronología o la aritmética, el sistema de lectoescritura, etc.)<sup>19</sup>” (Severo, 2012, p.p. 6).

Vygotsky señala que cualquier función en el desarrollo cultural aparece en primera instancia como algo social, después como algo psicológico es decir de afuera hacia dentro se transforma el proceso mismo, este es el proceso de internalización, Vygotsky lo llamó “Ley

genética general del desarrollo psíquico (cultural)”, donde el principio social está sobre el principio natural-biológico<sup>3</sup>. (Chaves, 2001). Es decir, comienza siendo interpersonal para, a continuación, internalizarse o hacerse intrapersonal. En esta adquisición del conocimiento, será la conciencia quien jugará un rol fundamental: él centrará su trabajo en el estudio de los procesos psicológicos. Abordará el estudio de esa conciencia como un proceso en construcción y transformación, y no en tanto estado definitivo del psiquismo. El origen, desarrollo e interdependencia de los procesos psicológicos de la conciencia tendrán cuatro niveles de análisis o dominios:

- Filogenético: Hace referencia a la herencia y la forma en que una especie cambia conforme a su evolución ya que en su investigación Vygotsky demuestra que la herencia no es una condición suficiente, sino que es también necesaria la contribución del medio social en forma de un tipo de aprendizaje más concreto, centrándose en el desarrollo de las funciones psicológicas.
- Socio-histórico: Este se refiere a la idea central de la teoría de Vygotsky, en el que las funciones superiores del pensamiento son producto de la interacción.
- Ontogenético: Hace referencia al reconocimiento de diferentes etapas de desarrollo psicológicas en las estructuras del individuo.
- Microgenético: Este dominio se refería al estudio del desarrollo de los procesos psicológicos según los diferentes entornos que rodean al individuo.

Todos los conceptos que acentúa Vygotsky sobre las interacciones sociales se pueden explicar de una forma más amplia por el concepto con más relevancia la teoría de este pensador; la Zona de Desarrollo Proximal (ZDP) la cual describe que todas las personas se desarrollan en lo que pueden hacer en el momento actual, los problemas que son capaces de resolver de manera independiente y lo que puede lograr hacer y resolver con la ayuda y el acompañamiento de una

persona con mayor conocimiento, señalando en consecuencia que lo que se puede lograr con acompañamiento en algún momento se podrá resolver solo<sup>6</sup>. (Guitart,2011)

A su vez establece la existencia de dos tipos de procesos psicológicos: los procesos psicológicos elementales (P.P.E.) y los procesos psicológicos superiores (P.P.S) Los procesos psicológicos elementales dependen de la línea natural del desarrollo, los que Vygotsky considera que son comunes del humano con los animales, las cuales son controladas por la influencia del entorno como podrían ser: la atención y la memoria. La diferencia que este autor encuentra con los animales son las relaciones sociales que el individuo crea con el mundo exterior, los cuales van a moldear las actividades que crean esta distinción. Las características de este proceso elemental son:

- Es Innato
- Tienen la función de garantizar la supervivencia del individuo
- No-conscientes
- Involuntarios
- La utilización de instrumentos de mediación es nula

Por otra parte, los procesos psicológicos superiores (PPS) dependen de la línea cultural del desarrollo, es decir tienen un origen y naturaleza social y se caracteriza por:

- Ser contruidos por la influencia histórica-cultural y social.
- Ser específicamente humanos.
- Tienen la función de autorregular y organizar la conducta del sujeto en un marco temporal más allá del presente.
- Son conscientes.

- Son voluntarios.
- Hacen uso de instrumentos de mediación, es decir, gracias a la utilización de signos y herramientas, mediadas por la sociedad que se hace posible el desarrollo de estas funciones, obteniendo entonces la atención voluntaria, la memoria lógica, el pensamiento lógico, la percepción mediata.

A su vez, es estos procesos psicológicos se distinguen dos tipos:

- Procesos psicológicos superiores rudimentarios (PPSR)
- Procesos psicológicos superiores avanzados (PPSA).

Estos procesos psicológicos se originan en tiempos evolutivos diferentes. Primero los rudimentarios y luego los avanzados. Para que surjan los rudimentarios es condición necesaria que los sujetos compartan un espacio con otros sujetos humanos en un contexto de lenguaje oral. Mientras que el surgimiento de los avanzados necesita de un contexto compartido de lenguaje escrito<sup>19</sup>. (Severo, 2012)

## **Experiencia aplicando dialéctica y el método socio histórico cultural**

### ***Dialéctica***

Al realizar la aplicación de una metodología de enseñanza se debe tener en cuenta que puede haber muchas y variadas formas de aplicarse; no se cree en este sentido que exista ningún modelo que pueda ser generalizado. En primer lugar, porque no es posible desarrollar nuestras capacidades críticas y creadoras de forma pasiva es por esta razón que la dialéctica juega un papel importante.

“Desde una perspectiva bastante generalizada entre las experiencias latinoamericanas de educación popular, los criterios y principios metodológicos se sustentan en una concepción



metodológica dialéctica, afirmándose que ella permite articular lo particular con lo general, lo concreto y lo abstracto; permite responder a la dinámica cambiante y contradictoria de la realidad; permite vincular la práctica con la teoría, permite conocer la realidad y transformarla<sup>9</sup>.” (Jara, 1995).

Un ejemplo de aplicación de la dialéctica es el Aprendizaje por descubrimiento, este método señala que no basta con solo usar la dialéctica, ya que el estudiante de este modo sería solo un receptor pasivo, pero con una buena repetición y actividades de apoyo se producirá el conocimiento, “son las relaciones entre la fase activa y la fase pasiva las que constituyen dicha experiencia y cuando el alumno entre laza ambas fases llega al descubrimiento (hacer = ensayar / descubrir conexiones)”<sup>17</sup> (Reibelo, 1998). Es por esto que el profesor es el que impulsa a construir el conocimiento. El método de aprendizaje por descubrimiento es desarrollado por medio de la relación interactiva entre el alumno y los conocimientos a alcanzar y a este proceso se le conoce como interaccionismo dialéctico.

Durante una investigación en los **Institutos Superiores de Ciencias de la Educación** en la **República de Angola**, se aplicó el enfoque dialéctico en la formación matemática para valorar la repercusión científico tecnológico en el contexto social, teniendo como población estudiantes de la carrera de **Licenciatura en Matemáticas** de tercer y cuarto año, observando así que cuando los maestros aplican un enfoque dialéctico, propician deducciones lógicas, además de que dan margen a la creatividad, la intuición, permitiendo así desarrollar en su totalidad el desarrollo de un pensamiento matemático reflexivo, lógico y crítico.

De estos resultados obtenidos los docentes plantearon que el enfoque dialéctico del pensamiento matemático investigativo fue seleccionado de manera acertada, es necesario que se aplique el enfoque dialéctico, ya que es parte del desarrollo de un pensamiento que da la

posibilidad de que los estudiantes elijan con conocimiento, el modelo matemático que mejor se adapte al nivel de complejidad al que se van a enfrentar. Con la aplicación de este enfoque los estudiantes serán capaces de determinar parámetros concurrentes y se ajusten según el problema estudiado<sup>5</sup>. (Faustino, 2015)

### ***Método socio histórico cultural***

En el marco socio histórico cultural de Vygotsky se considera importante la influencia del entorno en el desarrollo del ser humano, este tiene importancia en la formación de la persona ya que se considera la interacción entre lo que se trae biológicamente y las relaciones sociales son importante y a través de la relación entre lo interno y lo externo. Esto es algo que como individuos podemos observar cómo verdadero, ya que mucho de lo que integra el pensamiento y parte del desarrollo es un factor histórico-social, en ocasiones intencional. Una etapa característica que Vygotsky no describió, pero se logra observar la influencia que el entorno deja en el individuo es la juventud, siendo la etapa anterior a la adultez, la cual se ha caracterizado por la formación de una idea de cómo es el mundo, que ya se venía creando en previas etapas pero que es formalizada hasta la etapa siguiente. Esta formación nueva, de lo que es el mundo prepara al individuo para estructurar la información que fue recabada hasta ese momento para así poder tomar decisiones ante problemas sociales<sup>11</sup>. (Martínez, 1999)

Muy ligadas a la situación social del desarrollo del joven-adulto están otras realidades psicológicas descritas por Vygotsky como son la zona de desarrollo próximo y los períodos sensitivos del desarrollo. Ambas realidades están muy relacionadas pues el último es el momento en que ciertas influencias actúan con más fuerza, y hacen que se formen mejor y más rápido determinadas estructuras y funciones de la personalidad.

## **Capítulo 2: Metodología para la enseñanza de la materia de Microcontroladores basado en la dialéctica para completar el aprendizaje**

### **Bases fundamentales de la metodología.**

El aprendizaje que se obtiene en la materia de Microcontroladores es parte fundamental en la formación de la Licenciatura de Electrónica ya que proporciona habilidades y conocimientos fundamentales tales como:

- Habilidades para programar.
- Dar soluciones electrónicas a distintos problemas cotidianos o especializados.
- Utilización de sistemas de control.
- Aplicación y beneficios de estos sistemas.
- Introducción a los sistemas autónomos.

Todos estos conocimientos adquiridos son parte de la aplicación en sistemas complejos que como egresados de la licenciatura en Electrónica su dominio es de gran importancia:

- Transmisión de datos.
- Procesamiento de señales.
- Manejo de interfaces.
- Introducción al mundo de la programación.

El método de enseñanza propuesto fue basado en la dialéctica de Platón y el marco socio-histórico-cultural de Vygotsky, ambos fundamentan el aprendizaje significativo en la interacción social, desarrollando así las funciones superiores del pensamiento. En el siguiente listado se menciona los aspectos que se consideran importantes:

### Vygotsky.

- Reflexión
- Capacidad de imitación
- El aprendizaje se produce más fácil de manera colectiva
- Dominio autónomo
- Legitimar diferencias
- ZDP
- Interacción
- Conocimientos en la sociedad
- Integración
- Influencia del entorno

### Platón.

- Preguntas – respuestas
- Tesis- antítesis

Como estudiante de esta materia se pueden mencionar algunas dificultades encontradas, algunas de ellas son debido a que el docente no pone atención en los conocimientos que va adquiriendo cada estudiante y algunas otras son debido a que el estudiante no se atreve a dar a conocer los conocimientos que si domina y los que no.

- Interiorizar el aprendizaje es complicado debido a la rapidez y el poco énfasis que se hace con los temas explicados, esto causa la dificultad en su aplicación.
- Dar por visto temas asumiendo que el estudiante ya los conoce.
- Las practicas realizadas no cumplen con los objetivos de aprendizaje establecidos.

- Las bases que los estudiantes tienen para la programación no se encuentran en el mismo nivel, por diferentes situaciones que cada uno experimentó en la materia que les proporciona este conocimiento.
- Debido al desfase en cuanto al conocimiento en programación básica, el docente continúa sin poner atención en este problema.
- No se abordan puntos claves para entender parte por parte cada funcionamiento del microcontrolador.

### **Descripción de la Metodología**

En esta metodología se proponen los siguientes pasos:

1. Proporcionar material de lectura.
2. Impulsar el intercambio de conocimientos
3. Poner en práctica la dialéctica.
4. Socializar el conocimiento.
5. Organizar grupos de trabajo
6. Provocar la reflexión.
7. Motivar la interacción.

Algunos pasos pueden ser omitidos dependiendo de la adaptación para cada tema a tratar, a continuación, se realiza la explicación de cada paso a seguir para este método de enseñanza:

#### **1. Proporcionar material de lectura**

Este material será proporcionado por el docente con base al tema que tratará en la clase siguiente. Este debe ser concreto y se puede complementar con una investigación o

trabajo que el docente considere acorde. En esta parte de la metodología se pretende desarrollar por medio de la lectura y comprensión de conceptos científicos del tema que se trata, los procesos psicológicos superiores (PPS).

## **2. Impulsar el intercambio de conocimientos**

En este paso de la metodología se observa el desarrollo de lo que los estudiantes saben y pueden hacer con el acompañamiento de una persona con más conocimiento y lo que puede llegar a saber y hacer por si solo (zona de desarrollo proximal (ZDP)); al imitar la programación que el docente realice y colaborar entre compañeros ayuda a concretar el conocimiento y llegar a una zona de desarrollo proximal alta. Esto se logra además del acompañamiento social, con la división de las tareas, para que sean más sencillas, es decir tareas progresivas en dificultad, lo que le permitirá al estudiante ir avanzando al aplicar lo que sabe. Para este apartado dentro de la metodología el docente debe realizar paso a paso un ejemplo corto en el que explique el manejo de la programación para estos temas, cada estudiante deberá imitar la programación que el docente realice en el ejemplo.

