

Trabajo Final Integrador

Especialización en Docencia Universitaria

Universidad Nacional de La Plata

# “Sistematización de una Innovación en la Enseñanza Práctica de Circuitos Digitales”

Elaboración de un trabajo de sistematización de experiencias pedagógicas

por Walter J. Aróztegui

Directora: Stella Maris Abate

Asesor: José A. Rapallini

Dedicado al Profesor Ingeniero Antonio Adrián Quijano (1931-2019) que se nos fue “a conocer nuevos lugares y a encontrarse con sus amigos y su perro...”, como escribiera su nieta Sofia. Un profesor, un amigo, un padre.

# Índice

1. Título .....	4
2. Resumen .....	4
3. Contextualización y fundamentación del tema y el abordaje metodológico del TFI.....	4
4. Caracterización descriptiva de la experiencia.....	6
5. Objetivos del TFI.....	9
6. Desarrollo del proceso de sistematización.....	10
6.1. Los ejes de problematización sobre la experiencia: algunos interrogantes iniciales relevantes sobre la misma.....	10
6.2. Desarrollo conceptual de las dimensiones desde las que se sistematizará y analizará conceptualmente la experiencia.....	11
6.2.1. La dimensión curricular y las tensiones entre campo académico y campo profesional .....	11
6.2.2. La “formación práctica” de los profesionales universitarios: reflexiones y perspectivas .....	16
7. Reconstrucción de la experiencia .....	20
7.1. Reconstrucción Temporal desde el enfoque de los cambios curriculares y los contextos tecnológicos .....	20
7.1.1. Contexto técnico y académico en la época del plan 1980 .....	21
7.1.2. Contexto técnico y académico en la época del plan 1988 .....	23
7.1.3. Contexto técnico y académico en la época del plan 2002 .....	24
7.1.4. Cambios sobre el plan 2002 y características de la innovación.....	25
7.2. Recuperación de experiencias y objetivos desde el punto de vista de los docentes protagonistas.....	26
7.2.1. Ideas de cambios.....	27
7.2.2. Obtención de materiales para la ejecución de las Prácticas.....	30
7.2.3. Primeras Experiencias .....	31
7.2.4. Cambios graduales en base a los primeros resultados .....	32
7.3. Reconstrucción desde el punto de vista de los contenidos incluidos.....	34
7.3.1. Inserción gradual de ejercicios que aplican conceptos introducidos por otras materias de la carrera .....	34
7.3.2. Ejemplo de puesta en acto de la propuesta de innovación. Secuencia didáctica de un tema de práctica: Máquinas en estado finito.....	38
8. Análisis y reflexiones: evaluación de la experiencia, logros y desafíos .....	49
8.1. ¿Por qué el énfasis en la enseñanza práctica?.....	49
8.2. ¿El proceso sistematizado puede considerarse como una innovación? .....	51
8.3. Opinión de los nuevos estudiantes sobre la incidencia de la materia CDM en la carrera .....	56
8.4. Reflexiones Finales.....	59
9. <b>Bibliografía</b> .....	63
10. Anexos.....	65
10.1. Entrevista al Ing. José Rapallini, Profesor Titular en el período 2006 a 2018. Algunas cuestiones en la sobre innovaciones en la materia Circuitos Digitales y Microprocesadores .....	65
10.2. Entrevista al Ing. Eduardo Cortizo, Jefe de trabajos prácticos en el período 2006 a 2009. Algunas cuestiones sobre innovaciones en la materia Circuitos Digitales y Microprocesadores.....	68
10.3. Anécdota de clases.....	71
10.4. Planes de Estudio y Programas.....	74
10.4.1. Planes de Estudio de Ingeniería en electrónica.....	74
10.4.2. Programas Temáticos de Circuitos Digitales y Microprocesadores desde 1980 a 2018.....	82

## **1. Título**

Sistematización de una Innovación en la enseñanza práctica de Circuitos Digitales

## **2. Resumen**

El presente proyecto trata sobre la sistematización de una materia de grado de los últimos años de la carrera de ingeniería en electrónica. En ella se produjo una innovación en los modos de impartir la práctica y las evaluaciones, modificaciones sobre el llamado currículum en acción. La sistematización busca el análisis crítico de los procesos generados enfocándolos desde el punto de vista de dos perspectivas principales como la curricular con las tensiones entre el campo académico y el campo laboral y la relación teoría-práctica de cara al futuro ámbito laboral. Se pretende recuperar el relato histórico de algunos protagonistas y los objetivos que los llevaron a introducir la innovación. Se da cuenta de los procesos de aprendizaje propiciados por las estrategias metodológicas planteadas en el aula, tratando de recuperar la suficiente información desde el análisis de la experiencia, que posibiliten sentar las bases de un proyecto de cambio curricular en el área de las disciplinas tratadas.

## **3. Contextualización y fundamentación del tema y el abordaje metodológico del TFI**

El Trabajo Final Integrador desarrollado en el marco de la carrera de Especialización en Docencia Universitaria, tiene como objetivo la sistematización de una experiencia de innovación curricular de la cual fui partícipe, realizada en la Cátedra Circuitos Digitales y Microprocesadores de la Carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

En cuanto a lo que significa un proceso de sistematización no hay un acuerdo total sobre todas las características que debe poseer. Analizando las diferentes concepciones, Jara (2003) concluye que: “La sistematización es aquella interpretación crítica de una o varias experiencias, que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, descubre o explicita la lógica del proceso vivido, los factores que han intervenido en dicho proceso, cómo se han relacionado entre sí, y por qué lo han hecho de ese modo.” (Jara Holliday, 2004, p6).

Se constituye como una tarea de análisis crítico y reflexivo de una experiencia pedagógica determinada y sobre la que queremos conseguir o extraer conclusiones sobre los procesos acontecidos o vivenciados en función de la construcción de saberes pedagógicos y la prospección de futuras líneas de acción en el campo en que se realizó la experiencia recuperada.

Según Jara, en general se suele proponer una serie de puntos comunes como:

- La sistematización de una experiencia produce un nuevo conocimiento, un primer nivel de conceptualización a partir de la práctica concreta, que a la vez que posibilita su comprensión, apunta a la trascendencia, a ir más allá de ella misma. En este sentido, nos permite abstraer lo que estamos haciendo en cada caso particular y encontrar un terreno fértil donde la generalización es posible.

- La sistematización, al reconstruir el proceso de la práctica, identificar sus elementos, clasificarlos y reordenarlos, nos hace objetivar lo vivido, hacer un alto para tomar distancia de lo que hemos experimentado vivencialmente y convertir así la propia experiencia en objeto de estudio e interpretación teórica, a la vez que en objeto de transformación.

- La sistematización pone en orden conocimientos desordenados y percepciones diversas que surgieron en el transcurso de la experiencia. Asimismo, explicita intuiciones, intenciones y vivencias acumuladas a lo largo del proceso. Al sistematizar, las personas recuperan de manera ordenada lo que ya saben sobre su experiencia, descubren que aún no saben acerca de ella, pero también se les revela lo que aún no saben que ya sabían.

- Al sistematizar no sólo se pone atención a los acontecimientos, a su comportamiento y evolución, sino también a las interpretaciones que los sujetos tienen sobre ellos. Se crea así un espacio para que las interpretaciones sean discutidas, compartidas y confrontadas.

En este caso la experiencia a sistematizar se sustenta sobre una innovación en torno de las características de desarrollar la práctica en una materia de grado, su relación con la teoría y los efectos que se buscaron producir en la adquisición de habilidades a utilizar en el ámbito laboral por parte de los estudiantes.