## **3. Poner en práctica la dialéctica**

Este punto de la metodología será aplicado para la parte práctica guiada y la parte teórica, ya que en ambas es necesaria la aplicación de la dialéctica.

Pasos para aplicar este paso:

1. El docente previamente dará material de lectura del tema, así como al inicio de la clase se tomará unos minutos para dar una explicación teórica. (parte teórica y la parte práctica)
2. Hacer uso de la capacidad de imitación, explicada en el paso anterior de la metodología. (parte práctica)
3. Al culminar esta actividad, se sugiere dejar un ejercicio, el cual sea variación de la

programación realizada o proponiendo una problemática. (parte práctica)

4. Realizar una investigación de acuerdo al tema de lectura que el docente proporcione con anticipación, la cual puede ser realizada de tarea. (parte teórica)
5. Se deberá ser discutida de manera grupal cualquiera de las actividades del punto anterior. El docente deberá realizar una serie de preguntas (parte práctica y parte teórica)
  - i. Escoger a dos o tres estudiantes que tengan soluciones diferentes, estos deberán debatir tomando en cuenta los siguientes argumentos:
 

Porque se propone esa solución, tomando en cuenta desde las definiciones hasta llegar a la solución
  - ii. Preguntar a su compañero como llego a esa solución, de donde partió.
 

Es en este punto donde la discusión fomenta el aprendizaje de los participantes y los presentes incluyendo al docente, aprovechando las definiciones hasta la forma de reflexión.
6. Se finalizará analizando las propuestas tomando lo útil y el aprendizaje de cada propuesta.

**Papel del docente:**

- El docente juega el papel de moderador en la discusión de estos temas, así como la actividad se realiza mediante el apoyo de un material de lectura misma que será entregada por este y que todos cuenten con la misma información para el tema de debate.
- Realizar preguntas detonadoras, las preguntas se realizan con base en el objetivo del tema, lo que el docente quiere que el estudiante descubra, que se logre realizar una comparación y descubrir la importancia del tema estudiado.
- Proponer un problema a resolver o una actividad conforme al tema y la dificultad para una sesión practica guiada.

**Papel del alumno:**

- Realizar una lectura activa del material y preparar de manera reflexiva algunas preguntas posibles a realizar.
- Dar solución de manera individual al problema propuesto
- Ser participativo durante el debate, de no poder participar, ir tomando nota.

**4. Socializar el conocimiento**

En este tipo de materia es necesario observar la aplicación de los temas en la solución de un problema, esto se pretende lograr de un proyecto final, por lo que este método propone:

- a. Localizar una necesidad o problema a resolver en su entorno (casa, universidad o comunidad).
- b. Utilizar un microcontrolador y lo aprendido en el curso, para proponer una solución a la necesidad o problema observado.
- c. Será posible elegir un equipo para el proyecto final.

**5. Organizar grupos de trabajo**

En este punto y conforme al marco socio-histórico-cultural se debe tener una interacción social, la cual se debe ver reflejada en no tener un equipo de trabajo fijo, de este modo en cada practica realizada se podrá adquirir conocimientos de la mayoría de los compañeros de la clase, ya que para el tiempo que cada uno ha transcurrido en la facultad ya conoce a sus compañeros, ocasionando así que se elijan los integrantes de equipo por su nivel de conocimiento y habilidades de comprensión de la materia, de este modo se genera



un intercambio de conocimientos. Con esta propuesta de trabajo se puede lograr un conocimiento acompañado de una persona con más experiencia, para lograr desarrollar los procesos psicológicos superiores (ZDP).

## **6. Provocar la reflexión**

Al final de cada sesión de preguntas realizada para practicas o material teórico se debe llegar a una conclusión que concrete el cumplimiento del objetivo del tema, para el caso de las practicas realizadas por equipo, se debe entregar un reporte por escrito, el cual deberá conteneresa conclusión generada el día de la entrega de la práctica, así como cuales fueron los conocimientos adquiridos y compartidos, viendo estos últimos descritos en una conclusión individual.

## **7. Motivar la interacción**

Las practicas realizadas por equipo siempre son revisadas presencialmente por el docente, pero en este método se propone añadir una breve sección de preguntas realizadas porel docente, las cuales podrán ser respondidas de manera oral o escrita y serán discutidas, estas servirán de apoyo para realizar la conclusión general en el paso anterior.

Como parte adicional se propone que cada estudiante describa una aplicación de la práctica que se realiza, esta aplicación deberá ser aplicada en su vida cotidiana.

## **Indicadores y propuesta para la evaluación.**

Se señalan indicadores que ayudaran al docente a medir las mejoras que esta metodología proporciona en la enseñanza:

### *Indicadores*

- Manejo de conceptos de manera apropiada.
- Certeza en los tópicos del manejo de un microcontrolador.
- Capacidad para resolver problemas usando los recursos que el microcontrolador ofrece.

Se propone una forma de evaluación los cuales tienen como base estos indicadores.

### *Evaluación*

- Participación. Con la finalidad de motivar la participación se propone que este sea un punto de evaluación importante y con un peso de porcentaje significativo.
- Manejo de conceptos. Esto se reflejará cuando el estudiante utilice de manera correcta todos los conceptos del tema y serán evaluados durante la participación y durante la entrega de las prácticas.
- Prácticas. Las prácticas deben ser evaluadas durante la entrega y con un reporte.
- Proyecto final. Se propone una evaluación en la que el docente realiza preguntas desde básicas hasta complicadas a cada uno de los integrantes del equipo al momento de la entrega del proyecto y con un reporte del proyecto.
- Examen. Se proponen que sean divididos en examen por unidad y exámenes rápidos en los que el docente sea quien determine el tiempo (cada semana o cada 15 días), estos pueden ser orales.

### Capítulo 3: Aplicación del método

#### Ejemplo 1: Teoría.

#### *Secuencia didáctica*

Asignatura		Periodo	
Microcontroladores		Primavera 2021	
Tema: Diferencia entre microcontroladores y microprocesadores			
Estrategia de Aprendizaje			
Propósito: Reconocer las características de funcionamiento de un microcontrolador y un microprocesador.		Objetivo: Ser capaz de manejar conceptos de manera adecuada. Reconocer las diferencias entre un microcontrolador y un microprocesador	
Actividad 1			
Inicio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente proporciona material de lectura, de acuerdo al tema de microcontroladores y microprocesadores, donde se detalle cada bloque y las características para cada uno, el cual debe ser reforzada por una explicación del docente.</li> <li>• Realizar una investigación por parte del Estudiante.</li> <li>• Realizar un cuadro comparativo por parte del Estudiante.</li> </ul>			

**Desarrollo:**

- El docente proporcionara el material de lectura una sesión antes, de este modo los estudiantes llegarán a la sesión de teoría con una base de conceptos, con esto se hace uso de ZDP.
- El estudiante realizara la actividad de investigación, con la que se realizara un cuadro comparativo.
- Se realizarán preguntas detonadoras por parte del docente, estas serán basadas en la investigación y el cuadro comparativo realizado por el Estudiante, esto con la finalidad de propiciar la dialéctica en los Estudiantes.

**Evaluación:**

- Manejo de conceptos de forma adecuada, durante las preguntas y al realizar la conclusión.
- Participación constante durante las actividades.
- Actividad que se solicitó realizar: Cuadro comparativo.

**Recursos y material**

- El material de lectura basada en los siguientes libros:  
Bonifacio Martín del B. (1999). Sistemas electrónicos basados en microprocesadores y microcontroladores. España: Prensas universitarias de Zaragoza y Valdés P. Fernando E, Ramon Pallas Areny. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC. Barcelona, España: Marcombo.

### *Desarrollo del ejemplo*

#### **1. El docente deberá proporcionar un material de lectura de manera previa.**

##### *Ejemplo de material de lectura:*

##### *Microprocesadores y microcontroladores.*

##### *Microprocesadores.*

Con el avance de la tecnología y su uso es evidente la presencia de la electrónica, uno de los componentes destacados es el microprocesador, basta con observar nuestro alrededor y aún que no es sencillo de detectar los microprocesadores ( $\mu P$ ) están presentes en la mayoría de objetos que nos rodean como lo es el radio, la televisión y electrodomésticos. Este importante dispositivo comenzó a aparecer en 1971 revolucionando las áreas más importantes de la electrónica (audio y video), permitiendo también que los ordenadores personales sean menos costos y estén al alcance de muchas personas. Lo que hace que a estos dispositivos especiales es su capacidad variada para poder hacer uso de datos binarios para así realizar una gran cantidad de operaciones lógicas previamente programadas dando resultados satisfactorios al usuario final. Siendo la clave de su éxito el poder modificar el programa almacenado en memoria, adaptándose así a infinidad de aplicaciones<sup>2</sup>. (Bonifacio, 1999)

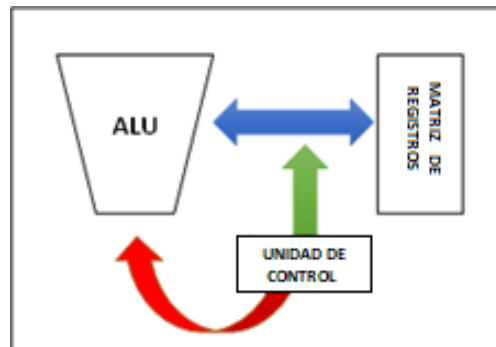
“Definición de microcontrolador: componente electrónico de única pastilla, constituido por miles de transistores, que realiza la función para la que fue programado”<sup>2</sup>. (Bonifacio, 1999)

El microprocesador es conocido por estar dentro de una computadora como CPU, actúa bajo el control del programa almacenado en la memoria, este se encarga básicamente de traer instrucciones del programa desde la memoria, interpretarlas y encargarse de que sean ejecutadas. El CPU también incluye los circuitos para realizar operaciones aritméticas lógicas (ALU: Arithmetic and Logic Unit), las unidades básicas que componen al microprocesador semuestran en

la figura1.

### Figura 1

*Unidades básicas de un microprocesador*



*Nota: En la figura se muestran las unidades básicas que componen a un microprocesador*

Las principales tareas que realiza un microprocesador son:

1. Transferencia: los datos son transferidos desde y hasta la memoria, periféricos y/o dispositivos.
2. Operaciones: estas son de tipo aritméticas y lógicas, para poder realizar esta tarea el microprocesador hace uso de la ALU la cual hace sumas, comparaciones, complementos, restas.
3. Control: se encargar de cuidar el flujo del programa en ejecución y el microprocesador está tomando acción sobre el programa de comunicación con la memoria<sup>22</sup>. (Valdés, 2007)

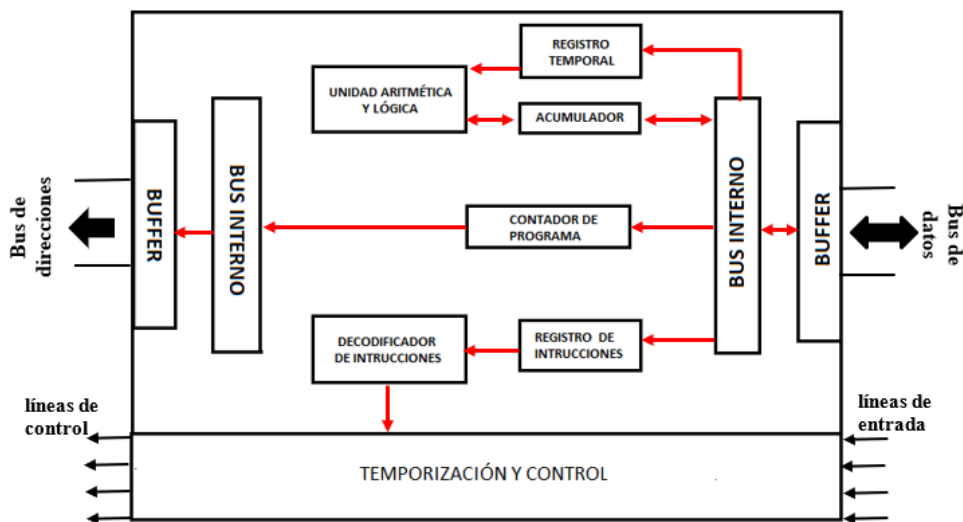
## Arquitectura interna

Dentro de la arquitectura del microcontrolador se puede distinguir dos zonas las cuales son :

- Zona de Registros
- Zona de control

### Figura 2.

*Arquitectura de un microprocesador*



*Nota:* La figura muestra la distribución de bloques de un microprocesador la cual es basa en Tokheim, R., 1995. *Fundamentos de los microprocesadores*. Madrid: MacGraw-Hill.(p.p. 85)

A continuación, se describe detalladamente cada unidad que se muestra en la figura 2, los cuales conforma al microprocesador.

### 1. Unidad de control

Esta unidad tiene como tarea interpretar las instrucciones, como resultado proporcionales señales de control para las operaciones de búsqueda, decodificación, y ejecución de la instrucción,

para la entrada o salida de datos en el microprocesador y la sincronización de la ejecución de las instrucciones; cada instrucción consta de dos zonas:

- Código de Operación: son de extensión Byte, cuyo significado es el de ordenar.
- Operando: Son de extensión variable, y está formado por el dato a manipular.

Esto nos deduce que la zona de la instrucción que ingresa en la Unidad de Control es el Código de Operación puesto que éste es el que determina que es lo que se debe hacer con el Operando.

Lo que sucede después de la ejecución de una instrucción será la lectura del código de operación, que pasará al interior del Registro de Instrucciones, enseguida la unidad de control decodificará el orden dado como resultado una serie de operaciones, las cuales están sincronizadas con el reloj.

La Unidad de Control tiene también la tarea de aceptar los comandos que ingresan a través del Bus de Control, que pueden ser interrupciones, detenciones entre otras, así como determinar de los controles de salida según corresponda lectura, escritura, etc.

## **2. Unidad lógica aritmética**

Es la encargada de realizar las operaciones elementales de tipo aritméticas que son en su mayoría de las veces sumas o restas y de tipo lógico que suelen ser comparaciones. Mientras las órdenes son procesadas por la UC, los datos están haciéndolo por la ALU, por ejemplo, suma aritmética se efectuará de manera que el primer dato se almacena en el Acumulador, y el segundo llega a la ALU a través del bus interno de datos. El resultado de la operación es almacenado nuevamente en el acumulador.



### **3. Acumulador**

Este se encuentra comunicado bidireccionalmente con la ALU, ya que actúa como registro de datos para los resultados en las operaciones y como registro local para las operaciones que se realizan sobre un solo dato. Algunos microprocesadores poseen dos acumuladores, lo que se traduce por lo general en un aumento de la velocidad de operación, ya que la ALU puede trabajar sobre ambos, y estos poseen a su disposición dos datos accesibles directamente.

### **4. Contador del programa**

Este contiene la dirección de la instrucción a ejecutar, y puede trabajar en dos formas diferentes:

- Sin salto: la unidad de control incrementará el contenido del contador de programa en una unidad, de tal forma que este apuntará hacia la próxima posición de memoria, en la que se encuentra la nueva instrucción a ejecutar.
- Con salto: el contenido del contador actualiza el contador de programa después de captar cada instrucción, apuntando a la siguiente instrucción. Las instrucciones de salto o bifurcación modifican el contenido del contador de programa, la instrucción captada se carga en el registro IR, en el programa se cargará la dirección de salto, a partir de la cual continuará el programa.

### **5. Registro de estado**

Los procesos aritméticos y lógicos que se realizan en la ALU pueden activar indicadores del estado del microprocesador o también llamadas banderas (flags) que contienen información sobre el resultado de estos procesos como el signo, acarreo, paridad, etc. por ejemplo cuando el resultado de una operación es "0" su indicador o bandera (flags) de 0 cambian su estado.

### **6. Registros de trabajo**

Es un registro de 8 bits de gran importancia para el buen funcionamiento del

microcontrolador. Se emplea intensamente en las operaciones que requieren transferencia interna de datos, como, por ejemplo, en las operaciones de la ALU o en las comunicaciones entre registros. En una explicación sencilla este sirve para guardar datos definidos por el programador, para que seguido a esto la ALU pueda hacer operaciones con datos de este registro y cualquier otro registro o constante.

### **7. Registro de dirección**

Pueden usarse para almacenar datos, aunque su función principal está dedicada a atender un modo de direccionamiento.

### **8. Registro de instrucción**

Este registro contiene el código de la instrucción alimentando al decodificador de instrucciones, junto con la unidad de control determina el conjunto de operaciones a realizar durante el ciclo de ejecución.

### **9. Lógica de interrupciones**

Para comprender cómo funciona la lógica de interrupciones primero se debe conocer el funcionamiento de una interrupción la cual es la detención y ejecución de una rutina para después continuar con su tarea, teniendo la tarea de establecer un orden de prioridad entre las distintas interrupciones. Las fases de toda interrupción son:

- En cuanto se produce la interrupción y finaliza la ejecución de la instrucción en curso, se procede a la "salvación" en una parte de la memoria indicada por el puntero de pila, del contenido de los registros más importantes de la CPU.
- Al contador de programa se le carga el contenido de unas direcciones particulares.
  - La CPU ejecuta las instrucciones a partir del nuevo contenido del contador de programa.

- Acabado el programa de atención a la interrupción, se regresa al programa principal, recuperando desde la memoria los datos salvados al producirse la interrupción.

### **10. Bus de datos**

Es un bus bidireccional con un tamaño variado de 8 a 64 bits, es decir transfiere datos e instrucciones desde el microprocesador y hacia este mismo, por el bus de datos las instrucciones y los datos son transferidos al microprocesador y los resultados de una operación son enviados desde el microprocesador. Por ejemplo, al iniciar la ejecución de una instrucción, se da lectura del código de operación, enviado a través del Bus de Datos, pasando al registro de instrucciones para dar paso a la decodificación y ejecución de operaciones enviadas.

### **11. Puntero de pila**

Este básicamente es un registro que indica la siguiente posición de memoria disponible en la pila que es una localidad en particular de la memoria, área reservada y utilizada principalmente para el almacenamiento de direcciones de vuelta y contenido de registros. La pila es de tipo last input first out (LIFO, último en entrar primero en salir), se utiliza durante las llamadas a subrutina y durante las interrupciones para luego ser devueltos al programa.

### **12. Decodificador de instrucciones**

Es la parte de la unidad de control que se encarga de la interpretación de la instrucción y determina la instrucción que debe seguir, por lo cual trabaja directamente con el registro de instrucciones. El decodificador de instrucciones también indica a las secciones de control y temporización sobre la secuencia de eventos que deben realizarse.

### **13. Generador de la señal de reloj:**

Conocido como circuito oscilador: es el encargado de generar pulsos o señal de reloj para

que el microcontrolador sincronice y ejecute las instrucciones y funciones adecuadamente en los periféricos. Los circuitos osciladores usados más comunes son los siguientes:

- INTRC: Es una red de resistencia y condensador interna, es la más económica ya que comúnmente es incluida.
- RC: Red resistencia – condensador externo, es una solución económica pero inestable y poco precisa.
- Cristal de cuarzo: son redes compuestas por cristales de cuarzo externa, generalmente con un par de condensadores conectados entre tierra (GND)

Como se mencionó en la definición de microprocesador es un dispositivo de un solo encapsulado y si tomamos como referencia la arquitectura Von Neumann este solo incluye: unidad de control y unidad de procesamiento (ALU) haciendo falta los dispositivos de entrada/salida y memoria de almacenamiento, pudiendo estos recursos faltantes ser agregados de forma externa, como se hace en una computadora.

Una de las posibles clasificaciones para los microprocesadores es por su propósito para el que puede ser usado.

- Microprocesadores de propósito general: Estos están enfocados en poder realizar tareas variadas, son los que se emplean para la construcción de computadoras.
- Microprocesadores de propósito específicos: estos son conocidos como microcontroladores, son programados para realizar una tarea repetitiva<sup>2</sup>. (Bonifacio,1999)

### ***Microcontroladores.***

Como ya fue mencionado brevemente en la sección anterior un microcontrolador es un

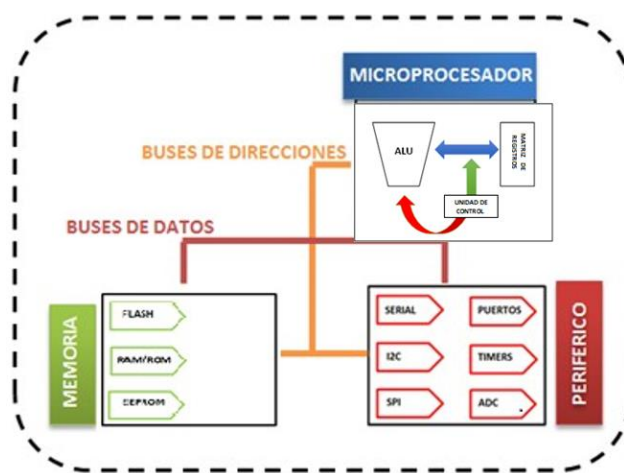
microprocesador de propósito específico que realiza una tarea de manera repetida, por ejemplo, el control remoto cuenta con un microcontrolador, los frenos del auto también son controlados por medio de este dispositivo. Aunque ambos dispositivos fueron evolucionando conjuntamente en los años 80 comienza la separación debido a que los microprocesadores han ido incorporando mejores capacidades para poder dar uso a más información y de manera más rápida, a diferencia de los microcontroladores que su evolución se enfocó en permitir la interacción con el mundo y en tiempo real<sup>22</sup>. (Valdés, 2007)

Definición de microcontrolador: es un microprocesador programable, el cual puede ejecutar operaciones, tareas y procesos a gran velocidad.

En la figura 3 se muestra el diagrama a bloques de un microcontrolador típico, en la cual se puede observar el microprocesador que fue detallado en la sección anterior, observando que en este encapsulado ahora se encuentra el bloque memoria y los periféricos.

### Figura 3

*Diagrama a bloques de un microcontrolador*



*Nota: La figura representa el orden de un microcontrolador*

- Microprocesador: también conocido como CPU (Unidad Central de Procesos)
- Memoria ROM y RAM: estos dispositivos están en el microcontrolador y construyen bloques de memoria necesaria para almacenar el programa, los datos y registros para implementar el proceso de control. Coexisten dos tipos de memoria:
  - Memoria de programa (ROM): esta es una memoria de tipo no volátil, es el sitio donde se almacena el programa (memoria de programa), consta de unos cuantos Kbyte de memoria, suficientes para almacenar el programa en código máquina.
  - Memoria de datos (RAM): esta es una memoria volátil, en ella se almacenan datos temporales, usualmente es de poca capacidad esto debido a que sólo contiene las variables y los cambios del único programa activo, además de que aplicaciones de control, instrumentación y automatización no requieren grandes espacios de almacenamiento temporal.
- Puertos I/O: puertos de entrada / salida, son pines del microcontrolador destinados a comunicar el microcontrolador con el entorno, usualmente los pines pueden tener varias funciones las cuales se configuran por registros internos que varían entre familias de fabricantes y entre la gamma de la familia.

**2. El docente proporcionara una actividad a realizar por el estudiante, relacionada con la lectura.**

***Ejemplo de actividad.***

Actividad: El estudiante deberá realizar una investigación sobre microcontroladores y microprocesadores, con la cual realizará un cuadro comparativo. Se muestra en la figura 4 el ejemplo de la actividad realizada por el estudiante.

## Figura 4

*Ejemplo de actividad realizada por el estudiante*

Microprocesadores	Microcontroladores
Velocidad de operación: GHz	Velocidad de operación: MHz
Necesita de elementos adicionales como: memoria RAM y ROM	Incluye casi todos los elementos necesarios para operar en un solo circuito integrado
Tienen costos elevados debido a la complejidad de su arquitectura	Es de bajo costo
Es susceptible a ruido, debido al cableado externo que requiere	Presenta una menor susceptibilidad debido a que los componentes son internos
El CPU es ideal para procesamiento de datos, ya que tiene una mayor potencia de calculo	Su capacidad de procesamiento es menor
Tiene un grado de dificultad más alto a la hora del desarrollo	Muy fáciles de utilizar
Los microcontroladores populares son de 8 bits	Los microprocesadores actuales trabajan con datos de 32 o 64 bits
Puede ejecutar muchas tareas	Ejecuta solamente la tarea para la cual fue programado
Tarjetas simples alojadas en espacios pequeños.	Gran volumen (físico) en su adecuación y funcionamiento.

*Nota:* La figura representa un ejemplo de actividad realizada por el estudiante

Este tema es totalmente teórico, de tal forma que se deberá realizar una serie de preguntas, las cuales darán pasó a que el estudiante cree una relación y un análisis, llegando de este modo a la claridad de conceptos.