#### **4. Caracterización descriptiva de la experiencia**

La materia de grado mencionada y objeto de la sistematización fue “Circuitos Digitales y Microprocesadores” (que en adelante la referiremos como CDM) fue creada alrededor de los años '80 junto con el área temática misma de Sistemas Digitales y Computadoras que abarcaba otras 3 materias. A partir de un cambio de plan de estudio en el año 1988 se constituyó en una de las 3 ramas temáticas y de especialización selectiva en las que se dividía la carrera de Ingeniería en Electrónica: Control, Comunicaciones y Sistemas Digitales. El área se desarrolló a partir de un laboratorio de investigación (CeTAD) creado por el Ing. Antonio Quijano, luego de volver de sus estudios de Postgrado en Francia, a pedido del Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería.

El conjunto de las materias del área abarcan el tratamiento básicamente de Arquitecturas de Computadoras, desde sus circuitos más sencillos hasta sus versiones más modernas y complejas. CDM se dicta en el segundo semestre de cuarto año y es meramente tecnológica, encuadrada en lo que se conoce como ciencias aplicadas, ya que aborda temas relacionados con los microprocesadores: entendidos comúnmente como “el cerebro de todo sistema de cómputo”, lo cual implica que los contenidos a abordar se deben actualizar periódicamente, más aún que cualquier materia relacionada con la tecnología. Por otro lado la asignatura se relaciona con otra materia previa y otras dos posteriores que completan la modalidad optativa del área de Sistemas Digitales.

Desde sus inicios y durante el período previo al que se encuadra esta experiencia, la cátedra se desarrolló de una manera que podríamos llamar tradicional en relación con la modalidad dominante de dictado de clases en ese contexto. Esto es, un profesor dictando los contenidos teóricos en clase magistral, con la utilización de sólo el pizarrón para hacer diagramas de arquitecturas y circuitos. Por otro lado, un equipo de práctica con JTP y ayudantes que guiaban a los alumnos en la solución de trabajos prácticos desprendidos de la bibliografía, y al que me sumé tras las primeras etapas de innovación que se fueron produciendo.

En principio solamente se trataba de ejercicios de cálculo y escritura en papel de aplicación de los contenidos teóricos. Más adelante se incluyeron algunos rudimentos de programación en lenguajes de bajo nivel (los más cercanos a la máquina y los circuitos en sí, en contrapartida con los lenguajes de alto nivel con un nivel de

abstracción mayor, más cercanos y amigables al usuario humano), pero aun así apenas podían ser probados con algún simulador. Lo mismo acontecía en cuanto a las evaluaciones, que no se desprendían del esquema clásico de exámenes parciales o finales escritos. La misma metodología se ejecutaba en las materias subsiguientes, con niveles más avanzados y complejos en las arquitecturas de computadoras.

Las dos materias posteriores a CDM eran optativas en el Plan de Estudios, en una organización curricular en la que para ser acreedor al título, el estudiante debía optar por cursar las tres materias correspondientes a un área entera y complementándolas con un mínimo de otras tres materias de las áreas restantes, a elección.

Generalmente, la materia final de la carrera se plasmaba en un Trabajo Final integrador en la que el inminente ingeniero en electrónica diseñaba e implementaba físicamente un determinado proyecto, en general, un dispositivo electrónico con una determinada aplicación. Esta modalidad continúa actualmente, pero con algunas variaciones y a la que se sumaron actividades de prácticas profesionales supervisadas.

Los conocimientos de las tres áreas principalmente, si bien relacionadas, podían mantenerse relativamente independientes a partir de un núcleo temático básico dado en materias dictadas hasta el tercer año de la carrera.

Las prácticas reales en sí dentro de cada materia, si bien fueron importantes y efectivas hasta algunos años antes de la década del '90 del siglo pasado, ya sea por el contexto tecnológico o el financiero fueron disminuyendo paulatinamente y salvo contados casos, el alumno llegaba al final de la carrera con un amplio bagaje de conocimientos matemáticos y teóricos pero pocos en cuanto a la experiencia real con dispositivos utilizados en la industria o en el futuro ámbito laboral. Ésta experiencia se obtenía mínimamente durante el Trabajo Final o era relegada directamente al trabajo fuera del ámbito académico.

Asimismo, en el caso de Ingeniería se evidenció en algunos diagnósticos institucionales que se trataba de una carrera estipulada para 6 años, pero que tenía un promedio real de cursada que se extendía varios años más de duración real y sin otorgar mayor experiencia práctica. Si bien eso sigue siendo un problema en la actualidad, se han venido realizando esfuerzos para mejorar las trayectorias de los estudiantes y sus experiencias de formación.

En el momento en que se comenzó a realizar la experiencia que será objeto de esta sistematización, se partió de un diagnóstico en el que se visualizaba que parte de las cargas de frustración y de mayor esfuerzo recaía en el Trabajo Final, en razón de que, lo que no adquirían como experiencia real en las materias dedicadas a los temas en cuestión, hacía que las mismas debían ser revisadas, repasadas y experimentadas durante la implementación de dispositivos físicos, dónde aparecían un sinnúmero de cuestiones particulares, tecnológicas y metodológicas que no habían sido consideradas dentro de las generalidades teóricas de cada materia y que engloban un repertorio de habilidades que sólo se suelen adquirir a fuerza de errores y experimentación, en el ejercicio de la propia práctica profesional concreta.

Aún en el contexto de la discusión sobre los conocimientos que debe adquirir un ingeniero, en su función de diseñador o planificador dejando las habilidades más prácticas para realización de un técnico, se evidenciaban carencias conceptuales entre los aspectos reales y los aspectos ideales con los que se trabajaba muchas veces en el ámbito académico.

En la década del 80, aun las computadoras e instrumentos destinados a las prácticas digitales eran de un costo muy elevado, debido a su reciente desarrollo, razón por la cual no se destinaban a la utilización de los alumnos en general, sino que se restringían principalmente a las áreas de postgrado e investigación. Normalmente, ese sigue siendo el paradigma, pero el exponencial desarrollo de las computadoras y de muchas tecnologías en general, en forma acelerada en el tiempo, su popularización y globalización, también hizo que los costos disminuyeran, incrementando las posibilidades de accesibilidad de presupuesto en las cátedras, así como también de los alumnos en forma particular.

Es así como, en forma contemporánea al retiro jubilatorio del profesor titular históricamente a cargo de las materias del área de Sistemas Digitales alrededor del año 2006, asume el cargo de titular de la materia CDM, uno de los profesores que también se desenvolvía desde bastante tiempo antes en la cátedra de Trabajo Final. En este momento, para el nuevo plantel docente, las necesidades de experimentación, y de realización de práctica eficiente en los modos y en el tiempo eran claras y se comenzaba a plantear la idea de competencias como proceso formativo de cara al mundo laboral. El contexto para modificar la metodología y aprovechar los nuevos recursos disponibles

era propicio y se veían las condiciones para proponer innovaciones, empezando por una materia y tratando de que se propague al área y en general. Por otra parte, se notaba un entusiasmo de los alumnos ante estas perspectivas, que se evidenciaba en algunos cursos extracurriculares improvisados.

Se puso en marcha entonces, una experiencia pedagógica que se centró en el fortalecimiento de las experiencias de práctica profesional ofrecidas a los estudiantes durante la formación del grado.

Por tal motivo, y habiendo sido partícipe de la misma, considero sumamente relevante desarrollar un trabajo de sistematización de la experiencia que posibilite comprender las ideas iniciales sobre sus principales aportes formativos, y aquellas que permitieran asimismo difundirla y conformarse en un aporte para otras áreas de formación profesional en la Universidad.

## **5. Objetivos del TFI**

### ***Objetivos Generales:***

Desarrollar un proceso de reflexión conceptual, organizado sistemáticamente, sobre el diseño, la puesta en marcha, los procesos generados y los resultados de una experiencia de innovación llevada adelante desde el año 2006 en el desarrollo curricular de la asignatura Circuitos Digitales y Microprocesadores en la Carrera de Electrónica de la Facultad de Ingeniería, a partir de dimensiones específicas de análisis desde las cuáles se buscará promover la construcción de conocimientos sobre la misma.

### ***Objetivos Particulares:***

- Dar cuenta de los fundamentos de las estrategias metodológicas planteadas en el aula, centradas en la adquisición de habilidades prácticas del alumnado en relación con su futuro cercano en el entorno laboral.
- Identificar las potencialidades de procesos que no fueron contemplados previamente, a través de la interpretación crítica y el ordenamiento de las experiencias y percepciones adquiridas por el plantel docente en el marco de la realización de la innovación desarrollada.
- Identificar las diferencias didácticas implementadas en el marco de la propuesta, a través de la creación de instrumentos de recolección de información sobre las habilidades desarrolladas por los estudiantes durante el curso, en función de

plantear posibles mejoras o consolidar aquellos procesos que se consideren adecuados.

- Obtener la suficiente información desde el análisis de la experiencia, que posibiliten sentar las bases de un proyecto de cambio curricular en el área de las disciplinas tratadas y las modificaciones en la metodología actual en base a las necesidades y resultados surgidos de la experiencia en una materia en particular y en función de las innovaciones proyectadas en sus inicios.
- Intentar plantear la promoción, desde el análisis de los sentidos de esta experiencia, de una mirada más amplia que abarque todo el grupo de materias del área con vistas a propiciar la conformación de una sola unidad metodológica, centrada en la intención curricular de acercar la experiencia del alumno a las actividades profesionales en sus futuros ámbitos de trabajo.

## **6. Desarrollo del proceso de sistematización**

### ***6.1. Los ejes de problematización sobre la experiencia: algunos interrogantes iniciales relevantes sobre la misma***

En este apartado se delimitan algunas de las dimensiones centrales que se intentará problematizar en torno de la experiencia desarrollada, a fin de analizarla a la luz de reflexiones pedagógicas que nos permitan configurarla como objeto de conocimiento y de generar posibilidades de transferencias de la misma en otras experiencias y prácticas:

¿Las modificaciones introducidas paulatinamente dentro de los procesos de dictado de práctica y evaluación concuerdan con aquellos ideados inicialmente por los docentes que las propiciaron?

¿Cuáles fueron las etapas que recorrió la estructuración metodológica de la asignatura en cuanto al desarrollo de las actividades prácticas?

¿La sistematización y su análisis reflexivo atravesado por diferentes dimensiones, permite detectar potencialidades no contempladas en referencia a la enseñanza teórico-práctica? ¿Los cambios en los métodos de desarrollar la práctica en la materia son posibles de expandir a otras materias?

¿Las variaciones metodológicas de desarrollo de las prácticas y los efectos producidos en el transcurso de los años desde su implementación permiten inferir la necesidad de una modificación curricular en el área a la que pertenece la asignatura?

## **6.2. *Desarrollo conceptual de las dimensiones desde las que se sistematizará y analizará conceptualmente la experiencia***

De acuerdo a los objetivos planteados la sistematización de la experiencia de innovación pedagógica referida deberá ser analizada a través de dos dimensiones principales:

- Currículum en acción.
- Enseñanza de teoría-práctica.

Y como consecuencia o motivos secundarios de reflexión

- Práctica y habilidades profesionales
- Evaluación práctica

La experiencia de innovación que es objeto de sistematización en el presente TFI, tiene como eje central el fortalecimiento de la formación pre-profesional de los estudiantes avanzados de la carrera de ingeniería, analizando la experiencia de modificación, no del currículum prescrito de una materia de grado, sino de los elementos que conforman el currículum denominado en acción, refiriéndonos con esto a las estrategias metodológicas modificadas y desarrolladas en la enseñanza actual de la utilización de sistemas digitales y brindar así información para la elaboración de políticas pedagógicas en otras materias afines del área.

En este sentido, la experiencia puede ser interpelada desde diferentes dimensiones que dieron lugar a esta intencionalidad que la atravesó desde sus inicios, enmarcados en problemáticas propias de la formación de profesionales en la universidad, de los modelos curriculares dominantes en estas instituciones, así como de las dinámicas y complejas relaciones entre campo académico y campo profesional. A continuación retomaremos estas dimensiones para pensar los sentidos y alcances de la experiencia.

### **6.2.1. La dimensión curricular y las tensiones entre campo académico y campo profesional**

Las nuevas prácticas profesionales, velozmente cambiantes en el campo de la ingeniería ponen en tensión constante los conceptos mismos de los currículums en sus distintos contenidos, así como las metodologías utilizadas, debido a la necesidad de la incorporación de nuevas tecnologías que complejizan la adquisición de los saberes o su renovación en cortos períodos de tiempo. Es necesario entonces definir los alcances que

se le dará a estas renovaciones, poniendo en relieve las características sobre el desarrollo curricular que exponen distintos autores.

La polisemia del término (currículum) se refleja en su uso indistinto para referirse a planes de estudio, a programas docentes, a su instrumentación didáctica, entre otros. Al decir de Contreras (1990) y recuperado por Sanz Cabrera (2003), es precisamente su naturaleza prescriptiva, ya que el currículum tiene que ver con la proposición de la enseñanza, la que origina todos los problemas a la hora de delimitar el significado del término. "La complejidad del concepto de currículum estriba en que ante cualquier delimitación del mismo siempre hay que definirse con respecto a una serie de disyuntivas, cada una de las cuales da lugar a distintas repercusiones, tanto en el plano del análisis como en el de las decisiones para la enseñanza".

Para Pansza (1990) el currículum consiste en "una serie estructurada de conocimientos y experiencias de aprendizaje, que en forma intencional se articulan con la finalidad de producir aprendizajes que se traduzcan en formas de pensar y actuar frente a los problemas concretos que plantea la vida social y la incorporación al trabajo".

Entre las primigenias definiciones elaboradas en esta dirección está la de Caswell y Campbell (1935) quienes plantean que el currículum está compuesto de todas las experiencias que los alumnos tienen bajo la dirección del profesorado.

El currículum universitario implica también una selección de la cultura (conocimientos, habilidades, valores, actitudes, sentimientos) que tiene un carácter intencionado y que responde también a determinantes políticos. Su finalidad es potenciar la formación de un profesional con un alto nivel científico técnico y con una formación humanista que propicie su participación como agente de desarrollo y transformación social.

Es posible diferenciar asimismo entre el Currículum Escrito o Explícito: este currículum, como su nombre lo indica, es aquel que se encuentra propiamente escrito, es decir, asentado en un programa y que generalmente en nuestro sistema educativo proviene generalmente de especialistas en educación, quienes están encargados de crear teoría curricular con base en sistema, modalidad de enseñanza, finalidad, entre otras cosas.

Por otro lado, "El Currículum en Acción se toma como aquel que solamente puede ser palpable a través de una observación detallada de los espacios educativos donde se

realiza la parte práctica de la educación, es decir, en el aula y/o en la institución. El currículum en acción no es sólo la simple ejecución práctica del currículum escrito, esto quiere decir que no existe una adecuación al cien por ciento entre ambas.” (Torres, 2004). En especial en esta versión de currículum es donde existe el desfase con lo planteado desde un inicio y en donde se genera la necesidad de recuperar los procesos acontecidos a través de una sistematización, ya que además se suman un sinnúmero de cuestiones no planeadas.

Es así como el currículum formal, que es la propuesta institucional de formación y aprendizaje para los estudiantes, constituye un marco pedagógico para el trabajo docente, pero las instituciones educativas se ven permanentemente interpeladas a impulsar procesos de innovación en su tarea cotidiana. Los postulados en cuanto a la flexibilidad en el currículum, parten (en necesidad de relacionar, vincular) de los cambios radicales que se producen en el ámbito de trabajo y de las múltiples formas en que las tecnologías modifican el desempeño profesional y la vida cotidiana, además de la acelerada innovación científica y los problemas sociales o económicos en constante cambio.