- 3. Sesión de preguntas, las preguntas serán realizadas en un inicio por el docente, para continuar dando respuesta por parte de los estudiantes y generando ellos preguntas para el docente.**

*Ejemplo de preguntas:*

*Docente:* ¿Qué característica de cada dispositivo le parece al estudiante la que lo hace mejor sobre el otro? Se debe explicar la razón

Estudiante: “La característica que me parece más interesante del microcontrolador es que contiene casi todos los elementos que necesita para poder desarrollar un proyecto en su encapsulado, ya que si por su arquitectura el microprocesador ya es más caro al agregarle todos los elementos que un proyecto necesita el costo se eleva aún más”

*Docente:* Bien, pero realmente ¿crees que esta es la característica más notable de un microcontrolador sobre el microprocesador? “Porque desde la lectura que les proporcione para el tema se explica lo que mencionas y se hace énfasis que por esa razón los microcontroladores con usados para ciertas tareas, así como los microprocesadores, debido a que esto se debe dejar al criterio de lo que se quiere desarrollar”.

Estudiante: “Bueno, la característica que mencione es más atractiva, se reducen además de los costos, problemas como lo es la velocidad y la susceptibilidad al ruido”.

Este breve ejemplo de preguntas y respuestas que se realiza entre el maestro y el alumno, muestra que el docente siempre que reciba una respuesta debe cuestionarla con la intención de:

- El estudiante sea capaz de reconocer si está equivocado en sus argumentos.
- Defender sus argumentos, con conocimiento y no con suposiciones.
- Llegar a un conocimiento con bases bien fundamentadas

#### **4. Conclusión con base en la sesión de preguntas.**

Se debe llegar a una conclusión, esta debe ser descrita de manera grupal, sugiriendo que el docente vaya realizando anotaciones de los aportes realizados por los estudiantes en el pizarrón para que al concluir la sesión se unifiquen y se llegue a una conclusión.

#### ***Ejemplo de conclusión:***

“La diferencia más significativa entre los dos dispositivos es que un microprocesador requiere de varios bloques auxiliares externos para trabajar, mientras que un microcontrolador



contiene casi todo lo necesario para funcionar por sí mismo; pero cada dispositivo representa una ventaja sobre el otro dependiendo de la tarea que se realizara aun que el microcontrolador se aplica en toda clase de proyectos, haciendo que este sea más versátil. Sin embargo, el microprocesador es la base del microcontrolador, pero estos funcionan por sí solos, necesitan la integración de dispositivos. lo cual por un lado resulta en un aumento de costos, pero por otra parte significa flexibilidad dado que se pueden elegir distintos tipos de componentes además de que la capacidad de memoria se puede expandir de acuerdo a los requerimientos, tarea que no es posible en los microcontroladores.

Cada característica mostrada representa una ventaja para cada dispositivo, dependiente la tarea que se quiera realizar, de aquí la importancia de este tema, ya que en proyectos futuros se debe tener en cuenta las necesidades a cubrir para no hacer uso de recursos innecesarios y como consecuencia elevar el costo”.

**Ejemplo 2: Teoría, actividad y práctica.***Secuencia didáctica*

Asignatura		Periodo
Microcontroladores		Primavera 2021
Tema: Registros del microcontrolador		
Estrategia de Aprendizaje		
Propósito: Reconocer la importancia y uso de los registros que son parte de un microcontrolador		Objetivo: Ser capaz de manejar conceptos de manera adecuada. Identificar el uso de los registros del microcontrolador.
Actividad 1		
Inicio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar un material de lectura, de acuerdo al tema de microcontroladores y microprocesadores, donde se detalle cada bloque y las características para cada uno, por parte del docente.</li> <li>• Realizar un ejercicio en conjunto.</li> <li>• Realizar una práctica en equipo.</li> </ul>		

**Desarrollo:**

- El docente proporcionara el material de lectura una sesión antes, de este modo los estudiantes llegarán a la sesión de teoría con una base de conceptos, con esto se hace uso de ZDP. Esta debe ser reforzada por el docente.
- El docente realizara un ejercicio sencillo y breve, el cual debe proyectarse el proceso de la programación, para ser replicado por el estudiante.
- Se propone una problemática, esta debe tener bases en el ejercicio realizado con el docente, con la finalidad de lograr que el estudiante pueda dar una solución usando la información adquirida.
- Se realizarán preguntas detonadoras por parte del docente, basadas en la solución de la actividad realizada por el estudiante, esto es realizado con la finalidad de propiciar la dialéctica en los estudiantes.
- Se proporcionan las instrucciones para la realización de una práctica en equipo.
- Al finalizar la entrega de la práctica se realizarán preguntas detonadoras por parte del docente con la finalidad de aclarar las dudas que la práctica pudiera haber provocado en el estudiante.

**Cierre:**

Con ayuda de las preguntas detonadoras, se realiza una conclusión general, que será incluida en el reporte de la práctica.

**Evaluación:**

- Manejo de conceptos de forma adecuada durante las preguntas y al realizar la conclusión, así como al momento de revisar la práctica.
- Participación continua durante las actividades realizadas.
- Entrega de práctica.

- Reporte de la práctica, teniendo mayor atención en las conclusiones.

#### Recursos y material

El material de lectura basada en los siguientes libros: Bonifacio Martín del B. (1999). Sistemas electrónicos basados en microprocesadores y microcontroladores. España: Pressas universitarias de Zaragoza y Valdés P. Fernando E, Ramon Pallas Areny. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC. Barcelona, España: Marcombo. Uso de programa de computadora: PIC C COMPILER y PROTEUS.

### *Desarrollo del ejemplo*

#### **1. El docente deberá proporcionar material de lectura de manera previa.**

En este caso será en dos partes:

- a) Registros y Puertos (específico para el ejemplo de la sesión)
- b) Datasheet del PIC18F4550, sección de I/O

### *Ejemplo de material de lectura.*

#### **Registros.**

Los registros funcionan como lugares de memoria temporal que son frecuentemente de fácil accesibilidad, se debe a su ubicación dentro de los microprocesadores. Como resultado de ello, la CPU puede acceder a ellos con mayor rapidez que los módulos de memoria como la memoria RAM y ROM. Un microprocesador normal contiene múltiples matrices de estos registros y cada uno está fabricado para mantener sólo una pequeña cantidad de datos binarios. Un registro en funcionamiento tiene una capacidad de memoria de 8, 16, 32 o 64 bits; estos valores dependen de la arquitectura del microprocesador. Los registros en un microprocesador funcionan como datos en tiempo real que llevan unidades de memoria.

Hay ocho categorías principales de los registros de datos integradas en las CPU. Estos

incluyen:

1. Contadores de programa: almacenar los bits de dirección de instrucción de datos actualmente procesado.
2. Registros de instrucción: almacenamiento de instrucciones binarias mientras están siendo procesados o decodificados.
3. Acumuladores: almacenamiento de resultados de cálculos matemáticos por la unidad lógica aritmética de la CPU.
4. Dirección de registros de memoria: almacenamiento de ubicaciones de dirección de los bits de datos dentro de la memoria principal de una computadora.
5. Búfer de registros de memoria: almacenar y retener temporalmente los bits de datos entrantes antes de reenviarlos al microprocesador.
6. Estado o bandera de registro: mantener y actualizar los estados de funcionamiento de los microprocesadores.
7. Registros condicionales: mantener los valores condicionales o lógicos de los datos procesados.
8. Registros de propósito general: almacenar temporalmente los bits de datos generales o instrucciones.

Cada microcontrolador dispone de un número de registro de función especial (SFR) los cuales se usan para controlar y monitorear del funcionamiento del microcontrolador y sus periféricos. Mediante estos se puede controlar el funcionamiento de la CPU y de las unidades funcionales del microcontrolador. Hay dos tipos:

- Asociados con el núcleo del microcontrolador. CPU/Interrupciones/Reset.
- Asociados con las unidades funcionales:

- Timers.
- Convertidor analógico – digital.
- EUSART.
- CCP.
- MSSP.
- Puertos de entrada y salida<sup>11</sup>. (Martín, 1999)

### **Puertos.**

Los puertos son multifuncionales por lo que cada puerto tiene su registro para el control de flujo, en este ejemplo se usara el registro TRIS el cual denota el comportamiento de los bits, pero no el contenido. Cuando se pone a 0 significa que estará configurado como una salida y al poner el registro en 1 se configurará como entrada. Como analogía 0 = Output y 1 = Input.

Para poder manejar correctamente los puertos del PIC depende de la configuración, los cuales pueden ser manejados para el formato digital o para el convertidor análogo digital para el cual se usa el registro ANSEL en el compilador picC. Es necesario que se declare el registro ANSEL en 0 para manejarlo como digital.

Los puertos A, B Y D son de 8 bits, el puerto C es de 7 bits, y puerto E de 4 bits que deben ser declarados dependiendo el tipo de variable que será usada. PORTA, PORTB, PORTC, PORTD y PORTE<sup>12</sup>. (Technology, 2007)

En picC las variables pueden ser manejadas en formato byte, bit y hexadecimal. Por lo tanto, al declarar los puertos queda a la elección del programador el tipo de variable que se va a usar.

Por ejemplo:

Variable de tipo byte con contenido en hexadecimal: #byte PUERTO\_A = F80h (El valor

F80 esta predeterminado en el Datasheet del PIC4550 como un registro de función especial) con esta acción al registro F80h se le asigna el nombre de PUERTO\_A ya que es más sencillo de recordar.

Variable del tipo bit: `#bit PIN1A = PUERTO_A.0`, (como el registro F80 ya fue renombrado como PUERTO\_A ahora es posible manejar cada bit del puerto reasignado un nombre fácil de recordar con el .0, .1, .2 se determina la posición del registro)

Es útil reasignar un nombre a los registros de función especial ya que en la práctica es sencillo recordar nombres que números en hexadecimal<sup>11</sup>. (Martín, 1999)

## **2. Actividad guiada por el docente.**

El docente realizará una programación que será proyectada, para que el estudiante replique y pruebe.

### ***Ejemplo de actividad guiada por el profesor.***

- a) La figura 5 muestra cómo se realizará las configuraciones iniciales para el PIC y los puertos que se utilizaran en este caso será el puerto A, B y C. En el programa se usa la instrucción `SET_TRIS` para denotar como serán usados los puertos si como entradas o como salidas, 0 para salida OUT y 1 para entrada IN.

`TRISA = 0b00000010` Todos los pines del puerto A configurados como salidas excepto el pin A1.

Se muestra una de las formas con las cuales pueden ser renombrados los registros y los pines del PIC y se declaran variables del tipo `unsigned int8` que es una variable del tipo entero sin signo de 8 bits para uso en contadores o para control.

**Figura 5.***Ejemplo de programación parte 1*

```

#include <18F4550.h> // Se especifica el PIC a usar
#include <stdlib.h> // Es la cabecera para el uso del lenguaje C
#define delay (clock=20000000)
#define fuses HS,NOWDT,WDT2048,PROTECT,NOPT,BROWNOUT,NOLVP,NOCPD,NODEBUG,NOWRT // Configuraciones iniciales para el PIC

#define PUERTO_A = 0xF80 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto A
#define PUERTO_B = 0xF81 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto B
#define PUERTO_C = 0xF82 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto C

#define A0=0xF80.0 // Se renombra el pin 1 del puerto A
#define A1=0xF80.1 // Se renombra el pin 2 del puerto A
#define A2=0xF80.2 // Se renombra el pin 3 del puerto A
#define A3=0xF80.3 // Se renombra el pin 4 del puerto A
#define A4=0xF80.4 // Se renombra el pin 5 del puerto A
#define A5=0xF80.5 // Se renombra el pin 6 del puerto A
#define A6=0xF80.6 // Se renombra el pin 7 del puerto A
#define A7=0xF80.7 // Se renombra el pin 8 del puerto A

#define B0=0xF81.0 // Se renombra el pin 1 del puerto B
#define B1=0xF81.1 // Se renombra el pin 2 del puerto B
#define B2=0xF81.2 // Se renombra el pin 3 del puerto B
#define B3=0xF81.3 // Se renombra el pin 4 del puerto B
#define B4=0xF81.4 // Se renombra el pin 5 del puerto B
#define B5=0xF81.5 // Se renombra el pin 6 del puerto B
#define B6=0xF81.6 // Se renombra el pin 7 del puerto B
#define B7=0xF81.7 // Se renombra el pin 8 del puerto B

#define n = PUERTO_C.0

```

*Nota:* En la figura se muestra la línea de código que el estudiante deberá copiar e imitar

- b) Después de la declaración de las variables en la función principal se apagan las entradas análogas de todos los puertos y todas las entradas y salidas se declaran digitales.