En contraposición a ello, el mundo del trabajo anterior a la evolución tecnológica de la era de la información (la era de la computadora) tendía a desarrollarse en términos más estables. Tal situación implicaba que la formación profesional debía garantizar el dominio de un conjunto de habilidades y destrezas básicas que se requerían, en general, para el desempeño profesional de un individuo durante toda su vida, manteniéndose estables durante largos períodos.

Por el contrario, en el contexto actual, se puede afirmar que resulta imposible prever los cambios que la tecnología impondrá en el diseño profesional en los próximos veinte años. Por consiguiente, en el mundo profesional es cada vez mayor el convencimiento de que, si bien hay un conjunto de habilidades básicas, es necesario contar con una formación que permita tanto actualizarse de manera permanente como generar habilidades para afrontar las nuevas situaciones. La flexibilización curricular ha sido planteada como una forma de posibilitar la introducción de estos cambios y evitar la excesiva rigidez del sistema educativo, y ha sido vista asimismo como una manera de promover también la movilidad estudiantil entre diversas instituciones. El discurso de la flexibilidad, en sí se fundamenta en la adaptación de los contenidos de los programas a

la evolución de la ciencia y la tecnología. No resulta muy claro qué se espera del desempeño docente en este caso, ni cuál debería ser la diferencia entre un profesor de un plan de estudios común y el de un plan de estudios flexible. Por lo que empieza a configurarse más desde un enfoque interpretativo en la actividad docente en donde la práctica reflexionada sirve de fuente para la toma de decisiones. En tanto esta diferencia de desempeño se forja durante la acción, sólo es posible cotejarlos a través de un análisis crítico dejando pasar el tiempo y tomando distancia de lo acontecido.

Por otro lado los enfoques curriculares y de enseñanza centrados en la edición y formación de competencias aplicados al currículum resultan más complejos, en la llamada “enseñanza por competencias”. En este caso se comprueba que no sólo no se cuenta con una definición aceptada del término ni con una noción clara de lo que se puede denominar “competencia”, sino que además no se observa una línea de experiencia sólida que permita aplicar este término a la realidad escolar y a cada uno de los niveles del sistema educativo. Se suele aceptar que una competencia es algo más que una información, y que no se limita a una habilidad, sino que se concibe como “una capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos pero que no se reduce a ellos”. (Perrenaud, 2001) Tal vez, esto tenga que ver con el dinamismo de la información, el creciente volumen de ésta y la necesidad de la división de las especialidades en súper-especialidades. Las habilidades necesarias, además se superponen en reducidos períodos de tiempo, no se hace posible el mero reemplazo de una con otras más recientes, debido a la co-habitabilidad de diferentes tecnologías. Esta manera de concebir un currículum, puede generar en algunos casos determinados, un desarrollo transversal de los saberes de distintas disciplinas, ya que exigen una mayor integración de conocimiento y habilidades en la resolución de problemas profesionales. La innovación proyectada en la sistematización que se llevará a cabo en este trabajo tiene como punto de partida esta condición. Un tema que la cuestión de la enseñanza por competencias ha puesto nuevamente sobre el tapete es la dicotomía entre lo que Perrenaud (2001) denomina educación erudita y la educación para resolver problemas. Pues ambos tipos de saberes contribuyen al proceso de formación de un ciudadano o de un profesional, y algunos enfoques por competencias resultan reductores de esta complejidad. Por otro lado es cada vez mayor la dificultad en establecer una diferenciación entre aquellos conocimientos que se

consideran básicos, de una disciplina o de una estructura conceptual, y aquellos otros que corresponden a las problemáticas colindantes.

Desde un análisis de lo curricular, la pedagoga mexicana Alicia de Alba (1995) define un conjunto de campos diferenciados que configuran al currículum universitario, señalando que en los mismos existen componentes de cada uno de estos, los cuáles se requiere reconocer y diferenciar, y a asimismo integrar. De este modo distingue los siguientes campos que se articulan con los sentidos de la innovación desarrollada:

-La necesidad de una buena base teórica apuntando al **campo epistemológico-teórico**, debido a que se considera que en todo ámbito educativo debe existir necesariamente una buena base teórica, sobre la cual se apoya la innovación planteada. Principalmente se aspira a lograr una mejor formación que repercuta en la posibilidad de producir nuevos conocimientos, lo cual está directamente relacionado con la necesidad de fortalecer una formación epistemológica que permitirá al alumno comprender la teoría y ejercitar el razonamiento sobre el cual se generaron los conocimientos teóricos.

La innovación a estudiar, claramente se centra desde sus bases en el **campo científico – tecnológico** debido a que se está aplicando en la carrera de Ingeniería en Electrónica, la cual se define como una disciplina totalmente tecnológica y cuyos contenidos sufren cambios y aportes continuamente debido a los avances de la ciencia y la tecnología. En principio, la innovación consiste en tratar de incorporar a las prácticas elementos que permitan no solamente aplicar los conocimientos teóricos, sino también comprenderlos; está más que comprobado que aplicar los conocimientos adquiridos en problemas de práctica ayuda a comprender su concepción y le agrega una lógica a su razón de ser. Básicamente, los elementos agregados a la práctica son totalmente tecnológicos y como tales van adquiriendo obsolescencia con el correr del tiempo, es por eso que esta innovación requiere la actualización de dichos elementos de manera periódica, exigiendo la incorporación de manera ágil de los avances que se producen de manera acelerada en estos campos del conocimiento. Estos avances también contemplan la incorporación de nuevos contenidos, los cuales deberán incorporarse de manera significativa y no aislada o desarticulada.

Otro de los campos con mucha presencia en la innovación a sistematizar, son los **elementos centrales de las prácticas profesionales**, se considera importante que en la estructura curricular se cuente con un espacio que tenga en cuenta los aspectos de las

prácticas profesionales, principalmente de las emergentes, en este sentido la innovación propone realizar las prácticas con equipamiento de desarrollo que se utilizarán en la vida profesional del ingeniero, en donde no solamente se realizan prácticas que permiten comprender y relacionar los conceptos teóricos, sino que también se utilizan maneras y elementos actuales que luego serán aplicados durante las prácticas profesionales. En la actividad profesional, hay determinadas herramientas y métodos que se deben conocer y saber aplicar dependiendo de la problemática a resolver. Es por eso que se considera que se deben aplicar en los últimos años de carrera, proveyendo al alumno una confianza adicional al momento de ingresar en el ambiente profesional. Para esto se requiere de un espacio curricular abierto que permita dicha incorporación y pueda funcionar como un espacio curricular de educación permanente.

Al respecto, Alicia de Alba (1995) señala la importancia de conceptualizar la práctica de tal manera que se recupere en su relación con la teoría, en la medida en que la teoría potencia a la práctica y en el contexto de la polémica de la relación entre campo académico y campo profesional. La autora considera que hay que tener en cuenta, tanto que la práctica profesional se define en el mercado de trabajo, como que es importante que en la estructura curricular se cuente con un espacio que recupere los aspectos de las prácticas profesionales, principalmente de las emergentes, ya que este tipo de formación implica una vinculación significativa del estudiante con las posibles prácticas que va a desarrollar cuando concluya su carrera universitaria. (De Alba, 1995)

Refuerza la idea de que se reconozca la importancia, necesidad, significatividad y, autonomía relativa de una formación teórica universitaria, al mismo tiempo que se reconozca la importancia de asumir ciertos contenidos que provienen del mercado de trabajo, de la práctica profesional, en el proceso de determinación curricular, así como, en última instancia, el reconocimiento de la potencialidad que se encuentra en la formación universitaria para coadyuvar a la determinación de ciertos aspectos de la práctica profesional.

### **6.2.2. La “formación práctica” de los profesionales universitarios: reflexiones y perspectivas**

De acuerdo a lo expresado por Morandi (1997) en su trabajo sobre la relación teoría-práctica en la formación de profesionales, uno de los sentidos del problema de la formación de los universitarios aparece cuando se parte de cierto reconocimiento de la

falta de preparación de muchos egresados de las aulas universitarias para resolver los problemas que se les presentan en sus primeros ámbitos de ejercicio profesional, o una dificultad para insertarse en el campo profesional. Este hecho, podría deberse, entre otras razones, a la escasez de espacios de práctica en la formación, entendida ésta como la oportunidad para desarrollar en instancias formativas las destrezas y competencias que supone el ejercicio profesional. La autora señala, recuperando a Santoni (1994) que en la edad media, la formación en las artes de los primeros campos laborales, todo el aprendizaje era a tal punto inseparable del ejercicio laboral, que estaba involucrado en su secreto, de modo de no dejar así ninguna huella específica. (Santoni,1994:62)

De la misma manera, Bourdieu señala que “La excelencia (es decir, el dominio práctico en su forma acabada) ha dejado de existir desde que nos preguntamos si puede ser enseñada, desde que pretendemos fundar la práctica conforme sobre reglas extraídas por necesidades de la transmisión, de la práctica de épocas anteriores o de sus productos”. (Bourdieu, 1991, citado en Morandi, 1997), dejando subyacer la idea de que al tiempo de que la educación universitaria comenzó a hacerse masiva, se comenzaron a perder aquellos modos utilizados en las profesiones artesanales en las que las habilidades técnicas se transmitían como secretos muy bien guardados entre el maestro y sus aprendices. Como es lógico, al igual que en las líneas de montaje industrial en contrapartida al trabajo artesanal, en la formación de profesionales, la masividad hace difícil la transmisión de aquellos detalles que antaño se presentaban como secretos de los maestros y que precisamente constituían el compendio del aprendizaje esencialmente práctico como sustanciación de lo teórico. Estos secretos que llevan a prácticas de excelencia, en lo que ha habilidades profesionales se refieren, siguen postergándose a una etapa post-formación debido principalmente a su falta de generalidad.

De acuerdo con Schön el currículum normativo de los centros de formación de profesionales presenta en primer lugar las ciencias básicas pertinentes, a continuación las ciencias aplicadas, y finalmente un prácticum en el que se supone que los alumnos aprenden a aplicar el conocimiento basado en la investigación a los problemas de la práctica cotidiana (Schön, 1993). En algunas disciplinas, como la medicina, este prácticum se puede ver muy bien en las llamadas residencias, en las que si bien ya se constituye como trabajo profesional rentado, se continúa con una enseñanza práctica de especialización en el terreno mismo. Una formación práctica post-grado de este estilo,

no es tan común en el campo de las ingenierías, aun cuando en muchas empresas se ofrezca capacitación.

Los que se dedican a la profesión de la enseñanza han manifestado, cada vez con más insistencia, su preocupación sobre la falta de conexión existente entre la idea de conocimiento profesional que prevalece en las escuelas profesionales y aquellas competencias que se les exigen a los prácticos en el terreno de la realidad. Un eminente profesor de ingeniería, a propósito de un comentario sobre la falta de atención al diseño técnico en las escuelas superiores de ingeniería, observaba hace casi veinte años que si el arte del diseño técnico fuese conocido y constante, podría enseñarse; pero no es constante, y precisamente es como lo señalábamos anteriormente lo que también le quita generalidad.

En consonancia con Schön, también es muy común hoy en día, observar que muchos docentes expresan su insatisfacción ante un currículum profesional que no puede preparar a los estudiantes para adquirir su competencia en aquellas zonas indeterminadas de la práctica. El autor plantea asimismo que algunas posturas conectan los problemas de los centros superiores de formación de profesionales con una crisis multidimensional de la Universidad y claman por una revisión fundamental de la naturaleza y la conducta de la preparación que se da en las Universidades. Indica que comentarios de este tipo atribuyen la falta de conexión entre las escuelas profesionales y los centros de trabajo, la investigación y la práctica a una concepción inadecuada de la competencia profesional, de su relación con la investigación científica y académica. Desde este punto de vista, si existe una crisis de confianza en las profesiones y en sus centros de formación, su origen reside en la epistemología de la práctica que hoy prevalece (Schön, 1993).

Martin Rein y Sheldon White (1980) han observado también que la investigación como extensión del ámbito académico y de formación, no sólo se ha distanciado de la práctica profesional, sino que también ha sido capturada de un modo creciente por su propia agenda, divergente de las necesidades e intereses de la práctica profesional.

Este problema surge, muy bien señalado por Schön en sus estudios sobre el trabajo de John Dewey (1938), cuando, en las primeras décadas de este siglo, las profesiones comenzaron a apropiarse del prestigio de la Universidad, instalando sus centros de formación en el marco universitario, con lo que la «profesionalización» significó la

sustitución del arte por el conocimiento sistemático, preferentemente científico. A medida que se ha ido produciendo una toma de conciencia de la crisis de confianza en el conocimiento profesional, los formadores han empezado una vez más a ver el arte como un componente esencial de la competencia profesional, y a preguntarse si las escuelas profesionales pueden o deberían hacer algo sobre ello y, en este caso, cómo la preparación para el arte puede hacerse en coherencia con el currículum profesional básico de ciencia aplicada y tecnología. Los estudiantes aprenden mediante la práctica o ejecutar aquello en lo que buscan convertirse en expertos, y se los ayuda a hacerlo así por medio de otros prácticos más veteranos que les inician en las tradiciones de la práctica: «Las costumbres, los métodos y los estándares de trabajo de la profesión constituyen una "tradicición"... la iniciación en la tradición es el medio por el que se liberan y se dirigen los poderes de los aprendices"(Schön en su cita sobre Dewey, 1992)

En la misma línea, según Lucarelli (1994), “si bien generalmente nuestras instituciones educativas tienden a tratar todas las disciplinas como teóricas, los momentos dedicados a las prácticas sirven generalmente para la "aplicación" de aquello que se ha trabajado teóricamente. Esquemáticamente se considera que la competencia práctica comienza donde termina el conocimiento teórico, sin propiciar que aquella pueda ser, por ejemplo, el origen de reflexiones que permitan enriquecer lo logrado teóricamente" Lucarelli (1994, p13)

En el decir de Abate (2015), “La formación universitaria, frente a la renovada demanda de significatividad de los aprendizajes reclama la articulación teoría-práctica, el adelantamiento de los modos de ejercer la profesión posteriormente, la inclusión de nuevos saberes debido a las exigencias de los cambios en los distintos ámbitos de actuación profesional (por ejemplo en el caso de Derecho la implementación del juicio por jurados) y el avance en la reflexión respecto de la enseñanza en distintos campos disciplinares”.

Por otro lado, Machiarola señala que diversos estudios (Schön, 1987; Fenstermacher, 1986; Feldman, 1996) han mostrado que la competencia práctica y la habilidad profesional suponen un tipo de conocimiento o saber que se diferencia sustancialmente del saber formalizado o académico. Los trabajadores que practican determinados oficios y los profesionales, en este caso de la enseñanza, enfrentan problemas inciertos, confusos y poco estructurados que se resisten a una aplicación de teorías y técnicas

formalizadas basadas en la investigación científica. Resuelven, por lo general, casos únicos que no encajan en las teorías existentes y que además encierran profundos conflictos de valor. (Macchiarola, 2006, p5), y en sentido contrario, el desarrollo teórico y generalizado, con una sólida estructura formal, que se desprende del ámbito académico o científico, suele carecer o pasar por alto una infinidad de detalles prácticos propios de tareas u oficios particulares. Esta carencia proviene del constante conflicto sobre qué incluir, que tratar de forma más profunda y que de forma más superficial en los contenidos de un curso con una duración acotada en el tiempo. Un desarrollo profesional en un oficio en particular, restringe el campo de acción a una serie de tareas y habilidades que tienen competencia en esa estrecha ventana de su particularidad.