En la siguiente sección se declaran puertos para manejar como entradas o como salidas.

Dentro del ciclo infinito se pone una condicionante en el cual el microcontrolador no empieza acciones hasta que el pin **C0** o la variable **n** se pone a uno, en ese momento se ejecutan 8 instrucciones del tipo bit en el cual se le asigna el valor al puerto B al puerto A



y se ejecuta un delay para observar cambios. En total se tienen aproximadamente 57 líneas de código, esto lo podemos observar en la figura 6.

## Figura 6

### *Ejemplo de programación parte 2*

```

void main() {
setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
setup_adc(ADC_OFF);

set_tris_b(0xFF);      // Todos los pines del puerto B se configuran como salidas
set_tris_a(0x00);      // Todos los pines del puerto A se configuran como entradas
set_tris_c(0xF0);      // Se configuran los pines 7,6,5,4 como entradas y 3,2,1,0 como salidas

PUERTO_A = 0;          //Inicializo el puerto A con el valor 0
PUERTO_B = 0;          //Inicializo el puerto B con el valor 0
PUERTO_C = 0;          //Inicializo el puerto C con el valor 0

While(1){
  if (n==1){
    B0 = A0;
    B1 = A1;
    B2 = A2;
    B3 = A3;
    B4 = A4;
    B5 = A5;
    B6 = A6;
    B7 = A7;
    delay_ms(1000);

  } //end for
} // end while
} //end main

```

*Nota:* En la figura se muestra la configuración de los puertos.

### 3. Ejercicio propuesto por el docente.

El docente deberá proponer un ejercicio apropiado al tema y al tiempo de la clase ya que cada estudiante dará solución de manera individual y se elegirá a un estudiante paradar a conocer su solución.

#### *Ejemplo de ejercicio*

Ejercicio: De acuerdo a lo leído en la teoría, ¿de qué manera se puede simplificar el código?, es decir ¿existe una manera más eficiente para hacer uso de los registros?

Ejemplo de solución: Para hacer que en el programa se use menos líneas de código se manejan instrucciones del tipo byte como se puede observar en la figura 6, con esto se renombran los registros A y B para ser del tipo mismo tipo (byte), de este modo se podrá asignar valores desde 0 a 256 en base hexadecimal de manera más rápida y para fines prácticos.

**Figura 6**

#### *Programación 3*

```
#include <18F4550.h> // Se especifica el PIC a usar
#include <stdlib.h> // Es la cabecera para el uso del lenguaje C
#include <delay.h> // Se incluye la librería de delay
#define _XTAL_FREQ 4000000 // Frecuencia del oscilador
#define HS, NOWDT, WDT2048, PROTECT, NOPUT, BROWNOUT, NOLVP, NOCPD, NODEBUG, NOWRT // Configuraciones iniciales para el PIC

#define PUERTO_A 0xF80 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto A
#define PUERTO_B 0xF81 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto B
#define PUERTO_C 0xF82 // Se renombra el registro determinado por el PIC para el puerto C
#define n PUERTO_C.0

void main() {
    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
    setup_adc(ADC_OFF);
    set_tris_b(0xFF); // Todos los pines del puerto B se configuran como salidas
    set_tris_a(0x00); // Todos los pines del puerto A se configuran como entradas
    set_tris_c(0xF0); // Se configuran los pines 7,6,5,4 como entradas y 3,2,1,0 como salidas
    PUERTO_A = 0; // Inicializo el puerto A con el valor 0
    PUERTO_B = 0; // Inicializo el puerto B con el valor 0

    while(1){
        if (n==1){
            PUERTO_B = input_a();
            delay_ms(1000);
        } //end for
    } // end while
} //end main
```

*Nota:* En la figura se muestra la programación realizada para dar solución al ejemplo de ejercicio

#### 4. Sección de preguntas.

Las preguntas serán realizadas en un inicio por el docente, para continuar dando respuesta por parte de los estudiantes y generando ellos preguntas para el docente.

##### *Ejemplo de preguntas*

**Docente:** *¿Por qué el uso de instrucciones en tipo byte, hace más simple la programación?*

**Estudiante:** “Al usar las instrucciones y los registros de tipo byte, se facilita la asignación de lo que se quiere realizar con los puertos, por ejemplo:

Si se requiere utilizar el puerto A todo como salida, usándolo como tipo bit se requiere escribir A= 00000000 y usándolo como tipo byte solo se escribe A= 00

Para ejemplo el programa es sencillo y no se requiere de muchas líneas de trabajo, pero para un programa más complejo facilita al programador poder identificar cada línea”.

**Docente:** *La solución propuesta según tu respuesta solo ayuda a la organización del programa, pero ¿cuál es el beneficio que este proporciona al programa o al PIC?*

**Estudiante:** “Para que un programa sea más eficaz se debe tomar en cuenta el uso de la memoria y en el tiempo en que se ejecuta cada instrucción, ya que para que se cumpla el objetivo de ser más eficaz se debe realizar el mismo trabajo con menos recursos, para este caso no podría explicar cómo mejora mi solución a ese nivel ya que desconozco que tanta memoria se utiliza en la programación anterior y en esta, así como el tiempo que se utiliza para cada ejecución de instrucciones”.

**Docente:** Así es, tenemos que observar una mejora en el tiempo de ejecución o en el uso de memoria para poder concluir que hicimos más eficiente una programación, en el ejercicio de la lectura y escritura de los puertos digitales se plantea como una opción de realizar un barrido entre los pines del puerto A y mostrarlos en el puerto B mediante un ciclo infinito y retardando cada ciclo de lectura del puerto A con un delay de 1 segundo.

Este ejercicio usa instrucciones del tipo bite en el compilador PCW

En el caso de microchip los microcontroladores PIC18F4550 cada ciclo de maquina se ejecuta en cuatro ciclos de reloj como se puede observar en la figura 7, por lo tanto, para calcular el tiempo que se ejecuta cada instrucción se determina por lo siguiente:

$$T = 4 \left( \frac{1}{f} \right) CM$$

Dónde:

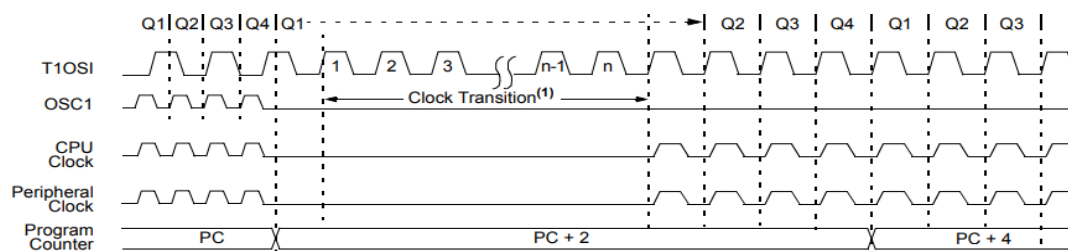
$T$  : Es el tiempo.

$f$ : Es la frecuencia del oscilador principal.

$CM$ : Son los ciclos de máquina que consume cada instrucción (usualmente todas las instrucciones consumen un ciclo de maquina exceptuando las de salto que consumen dos ciclos de maquina).

Si se usará un oscilador como en el ejemplo de 20 MHz cada ciclo de maquina demoraría:

$$T = 4 \left( \frac{1}{20MH} \right) 1 = 0.2\mu s$$

**Figura 7***Tiempo de transición*

Nota: en la figura se muestran el tiempo de transición de un PIC18F4550 tomado de Microchip Technology,12. (2007). PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. 2007, de microchip Technology (p.p. 37)

En el caso del ejercicio, la primera instrucción se coloca una condicionante en la cual a menos que se cumpla la condición se ejecutará. En el caso que se cumpla el condicionante primero se compara el valor de la variable  $n$  que es un ciclo de máquina, si hace el salto a la siguiente línea que son dos ciclos de máquina. Cada lectura del pin del puerto A y se escribe en el puerto B son dos ciclos máquina haciéndolo 8 veces consecutivas.

En total los ciclos máquina que se ejecutan en el código es  $1+2+16$  ciclos máquina agregando el retardo que se ejecuta al final de 1 segundo.

Haciendo uso de 19 ciclos máquina más 1 segundo de retardo.

$$z = 4 \left( \frac{1}{20\text{MHz}} \right) 19 = 0.000038 + 1 = 1.000038\mu\text{s}$$

Este es el tiempo que tarda en ejecutarse el primer ejercicio

En cuanto a memoria el compilador nos indica que se usa el 1% de RAM y 1% de ROM para este ejemplo como podemos observar en la figura 8.

## Figura 8

### *Informe de programación 1*

```
>>> Warning 203 "INandOUT.c" Line 43(1,1): Condition always TRUE
Memory usage: ROM=1% RAM=1% - 1%
0 Errors, 1 Warnings.
```

*Nota:* En la figura se muestra el informe del programa, en el que se muestra los errores, así como el

uso de las memorias

Para el problema planteado y con la solución que propuso el estudiante, el tiempo que se usa es menor ya que en el anterior se igualaron pin a pin del puerto A al B. En este caso manejando instrucciones a nivel BYTE solo se ejecuta una instrucción para mover la información del puerto A al puerto B agregando la condicionante de salto todo se ejecuta en 3 ciclos máquina.

Eso agregado el segundo de retardo para que sea visible el cambio al ojo humano todo el programa se ejecuta en  $4 + 1$  segundo de retardo

$$T = 4 \left( \frac{1}{20\text{MHz}} \right) 4 = 0.00006 + 1 = 1.00006\mu\text{s}$$

Y en para este caso los recursos utilizados por el compilador es 1% de RAM y 0% de ROM, como se muestra en la figura 9.

## Figura 9

### *Informe de programación 2*

```
>>> Warning 203 "INandOUTB.c" Line 19(1,1): Condition always TRUE
Memory usage: ROM=0% RAM=1% - 1%
0 Errors, 1 Warnings.
```

*Nota:* En la figura se muestra el informe del programa, en el que se muestra los errores así como el uso de las memorias

## **5. Conclusión con base en la sesión de preguntas.**

### ***Ejemplo de conclusión***

Ambos ejercicios realizan el mismo trabajo usando diferentes instrucciones uno a nivel BIT y otro usando instrucciones a nivel BYTE. Ambos son correctos sin embargo uno es más eficiente al realizar el mismo trabajo en menos tiempo y hacer menos uso de la memoria ROM. Sin embargo no por eso las instrucciones a nivel BYTE son mejores que a nivel BIT ya que cada una de ellas representan ciertas ventajas al momento de usar y estructurar un código y es de vital importancia comprender las diferentes armas que pueden usar a su favor en el manejo de los microcontroladores y optimizar recursos desde que inicia en el mundo de la programación ya que afecta directamente al rendimiento y vida útil del microcontrolador al no sobre calentarse y trabajar siempre a un 90% de su capacidad de procesamiento.

## **6. Practica por equipo.**

Para formalizar el conocimiento adquirido en esta sesión de teoría se dejará una práctica que sea realizada por equipo.

### ***Ejemplo de practica***

El docente dará a conocer el título, objetivo y las personas que conformaran cada equipo para realizar la práctica:

- Título: Puertos de entrada/salida
- Objetivo: Conocer la configuración para utilizar los puertos de entrada/ salida con los que cuenta el microcontrolador PIC18F4550

- Equipo: De manera aleatoria, y cuidando de no repetir integrantes de equipo para cada práctica de manera consecutiva y sin repetir a más de 2 integrantes que ya trabajaron juntos.
- Practica: Programar del PIC18F4550 usando PICC en el que se realizara la configuración de puertos de entrada y salida, para poder realizar lo siguiente:
  - i. Usar un dip-switch de 3 posiciones como entradas.
  - ii. Usar un display de 7 segmentos como salida.
  - iii. Usando número binarios en el dip-switch se introducirán los numero del 1 al7, viendo estos números en el display.

Todos los anteriores puntos deben ser simulados en PROTEUS.

Ejemplo de practica realizada por el equipo de trabajo mostrado en la figura 10 la programación realizada, en la figura 11 se muestra la simulación realizada utilizando PROTEUS y en la figura 12 se puede observar el funcionamiento.