Además, de acuerdo al contexto político-social actual, vemos que se ponen de manifiesto ciertas tensiones en la educación universitaria, tales como “la necesidad de mejorar la calidad de sus egresados a la par que se exige aumentar el número de egresados en aquellas carreras científicas tecnológicas para dar respuesta al proceso industrialización anhelado por el Estado, como así también ser eficiente en el uso de los fondos públicos.” (Abate, 2015)

Se puede hablar entonces, de un proceso de *socio-construcción* del conocimiento profesional: está constituido por representaciones individuales construidas sobre la base de experiencias adquiridas en entornos sociales y culturales (Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993). En estas prácticas culturales incluimos las experiencias educativas del docente a lo largo de su historia como alumno y como profesor, su biografía escolar que se activa según las demandas de la tarea, y son tales conocimientos educativos transmitidos en los diversos roles, los que pueden recuperarse y sistematizarse a través del análisis y la reflexión sobre procesos ya producidos.

## **7. Reconstrucción de la experiencia**

### ***7.1. Reconstrucción Temporal desde el enfoque de los cambios curriculares y los contextos tecnológicos***

La trayectoria del curso que tenemos por objeto puede delimitarse temporalmente en algunos puntos que llevan relación con la época donde transcurrió, así como los cambios curriculares que se sucedieron en distintos casos. Si bien el cambio es continuo o por lo menos reproducible en intervalos discretos de tiempo a través de los distintos cursos ininterrumpidos, los contextos de ejecución pueden delimitarse más claramente

durante las distintas etapas de organización curricular. A lo largo de más de 20 años de dictado continuo con algunos de los actores presentes en mayor o menor grado, aún es posible distinguir unas pocas grandes etapas, relacionadas con la dimensión del currículum:

- Creación del área de digitales – plan 1980
- Cambio estructural de materias – plan 1988
- Innovaciones digitales – plan 2002

Es en éste último período mencionado dónde se encuadra completamente la sistematización, ya que durante tal etapa temporal es cuando se implementaron los cambios innovativos respecto a los métodos, contenidos e inclusive personal docente previos.

A partir de aquí, un nuevo cambio se efectuó en 2018 pero aún no se ha implementado pues no ha alcanzado al cuarto año de las carreras, pero posteriormente podrán hacerse algunas referencias hacia dónde se dirigen los nuevos procesos.

### **7.1.1. Contexto técnico y académico en la época del plan 1980**

Las primeras computadoras comerciales se fueron desarrollando a lo largo de la década del '70 del pasado siglo. Estas computadoras iban dejando de ser grandes estructuras de circuitos analógicos del tamaño de habitaciones o grandes armarios para dar paso a los microprocesadores y las primeras microcomputadoras, recordemos que el primer procesador comercial para calculadoras fue el 4004 de Intel (1971), de aquí, año a año se fueron sucediendo desarrollos cada vez con mejores desempeños y más económicos. Se estaba dando paso a la era de las computadoras personales, el cambio de paradigma de las grandes salas de cómputo de uso científico a la utilización individual con las computadoras personales o en mejor manera “familiares”. Para 1978, 1979 ya se contaba con los procesadores 8086 y 8088 de Intel que se integrarían en la IBM PC comercializada a partir de 1981 y considerada conceptualmente, tal vez como la primera computadora tal como las conocemos actualmente, que aunque muy primitiva, fue de distribución masiva.

En esa época la generalidad de las materias se desarrollaban a través de un planteo clásico, propio de una racionalidad empírico-analítica, dominante tiempo atrás. Los

contenidos estaban basados en el libro de cabecera y se dictaban prácticamente de la misma manera en que se lee un libro de corrido. Todo esto obligaba al alumno a utilizar la imaginación para entender elementos tan complejos y aprender de memoria los contenidos teóricos.

La Práctica estaba supeditada solo a algún tipo de aplicación de lo enseñado en teoría. El curso giraba en torno a la historia y evolución (moderada, no demasiado actualizada) de microprocesadores y sus partes constitutivas. Se enseñaba un lenguaje de programación para estos dispositivos, de bajo nivel que si bien es más apropiado para comprender los aspectos más básicos de funcionamiento de un procesador, no había forma de verificar si los ejercicios realizados estaban bien resueltos, debido a que los mismos tenían que ser escritos necesariamente en papel y no se recurría a la utilización de simuladores, ya que no los había tampoco, por lo menos de un nivel didáctico que los justificara.

En líneas generales, el alumno aprendía todo en forma abstracta sin contacto con dispositivos electrónicos reales, práctica que tal vez se esperaba que ocurra en el ámbito profesional a partir de la aplicación de una gran amplitud en la base teórica.

Al mismo tiempo, desde una lectura institucional, estos procesos de enseñanza se dan en el marco de una Facultad con una tradición histórica particular, en el contexto de un plan de estudios que prevé un recorrido por diversas parcelas del conocimiento y de las prácticas profesionales que condiciona y enmarca lo que sucede al interior de las propuestas de las cátedras o cursos particulares, su secuencia, sus diferencias y sus vínculos. Finalmente, desde una mirada aún más amplia, el aula universitaria configura un tipo de vínculos que adquieren sentido al interior de la institución “Universidad”, anclada históricamente en la legitimidad científica de los saberes que transmitía y en el estatus económico y social al que habilitaba a aquellos que pasaban exitosamente por sus aulas. Los vínculos de los estudiantes con la “experiencia universitaria”, con los saberes y con los docentes no son ajenos a las transformaciones de la relación entre la Universidad y la sociedad, los campos profesionales y el estatus de la ciencia como saber específico. Estas condiciones y dimensiones adquieren, además, características singulares en diferentes campos y disciplinas de formación, de modo que son diversos los contextos y cambios que impactan, por ejemplo, en las disciplinas científicas o profesionalistas. Es en tales disciplinas, dónde se comenzaron a notar algunas

necesidades de cambios, siguiendo el trazado de los cambios socio-económicos que se fueron sucediendo y del que el ámbito académico no puede abstraerse o desarticularse.

Dentro del plan de materias para la carrera de Ingeniería en Electrónica (ver Anexo I), sólo se contaba con 2 materias de lo que posteriormente sería el Área de Sistemas Digitales y Computadoras, éstas eran “Introducción a los sistemas Lógicos y Digitales”, materia que se ha mantenido prácticamente con el mismo contenido desde el plan 80, ya que incluye conceptos básicos, actualizando sólo las tecnologías referidas. La otra materia era precisamente la primera versión de Circuitos Digitales y Microprocesadores que se incluía en sexto año como una materia opcional, ya que trataba temas que en esa época sólo manejaban los investigadores.

### **7.1.2. Contexto técnico y académico en la época del plan 1988**

Durante las décadas anteriores del '70 y '80 Japón y otras potencias competían cada vez más en los desarrollos electrónicos, para fines de los '80 comenzaron los primeros esfuerzos o atisbos de Inteligencia Artificial (IA), por lo que la popularidad de las computadoras comenzaba a dispararse, a ser de alcance popular con la llamada “quinta generación”. Aún las interfaces gráficas que terminaron de hacer “familiar” para el público en general, no estaban suficientemente maduras, pero precisamente en el año 1988 Intel irrumpe en el mercado con el 80386SX mejorando las versiones anteriores y empezando una carrera de mejoras año tras año.