**Figura 10.***Programación practica 1*

```

#include <18F4550.h>
#include <stdlib.h>
#define delay (clock=20000000)
#define fuses MS, NOWDT, WDT2048, PROTECT, NOPUT, BROWNOUT, NOLVP, NOCPD, NODEBUG, NOWRT
#define B = 0xF81
int8 a;

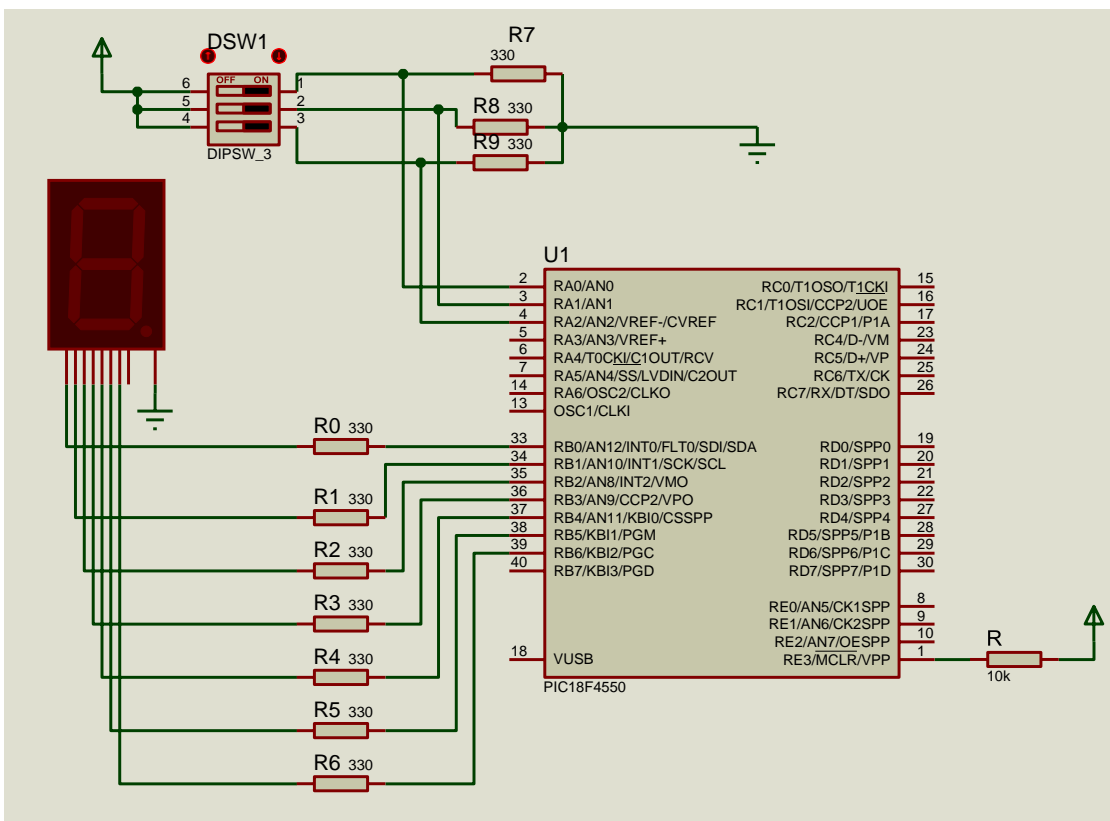
void main()
{
    set_tris_b(0xFF); // pines B configurados como salidas
    set_tris_a(0x00); // pines A configurados como entradas
    output_a(0x00); //iniciamos puerto A en 0
    output_b(0x00); //iniciamos puerto B en 0
    a=0;
    while(true){
        a=input_a();
        delay_MS(50);
        if(a==0x00){
            B=(0x3F);
        }
        if (a==0x01) {
            B=(0x0E);
        }
        if (a==0x02){
            B=(0x5B);
        }
        if (a==0x03){
            output_b(0x4F);
        }
        if (a==0x04){
            B=(0x66);
        }
        if (a==0x05){
            B=(0x6D);
        }
        if (a==0x06){
            B=(0x7D);
        }
        if (a==0x07){
            B=(0x07);
        }
        else{}
    }
}

```

*Nota:* En la figura se muestra la programación ejemplo para la practica 1.

Figura 11.

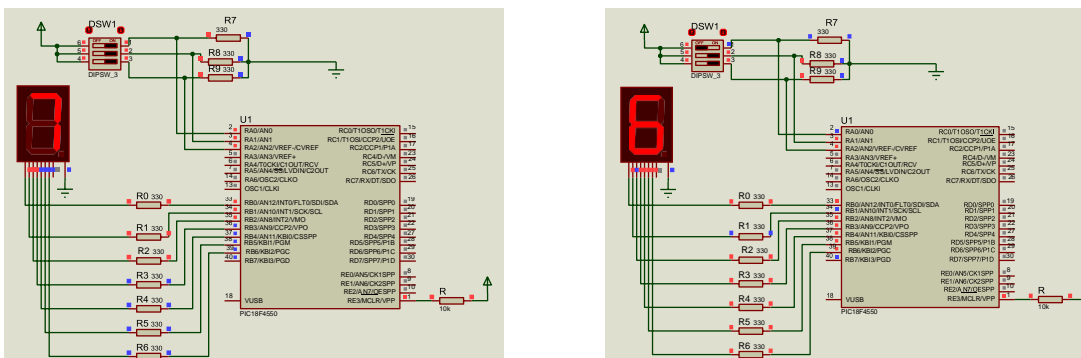
Simulación practica 1

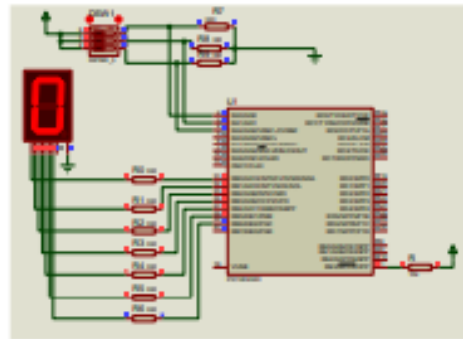
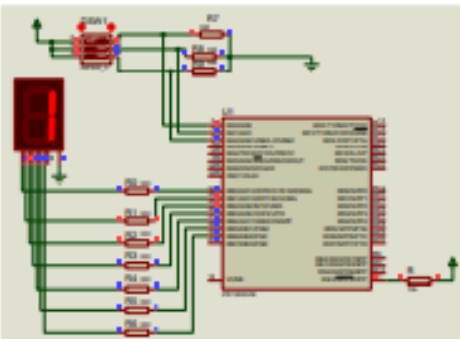
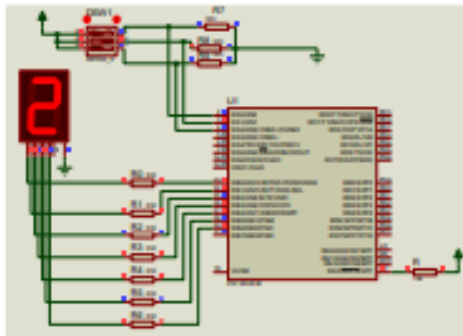
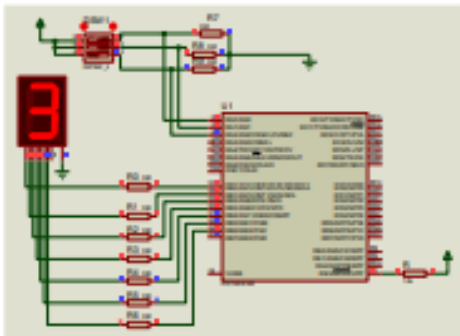
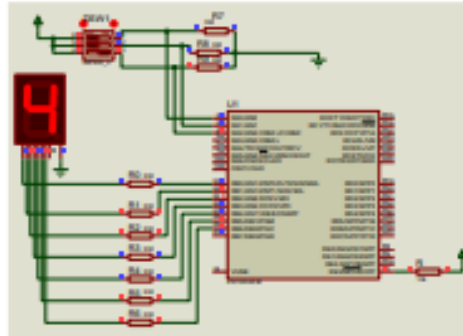
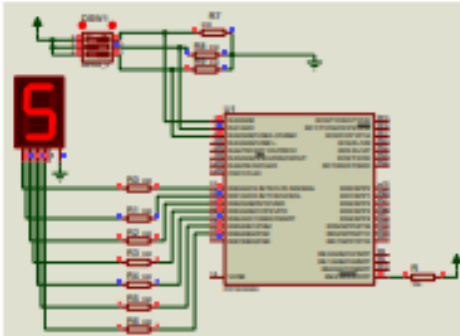


Nota: Esta figura se muestra la simulación para realizar la practica 1

Figura 12

Funcionamiento de la practica





*Nota:* En la figura se muestra la entrada en el dip-switch y la salida que le corresponde a cada uno en el display de 7 segmentos.

### **7. Sesión de preguntas y conclusión para la práctica realizada.**

Al concluir la revisión de la practica el docente realizará una breve sesión de preguntar con las cuales se debe realizar una conclusión general.

***Ejemplo de preguntas para la práctica:***

**Docente:** *¿Para la práctica como prefirieron realizar su programación por BIT o por BYTE y cuál fue la razón por la que eligieron esa forma?*

**Estudiante 1:** “En mi equipo de trabajo utilizamos una programación por BYTE ya que de esta forma fue más corto nuestro código, además de que para nosotros fue más sencillo entender lo que se quería ir realizando en cada línea del código”.

**Estudiante 2:** “En mi equipo elegimos trabajar por bit, ya que al realizar la programación para poder mostrar cada número realizamos una tabla en la que colocamos cada BIT de nuestra salida y colocando los segmentos del display fuimos colocando 1 y 0 según el segmento que debería estar encendido para cada caso, entonces para evitar conficiones usamos instrucciones de tipo bit”.

**Docente:**

***Ejemplo de conclusión para la práctica.***

Entonces podemos concluir que cada programador debe elegir la comodidad al usar las instrucciones de tipo BIT o BYTE ya que cada uno de ustedes así lo hizo, siempre recordando que cuando se trata de programas sencillo podemos tomar este tipo de decisiones ya que el uso de recursos del PIC para este caso no se ve afectado, pero para aplicaciones más complejas si es importante hacer un uso óptimo de estos recursos.

**Ejemplo 3: Teoría y práctica.*****Secuencia didáctica***

Asignatura		Periodo
Microcontroladores		Primavera 2021
Tema: Convertidor analógico/digital		
Estrategia de Aprendizaje		
Propósito: Reconocer la importancia y uso del convertidor analógico / digital		Objetivo: Ser capaz de manejar conceptos de manera adecuada.  Identificar el uso e importancia del ADC.  Identificar los registros para la configuración del ADC.
Actividad 1		
Inicio:  El docente proporciona material de lectura, de acuerdo al tema de convertidor analógico digital, donde se detalle cada bloque y las características para cada uno.  Realizar una investigación por parte del estudiante.  Realizar una práctica en equipo.		
Desarrollo:  <ul style="list-style-type: none"> <li>El docente proporcionara el material de lectura una sesión antes, de este modo los estudiantes llegarán a la sesión de teoría con una base de conceptos, con esto se hace uso de ZDP. Esta debe ser reforzada con una explicación por el docente.</li> </ul>		

- El estudiante realizara la actividad de investigación.
- Se proporciona las instrucciones para la realización de una práctica en equipo.
- Al finalizar la entrega de la práctica se realizarán preguntas detonadoras por parte del docente con la finalidad de aclarar las dudas que la práctica pudieran haber provocado en el estudiante.

#### Cierre:

Con ayuda de las preguntas detonadoras, se debe realizar una conclusión general, que será incluida en el reporte de la práctica.

#### Evaluación:

- Manejo de conceptos de forma adecuada durante las preguntas y al realizar la conclusión.
- Participación continua durante las actividades realizadas.
- Entrega de práctica.
- Reporte de la práctica, con mayor atención en las conclusiones.

#### Recursos y material

El material de lectura está basado en los siguientes libros: Floyd, T., & Gómez Caño, M. () Fundamentos de sistemas digitales (9th ed., pp. 834-864). Madrid: Pearson, Huircán, J. (2016). Conversores Análogo-Digital y Digital-Análogo: Conceptos Básicos (10th ed.). Retrieved from <https://lc.fie.umich.mx/~azm/ad03.pdf> Microchip Technology. (2007). PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. 2007, demicrochip Technology Sitio web: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/560112/MICROCHIP/PIC18F4550.html>

Uso de programa de computadora: PIC C COMPILER y PROTEUS.