El ámbito académico debía estar a la par de esta ebullición, los laboratorios de investigación en sistemas digitales podían tener acceso también a equipamiento moderno, era relativamente accesible, aun teniendo en cuenta que en nuestro país comenzaba unos años de dificultades económicas.

En paralelo con este entorno tecnológico, en la Facultad de Ingeniería, venía analizando que sus carreras tenían un grado de exigencia que hacía que el egreso de los estudiantes se alargara de manera ostensible. Las materias eran anuales y los alumnos acumulaban cursadas pues se les dificultaba rendir los exámenes finales en paralelo a las exigencias de regímenes de cursadas.

El cambio del plan '88 fue bastante radical en sus conceptos. Las materias ya no serían anuales con cursadas y examen final, con las teorías separadas de las prácticas. El nuevo concepto para todas las ingenierías planteaba un programa de 5 años con materias

semestrales o cuatrimestrales con aprobación por promoción, es decir, cursadas tipo intensivas con exámenes teóricos prácticos cuya suficiencia acreditaban directamente la aprobación de la materia sin pasar por la etapa de examen. Los exámenes finales se mantenían para aquellos que no alcanzaran notas mayores a 6 o 7 en el régimen de promoción. Según explicitaba el plan, las clases de teoría ya no serían las clásicas magistrales sino que se alternarían en los horarios con las prácticas y experimentación con el compromiso de que los alumnos debían acudir a clase con los temas leídos previamente. Los contenidos debían adaptarse ahora de ser anuales a un semestre o cuatrimestre en la práctica. Además se agregaba un sexto año a la carrera con 3 orientaciones optativas de las que el alumno podía optar por hacer una orientación completa y complementarla con créditos de dos materias más de las restantes orientaciones. Se continuaba contemplando un Trabajo Final Integrador.

En teoría el plan fue muy innovador para los estilos de la generalidad de las distintas facultades y estaba apuntado a incrementar el número de egresados por año. En la práctica, los primeros años fueron de conflicto y entusiasmo. Los contenidos debían ser cercenados con respecto a las materias anuales previas. Algunas de las materias se dividieron en dos distintas semestrales, pero en su mayoría los temas anuales fueron condensados y se disminuyó su tratamiento por parte de los docentes, algunos no se alcanzaban a dar, se veían superficialmente o contemplados como carga horaria extracurricular (de trabajo en el hogar). El cambio, en mi opinión, fue positivo. Si bien, algunos objetaban que el sistema anterior era mejor porque al estudiar el examen final se conseguía una síntesis integradora de los conocimientos adquiridos, con el nuevo formato se lograba el mismo efecto al comprimirlos en el tiempo y relacionar más íntimamente la teoría y la práctica. No trataremos sobre los resultados conseguidos con este cambio de modalidad en cuanto al aumento o disminución de egresados y el promedio de tiempo de duración de la carrera porque excede el alcance de este trabajo.

### **7.1.3. Contexto técnico y académico en la época del plan 2002**

Junto con el nuevo siglo, el desarrollo de computadoras se expandió en cuanto a diseños y popularidad a través del mundo de manera total. La mejora en las características de las memorias no sólo permitía mayores desempeños de velocidad y capacidad, promoviendo programas más grandes y complejos en las computadoras, sino que el incremento de integración favoreció el desarrollo de dispositivos autónomos de bajo consumo. El auge de Microcontroladores y dispositivos de lógica programable fueron

consecuencia directa de estos avances de tecnología. Los microcontroladores están diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Se incluyeron en innumerables dispositivos electrónicos, desde lavadoras hasta automóviles y se pueden encontrar como elemento principal en un reloj o en la estación espacial internacional. Ambas tecnologías, microcontroladores y lógica programable puede decirse sin duda que son el corazón de la electrónica actual.

Con la popularidad de la electrónica creciendo en forma desenfrenada se podía pensar que el incremento de alumnos también crecería de la misma manera. La era de la popularización de las computadoras, también traería divisiones en la temática y a las carreras de electrónica les surgió un competidor en el interés de los nuevos estudiantes, como fue la creación de la Facultad de Informática (1999), por lo que el incremento esperado en la matriculación se fue dividiendo.

El plan 1988 en ingeniería fue, como dijimos anteriormente, positivo en los términos para los que los cambios fueron pensados, pero la aparición de las nuevas tecnologías mencionadas requería también nuevos contenidos. Muchos desarrollos que hasta ahora sólo se mantenían en el ámbito de la investigación y era natural que se excluyeran del grado hacia el post-grado, comenzaban a verse en el común de la industria y la vida en general por lo que también eran objeto de interés en los estudiantes que recorrían los últimos años de la carrera y buscaban salida laboral. La práctica integradora de la carrera de ingeniería en electrónica se condensaba en el Trabajo Final y cada vez se notaba más las carencias de práctica en los temas digitales.

La “práctica docente” en tanto práctica social pone en acción un tipo de saberes particulares al que algunos autores denominan “conocimientos prácticos”. Supone la construcción de “esquemas de actuación” vinculados con las necesidades del hacer y con las condiciones objetivas de su ejercicio. Son saberes que se construyen en un contexto y sólo pueden ser comprendidos como respuesta a sus condiciones y exigencias.

#### **7.1.4. Cambios sobre el plan 2002 y características de la innovación**

Con el nuevo plan, se plantea la necesidad de formar y perfeccionar las habilidades técnicas del alumno mediante la utilización de dispositivos reales, apoyando sobre los contenidos teóricos las bases para los dispositivos manipulados en la práctica. La

necesidad de la innovación se centraba, no tanto en los contenidos del currículum prescripto sino más bien en las formas de aplicar los conocimientos teóricos mediante las prácticas y de evaluar los temas teóricos.

Los contenidos de los planes de estudio, debido a su generalidad, podían seguir considerándose como vigentes, todos los avances en la tecnología que agregaban mejoras de características y desempeños, podían aún asentarse sobre las mismas bases teóricas, pero distaban mucho de los lineamientos didácticos más aceptables y modernos, en cuanto a metodología y concepción de la práctica vista desde el punto de vista de las prácticas profesionalizantes.

La innovación en sí, consistió en incorporar dispositivos simples y modernos con los que cada alumno pueda visualizar su utilización y dar una mayor aprehensión de los conceptos teóricos obtenidos. Es sabido que los conocimientos adquiridos por experimentación directa permanecen retenidos en la memoria a medio y largo plazo en un porcentaje muy superior a cuando se produce sólo por la lectura o visualización de imágenes (Mayer, 2005). A través de este cambio, los alumnos seguirán aprendiendo los conceptos teóricos, pero ahora aplicándolos en la experimentación.

Los modos de evaluación también se cambiaron. Se comenzó a evaluar, no a través de exámenes escritos como se hacía tradicionalmente sino con el desempeño y obtención de resultados frente a los dispositivos reales utilizados en la práctica. Creo que de esta manera se fue cambiando a otra racionalidad, en la que la teoría se resignifica con la práctica y ésta terminaba siendo fuente de la primera, pues era posible analizar los problemas y fallas que los alumnos encontraban en la utilización de dispositivos reales y modernos y encauzar en consecuencia el desarrollo de la teoría.

Los períodos de mayores cambios se produjeron aproximadamente entre 2006 y 2014, a partir de ahí sigue evolucionando con cambios menores a lo largo del tiempo.