### *Desarrollo del ejemplo.*

#### **1. El docente deberá proporcionar un material de lectura.**

En este caso será en dos partes:

- a) Convertidor analógico/digital
- b) Datasheet del PIC18F4550, sección de ADC

### *Ejemplo de material de lectura.*

#### **Convertidor analógico digital.**

Con el gran avance de la tecnología y el uso frecuente de dispositivos que nos permiten hacer actividades de manera más rápida y sencilla, se presenta la preocupación de que estos tengan la posibilidad de cumplir con estas tareas de manera más eficiente; gracias a la gran ventaja que proporciona el uso de señales digitales es como podemos lograr este objetivo, dejando de este modo de lado a los complejos y robustos sistemas electrónicos analógicos. Pero el mundo real que nos rodea es considerado analógico ¿Cómo es posible esta mejora?, es por esta razón que surgen la necesidad de conocer el funcionamiento de los convertidores analógicos- digitales y digitales- analógicos.

Los convertidores ADC y DAC se han convertido en parte fundamental de un sistema que se encargue del procesamiento de señales, para aplicaciones como lo son las comunicaciones, sistemas con sensores y procesamiento de datos como lo es la música e imágenes. “El procesamiento digital de la señal une conceptos matemáticos, tecnologías de programación software y hardware de procesamiento para manipular señales analógicas”<sup>5</sup>(Floyd,2006, p.p. 836)

El objetivo de un convertidor ADC es básicamente transformar una señal análoga a un

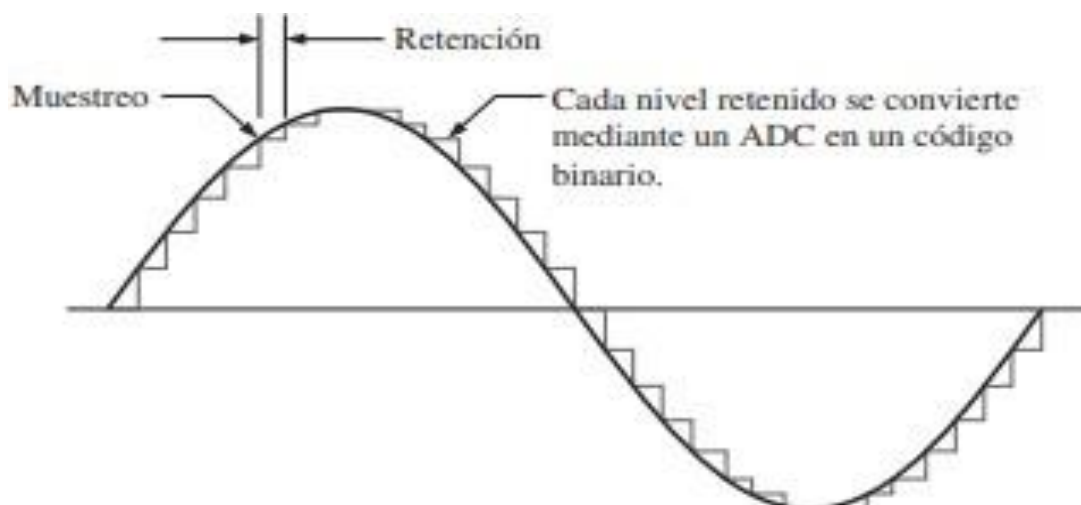
número binarios de manera que se vuelve su equivalente digital. De forma contraria el funcionamiento de un convertidor DAC transforma un número binario (señal digital) en una señal análoga<sup>7</sup>. (Huircán,2016)

### **Funcionamiento de un convertidor ADC.**

“El procesamiento digital de la señal convierte señales de naturaleza analógica, tales como el sonido, el vídeo e información procedente de sensores, en formato digital, utilizando técnicas digitales para mejorar y modificar los datos de las señales analógicas para distintas aplicaciones.” (Floyd,2006, p.p. 837) Este sistema de procesamiento realiza primero la conversión de la señal analógica que varía de manera continua en el tiempo a valores discretos, que se asemejan a una escalera como se muestra en la figura 13, la cual consta de un circuito de muestreo y retención. La aproximación realizada se debe cuantificar es decir asignar una serie de números binarios que representan cada uno de los pasos discretos de esa aproximación. Este proceso exige que se realice de manera impecable, garantizado de este modo que no se perderá información.

**Figura 13**

*Señal y su aproximación*





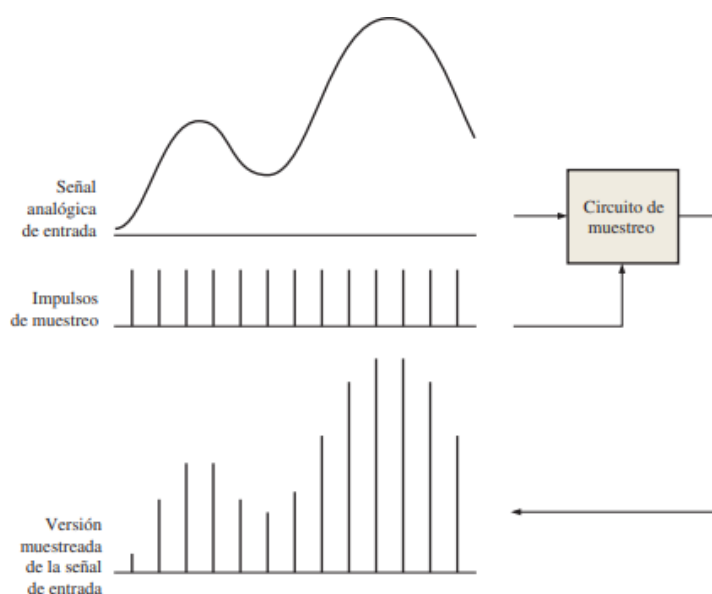
Nota: en la figura se muestra una señal analógica original y su aproximación en escalera. Esta fue tomada de Floyd, T.& Gómez Caño, M (2006, p.p.836) Fundamentos de sistema digitales.

Muestreo: proceso en el que se asignan valores discretos en determinados puntos de la onda para así poder definir adecuadamente esa onda. Cuantas más muestras se tomen, más precisión se tendrá para así poder definir la forma de onda. “El muestreo convierte una señal analógica en una serie de impulsos, cada uno de los cuales representa la amplitud de la señal en un determinado instante”<sup>5</sup>(Floyd,2006, p.p. 837).

Este proceso se puede observar en la figura 14. Las señales analógicas contienen lo que se conocen como “armónicos” que son ondas sinusoidales de diferentes frecuencias y amplitudes variantes, para poder muestrear esta señal se requiere de quitar estos armónicos para garantizar el muestreo de la señal original, para esto se utilizan filtros, para lograr esto se debe cumplir con el criterio de muestreo de Nyquist “la frecuencia de muestreo debe ser dos veces mayor a la frecuencia que se desea muestrear”.

## Figura 14

### *Proceso de muestreo*

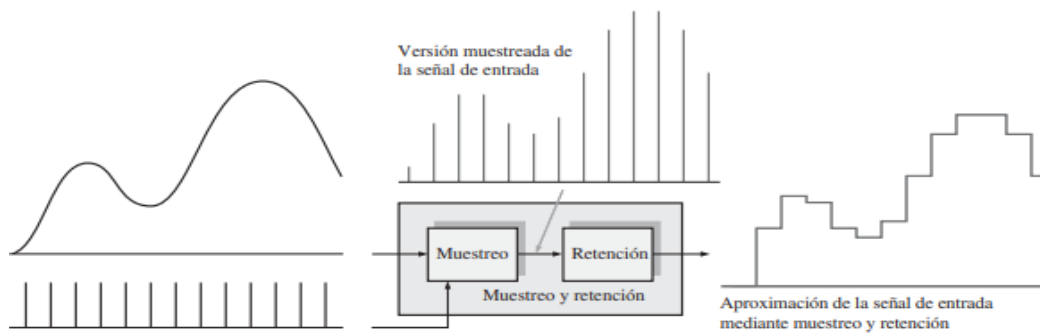


Nota: En la figura se muestra el proceso para tomar valores discretos de una señal. Esta fue tomada de Floyd, T.& Gómez Caño, M (2006, p.p.838) Fundamentos de sistema digitales

**Retención:** La operación de retención es parte del bloque de muestreo y como su nombre lo indica se encarga de mantener constante el nivel muestreado hasta que se tome la siguiente muestra. Este proceso se realiza después del filtrado y el muestreo. Esta operación de muestreo y retención genera una forma de onda conocida como “en escalera” que se aproxima a la forma de onda analógica de entrada. Lo descrito anteriormente se puede observar en la figura 15.

### Figura 15

*Operación de retención y muestreo*



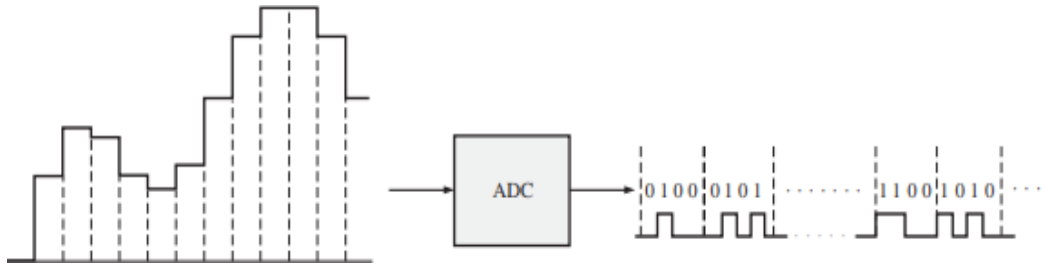
Nota: En esta figura se muestra el proceso de retención y muestreo necesario para continuar con la conversión analógico digital. Esta fue tomada de Floyd, T.& Gómez Caño, M (2006, p.p.837)

### Conversión analógico digital.

Después de realizar el proceso de muestreo y retención, la salida obtenida de este se debe convertir en una serie de código binarios, el cual representara la amplitud de la entrada analógica en cada instante del muestreo “El proceso de muestreo y retención hace que se mantenga constante la amplitud de la señal analógica de entrada, la conversión analógico- digital puede realizarse utilizando un valor constante”<sup>5</sup> (Floyd,2006). Esto se puede observaren la figura 16.

**Figura 16**

ADC



Nota: En la figura se muestra la función básica de un AD, Los intervalos de muestreo se indican mediante líneas de puntos Esta fue tomada de Floyd, T.& Gómez Caño, M (2006, p.p.842) Fundamentos de sistema digitales

El PIC18F4550 cuenta con un módulo convertidor ADC este tiene las siguientes características:

- El módulo cuenta con 13 entradas multiplexados
- El módulo permite la conversión de una señal analógica a un número digital de 10 bits

Fórmula para la resolución

$$Resolucion = V_{ref} / (2^n - 1) \quad \text{donde } n = \text{número de bit}$$

- Tiempo de adquisición de datos programable (0 a 20 TDA donde TDA depende del tiempo de oscilador interno o el oscilador que se utilice)
- El rango de tensión es configurable (de manera determinada este rango va de 0 a 5 pero esto se puede modificar usando los pines de voltaje de referencia externos)

Los principales registros que el PIC utiliza para el módulo ADC

- ADRESH

- ADRESL

Con estos dos registros se podrá almacenar el valor digitalizado de la conversión

- ADCON0
- ADCON1
- ADCON2

Con estos registros se puede configurar el módulo ADC

**2. Actividad proporcionada por el docente, para este ejemplo del docente dejará una investigación.**

***Ejemplo de actividad***

Actividad: Defina los aspectos importantes de un ADC, cuál es la máxima resolución conseguida por un procesador hasta el momento y cuáles son las aplicaciones que se le ha dado en la ingeniería.

De los aspectos a considerar al momento de seleccionar un convertidor análogo/ digital es en principio el tipo de aplicación para lo cual es requerido. En la mayoría de los casos un ADC es necesitado cuando se desea llevar una medida del mundo real a la digitalización para un procesamiento o análisis de los datos capturados. Los convertidores realizan en esencia tres operaciones, muestreo, cuantificación y codificación, de aquí podemos empezar a delimitar la aplicación que se le dará. La velocidad, resolución, precisión y consumo energético.<sup>15</sup>(Pini, A., 2018)

La velocidad es considerada importante ya que se debe tomar en cuenta el teorema de muestreo de Nyquist, el cual dictamina que el mínimo de frecuencia a la cual se realiza un muestreo de la señal, debe ser mínimo del doble de frecuencia de la señal muestreada. El convertidor debe cuantificar cada muestra y dividir el voltaje muestreado en un número finito de

niveles de amplitud discretos de aquí se obtiene el mínimo cambio progresivo que se puede expresar de una señal analógica.

La precisión es evaluada en términos del ruido presente en la señal de salida, mediante una cifra denominada relación señal a ruido (la cantidad de ruido por cierta cantidad de señal). Por lo general, una mayor resolución también genera mayor precisión, ya que cuanto menor sea el error de redondeo, más cierta será la salida digital en relación con la entrada analógica.<sup>13</sup>

(O'Brien,2019)

Los convertidores usualmente presentan 4 arquitecturas:

### Figura 17.

*Tabla comparativa*

ARQUITECTURA	FRECUENCIA DE MUESTREO	BITS
FLASH	10 G muestras/s	4-12
SAR	10 M muestras/s	8-18
DELTA-SIGMA	1 M muestras/s	8-32
SEGMENTADA	1 G muestras/s	8-16

*Nota:* En la figura de muestra una tabla en la que se comparan algunos tipos de arquitecturas para un ADC obtenida de O'Brien, S., 2019. Guía de selección de convertidores analógicos a digitales (ADC). [online] Arrow.

Mientras más alta sea la resolución de un ADC, más baja será su velocidad, debido a que una mayor resolución significa más datos que convertir. Los convertidores segmentados combinan algunas de las mejores cualidades de los SAR y de los ADC tipo flash para alcanzar alta velocidad y alta resolución.

A los convertidores flash, su velocidad los convierte en candidatos de calidad para

convertir la grabación analógica de video en digital, un proceso que aborda enormes cantidades de datos. Los SAR son muy populares en las aplicaciones de instrumentación y de adquisición de datos, en donde la ultra alta velocidad es menos crítica y la precisión es primordial.

La arquitectura delta-sigma puede manejar precisiones altas, pero también es más lento; lo que la hace muy adecuada para las aplicaciones de audio de alta fidelidad. En esas instancias, capturar incluso matices pequeños es crítico por lo cual es usado en aplicaciones de audio digital<sup>13</sup>. (O'Brien,2019)

Los ADC segmentados son muy versátiles gracias a su capacidad para combinar tanto resoluciones muy altas como velocidades. En esencia los diseños de segmentación son una versión más refinada del SAR y están bien adaptados para una amplia variedad de aplicaciones:

- Creación de imágenes médicas por ultrasonidos
- Video digital
- Internet de alta velocidad (módems por cable)

En cuanto a la precisión el resultado de la combinación de resolución y velocidad de muestra, la resolución determina la precisión de la amplitud y el error de redondeo, por lo tanto, en el ruido de cuantificación<sup>13</sup>. (O'Brien,2019) Mientras tanto, la velocidad de muestra determina la precisión y la exactitud de la temporización (mientras más veces por segundo se muestrea la fuente, más precisa será la temporización). En una hoja de estadísticas de ADC se registrará la precisión general y el ruido de cuantificación específico en la línea de "relación señal/ruido". Conviene que este valor sea lo más alto posible más potencia de señal por cantidad determinada de ruido.

### 3. Práctica por equipo.

Para formalizar el conocimiento adquirido en esta sección de teoría se dejará una práctica que sea realizada por equipo.

#### *Ejemplo de practica*

El docente dará a conocer el título, objetivo y las personas que conformaran cada equipo para realizar la práctica:

- Título: ADC
- Objetivo: Implementar la configuración para utilizar el una LCD y el móduloADC con el que cuenta el microcontrolador PIC18F4550
- Equipo: De manera aleatoria, y cuidando de no repetir integrantes de equipo para cada práctica de manera consecutiva y sin repetir a más de 2 integrantes que ya trabajaron juntos.
- Practica: Se realizará la configuración para los módulos señalados, para poder realizar un termómetro digital, realizando lo siguiente:
  - i. Usar el dispositivo LM35.
  - ii. Mostrar en una LCD de 16x2 la temperatura que el termómetro indique.
  - iii. La temperatura debe ser mostrada en grados centígrados y acompañada con la leyenda “Temperatura es\_C”

Todos los anteriores puntos deben ser simulados en PROTEUS.

Se muestra la programación y la simulación en los programas indicados para cumplir con las indicaciones de la práctica realizada por el equipo de trabajo; en la figura 17 se muestra la programación realizada en PICC, en la figura 18 se puede observar la simulación y por último en la figura 19 se puede observar el funcionamiento de la programación y la simulación.

### Figura 17

#### *Programación practica 2*

```
#include <18F4550.h>
#define adc=10
#include <delay (clock=2000000)>
#include <fuses HS, NOWDT, WDT2048, PROTECT, NOPUT, BROWNOUT, NOLVP, NOCPD, NODEBUG, NOWRT, xt>
#include <lcd.c>
#include <math.h>

void main()
{
  setup_adc(adc_clock_internal);
  setup_adc_ports(all_analog);
  set_tris_b(0XFF);
  int8 t;
  int16 x;
  t=0;
  x=0;
  lcd_init();

  while (true){

    set_adc_channel(0);
    delay_ms(20);
    x=read_adc();
    t=x*500/1023;

    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc, "temperatura\nes: %u C", t);
    delay_ms(20);
  }
}
```

*Nota:* En esta figura se muestra la programación ejemplo realizada por el equipo de trabajo





#### 4. Sesión de preguntas.

Al concluir la revisión de la practica el docente realizara una breve sesión de preguntar con las cuales se debe realizar una conclusión general.

##### *Ejemplo de preguntas:*

**Docente:** *¿Qué quiere decir que el módulo ADC del PIC trabaje con una resolución de 10 bits?*

**Estudiante:** “Es el número de bits que se utilizara para poder convertir la señal analógica a digital es decir en el caso del PIC que es de 10 tenemos 2 a las 10 posibles combinaciones para poder representar la señal”.

**Docente:** *Correcto ¿Cuál es la importancia de la resolución para un convertidor ADC o DAC?*

**Estudiante:** “Cuanto más grande sea el número de bit de la resolución con más exactitud podremos hacer la conversión, para sistemas más complicados de procesamiento de señales esto puede ser de gran ayuda ya que si se requiere hacer la transmisión de una canción, imagen o una conversación, la resolución nos permitirá que lo enviado y lo recibido sea lo más idéntico posible, es decir no perder información”.

**Docente:** *¿Qué aplicaciones le darías a un ADC o DAC en tu vida diaria?*

**Estudiante:** “Un ADC o DAC son muy importantes ya que en la actualidad la mayoría o si no es que en su totalidad las cosas que utilizamos usas tecnología digital, la cual nos dice que estos convertidores pueden estar presentes en casi todas nuestras actividades, en este momento recuerdo el cambio de la televisión analógica a digital, para este caso se hace uso de un DAC ya

la señal ahora la recibimos de manera digital, es por eso que en los televisores antiguos para poder seguir funcionando se les adaptó un convertidor DAC”.

### **5. Conclusión con base en las preguntas.**

Se debe llegar a una conclusión, esta debe ser descrita de manera grupal, sugiriendo que el docente vaya realizando anotaciones de los aportes realizados por los estudiantes en el pizarrón para que al concluir la sesión se unifiquen y se llegue a una conclusión.

#### ***Ejemplo de conclusión***

Podemos concluir que una parte importante de un convertidor, es la resolución ya que este nos proporciona la fidelidad o nos garantiza que la señal de entrada o recibida sea la misma al momento de digitalizarla y verla en una salida, para funciones sencillas esta resolución no es importante, pero para procesos como la digitalización de una canción, imagen o en las comunicaciones esta resolución si debe ser un factor de mayor importancia.

## **Conclusión**

Esta metodología propuesta no parece ser algo innovador en la rama de la educación y su aplicación para docentes con formaciones o conocimientos pedagógicas, aun con este panorama, en la rama de ciencias/tecnología en la que los docentes son expertos en temas tecnológicos y no en procesos de aprendizaje y en este tipo de materias, en el que se combina la parte teórica con la práctica, esta metodología representa un gran apoyo ya que se logra describir de manera sencilla la aplicación de la dialéctica mejorando con esto, la forma de realizar preguntas detonadoras, el manejo de conceptos importantes y observando el desarrollo de la zona proximal con la realización de ejercicios o prácticas con acompañamiento ya sea por parte del docente o por un equipo de trabajo.

Es necesaria la participación constante del estudiante logrando se esto con ayuda del docente ya que este debe motivar y hacer énfasis en la importancia que esta materia tiene a lo largo de la formación de la licenciatura, de este modo se lograra formalizar el conocimiento. Los ejemplos realizados sirven de apoyo en la aplicación de la metodología, dando siempre la importancia a la dialéctica ya que como Platón plantea la dialéctica se basa en el uso de la razón y su finalidad es el conocimiento.

## Referencias

1. Beller Taboada, Walter. (2015). Érase un tópico en filosofía: la lógica dialéctica. Casa del tiempo, 2, 32-34.
2. Bonifacio Martín del B. (1999). Sistemas electrónicos basados en microprocesadores y microcontroladores. España: Prensas universitarias de Zaragoza
3. Chaves S. Ana L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vygotsky. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 25, 59-65.
4. Faustino, C. Arnaldo, & Wongo Gungula, C. Eurico, & Craib Díaz, C. Elexis (2015). El enfoque dialéctico en la formación matemática y su repercusión científico-tecnológica en el contexto social. Prisma Social, (14),574-602. [fecha de Consulta 27 de abril de 2021]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353744530018>
5. Floyd, T., & Gómez Caño, M. (2006) Fundamentos de sistemas digitales (9th ed.,pp. 834-864). Madrid: Pearson.
6. Guitart, Moisés Esteban, y Dolya, Galina, y Veraksa, Nikolai, 2011), "Aplicaciones educativas de la teoría Vygotskiana. El programa" clave para el aprendizaje ". Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", vol. 11, no. 2, 2011, pp.1-22. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44720020012>
7. Huircán, J. (2016). Conversores Análogo-Digital y Digital-Análogo: Conceptos Básicos (10th ed.). <https://lc.fie.umich.mx/~azm/ad03.pdf>
8. Ivic Ivan. (1999). Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934). revista trimestral de educación comparada, XXIV, 773-799.

9. Jara Holliday, O. (1995). La Concepción Metodológica Dialéctica, los Métodos y las Técnicas Participativas en la Educación Popular. <https://trabajosocialsantafe.org/wp-content/uploads/2019/02/Jara- Sistematizacion.pdf>
10. Lledó Iñigo E., J. Calonge Ruiz, C. García Gual. (1985). Diálogos 1. Madrid, España: Gredos
11. Martínez Rodríguez, Miguel Ángel (1999). El enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación. REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 1(1), 16-37. [fecha de Consulta 28 de abril de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15501102>
12. Microchip Technology. (2007). PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. 2007, de microchip Technology Sitio web: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/560112/MICROCHIP/PIC18F4550.html>
13. O'Brien, S., 2019. *Guía de selección de convertidores analógicos a digitales (ADC)*. [online] Arrow. Available at: <<https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/analog-to-digital-converter-selection-guide>> [Accessed 6 May 2021].
14. Peña, Lorenzo. (1987). Fundamentos de ontología dialéctica. España: Siglo XXI de España Editores.
15. Pini, A., 2018. *Asociar el ADC correcto con la aplicación*. digi-key electronics. <https://www.digikey.com.mx/es/articles/match-the-right-adc-to-the-application>
16. Platón. (1997). La República. Madrid: Edit. Alianza Madrid.
17. Reibelo Martín, J. (1998). Método de enseñanza aprendizaje para la enseñanza por descubrimiento. Aula Abierta, (71), 121- 144.

18. Rivière, A. (1984). La Psicología de Vygotsky. Madrid: Visor
19. Severo Ariel. (2012). teorías del aprendizaje. 2012, de IFD- tacuarembó Sitio web:  
[https://www.academia.edu/3863397/TEOR%C3%8DAS\\_DEL\\_APRENDIZAJE\\_Materia\\_Psicolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Educaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/3863397/TEOR%C3%8DAS_DEL_APRENDIZAJE_Materia_Psicolog%C3%ADa_de_la_Educaci%C3%B3n)
20. Tomar R. Francisca. (2003). La dialéctica en Plotino (Comentario al Tratado 13 de las "Enéadas") (II). Espiritu, LII, 227-248.
21. Tokheim, R., 1995. *Fundamentos de los microprocesadores*. Madrid: MacGraw-Hill.
22. Valdés P. Fernando E, Ramon Pallas Areny. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC. Barcelona, España: Marcombo.