## ***7.2. Recuperación de experiencias y objetivos desde el punto de vista de los docentes protagonistas***

De acuerdo al plan metodológico de 5 tiempos observado por Jara Holliday (2018, p135), si bien es importante que la sistematización sea llevada a cabo por quienes han formado parte del proceso, ya que una persona totalmente ajena a la experiencia puede perder parte del contexto y de los hilos conductores que atravesaron los procesos que se

sucedieron, es importante que la sistematización de un proceso innovativo tenga como punto de partida las condiciones previas a los cambios producidos por la innovación para consolidar las condiciones que dieron lugar a las necesidades de cambio. Quienes han sido las personas que han vivido la experiencia son quienes deben ser las principales protagonistas de su sistematización. Eso no significa que todas las personas participantes hayan vivido el proceso del mismo modo, ni que todas van a participar en la sistematización de igual manera, y es posible que muchas de estas experiencias no puedan recuperarse sin una investigación más exhaustiva, pero sí podemos reflejar parte de ellas esquematizando los cambios curriculares generales que se sucedieron antes y después de los procesos relatados por los principales protagonistas, como parte de una experiencia institucional común.

### **7.2.1. Ideas de cambios**

Parte de la información obtenida sobre los pensamientos que llevaron a implementar las innovaciones que venimos relatando, puede desprenderse de los testimonios al respecto de algunos de los protagonistas de la experiencia. Tales testimonios se recogieron en forma de breve entrevista o encuesta con unas pocas preguntas significativas, a dos de los principales ideólogos de los cambios, por un lado, el Ingeniero José Rapallini, Profesor Titular en el período 2006 a 2018 y en paralelo profesor de la cátedra de Trabajo Final, por otro lado el Ingeniero Eduardo Cortizo, Jefe de Trabajos Prácticos en el período 2006 a 2009, proveniente de la cátedra de Física e investigador del CIOP (Centro de Investigaciones Ópticas). Si bien la realidad es que fueron muchos los que participaron en la innovación, por razones de espacio y para no cometer el error de olvidar a alguien, la globalidad de los conceptos la atribuimos a los dos iniciadores, aunque con mayores o menores responsabilidades y efectos, todos los docentes y alumnos que integraron la asignatura aportaron su granito de arena en los cambios relatados.

El conjunto de preguntas fueron las mismas en los dos casos, salvo algunas diferencias en cuanto al rol que ocupó cada uno, y fueron divididas en dos grupos temáticos:

- A. Temporalmente anteriores a la proposición e implementación de los cambios
- B. Temporalmente posteriores o durante el transcurso de la innovación.

Ambos coincidieron no sólo temporalmente en el recambio de docentes que se efectuó en el 2006, sino en la visión de la necesidad de adecuar la materia otorgándole un enfoque mucho más práctico que el que se venía desarrollando.

El ingeniero Rapallini, proveniente de Trabajo Final, venía observando en ese tiempo las dificultades que en el diseño e implementación de circuitos digitales presentaban los alumnos, pues en general, tales tareas no se consideraban importantes académicamente, dado que la carrera tenía un fuerte matiz de características científicas teóricas en desmedro de la experimentación práctica.

Su idea inicial se basaba en la denominada educación por competencias y resolución de problemas. Los conocimientos que se debían impartir a los alumnos, se centrarían en la solución de casos específicos de circuitos digitales con microcontroladores, es decir microprocesadores con interacción con el medio a través de módulos periféricos y circuitos externos. En esa época era la tecnología digital que más se había desarrollado y era económicamente accesible para el común de la gente. Todos los esfuerzos iniciales debían centrarse en *“poner la teoría de los sistemas de microcómputo en función del diseño e implementación de un sistema digital”* y tratar de conseguir placas de desarrollo lo suficientemente simples para la experimentación en clase, haciendo que los tiempos en aprender las implementaciones de estas características cuando desarrollaran el Trabajo Final Integrador de la carrera se redujera considerablemente, ya que calculaban que debido a esto se prolongaban por 3 a 6 meses más allá de lo planeado.

Con la jubilación del Profesor Emérito Antonio Quijano, el que aún después de muchos años de haber ideado y creado las materias del Área Digital, seguía a cargo de las mismas, no se generaron más cargos de los que estaban, el Ing. Rapallini se hizo cargo de la materia de manera *“Ad Honorem”*. Teniendo en cuenta que la asignatura se desarrollaba de manera clásica con profesor en clase magistral y prácticas escritas, la labor de JTP y ayudantes no era más exigente de lo normal. Las transformaciones que tenían en mente necesitaban de mayor fuerza de trabajo docente, también con una mayor dedicación y experiencia. La llegada del Ing. Cortizo y algún ayudante diplomado ayudó en parte, pero se tuvo que recurrir a aumentar el plantel de ayudantes alumnos, los que también debían ganar en experiencia durante la marcha y contando en su buena predisposición y tiempo extra-curricular. Toda la preparación de los primeros trabajos prácticos consideró *“un importante esfuerzo ya que no existía en las materias*

*del área algo semejante*”, según palabras del propio profesor, para lo que se analizaron metodologías de otras universidades y se adaptaron a la idiosincrasia imperante por ese entonces en la facultad. Desde el principio se planteó como evaluación final de la materia un trabajo que integrara las prácticas, pero en los años iniciales se vio que era demasiado para todos, para plantel docente en las consultas y correcciones y para los alumnos que apenas alcanzaban a terminar las prácticas propuestas. Ésta concepción de tarea integradora, ya con más experiencia se retomó algunos años después, incorporando paulatinamente seminarios que enseñaran algunas herramientas complementarias o distintas tecnologías. Inclusive se brindaron charlas orientadas a qué elementos podían conseguirse en el mercado actual y cuáles eran las principales líneas comercializadas.

Por el lado del Ingeniero Cortizo, aunque provenía de otro área, la de Ciencias Básicas, las apreciaciones sobre las características de enseñanza práctica en el área de Sistemas Digitales era similar a la del Ing. Rapallini, coincidían en diagnóstico. No encontraron guías de trabajos prácticos o de laboratorio para experimentación, y en su concepción, era fundamental la consolidación de los conocimientos teóricos con una *“contrastación fáctica sobre dispositivos reales”*. Su proyección ideal era una sólida formación teórica, aplicando la mayor experimentación práctica posible, conseguir así una vinculación personalizada del alumno con el dispositivo, aunque para esto se debía contar con una cantidad suficiente en relación al grupo. Siempre se plantearon en la metodología planeada los beneficios del trabajo de grupo, entonces en lo referente a material necesario, bastaba con conseguir un tercio o cuarto del número total de alumnos del curso, lo que tampoco era una cantidad muy chica. De tal manera, se proponía además adoptar configuraciones lo más generales obtenibles para abarcar así mayor cantidad de posibilidades y aplicaciones, aumentando gradualmente su complejidad.

En cuanto al número de ayudantes, para el Ing. Cortizo *“el plantel docente quedó expuesto a la dinámica de la propuesta, hubo alguna deserción, incorporaciones y mayormente adaptación y aceptación del cambio”*. Claro que era evidente que los cambios fueron muchos y la necesidad de rápida adaptación y aceptación de nuevos procedimientos con el arduo trabajo que esto implicaba, provocaron muchos cambios entre los ayudantes, más aún si se toma en cuenta que casi todos o estaban a punto de recibirse o eran recientes egresados y les surgían ofertas laborales que los alejaban del ámbito académico.

Aun cuando saltaba a la vista el exceso de tarea y el desconcierto de los alumnos que no esperaban tal modalidad de curso, para el Ing. Cortizo se cumplió rápidamente con los objetivos de cambios.

### **7.2.2. Obtención de materiales para la ejecución de las Prácticas**

Cuando se comenzó a planificar la reestructuración de la materia, mencionamos anteriormente que surgió la necesidad de adquirir las herramientas de estudio necesarias para que los alumnos pudieran materializar las aplicaciones propuestas. En primera instancia se planteó la necesidad al Departamento de Electrotecnia donde se manifestó que estos gastos no estaban contemplados dentro del presupuesto y, aunque no se necesitaba una importante suma, la negativa obligó a buscar otras alternativas.

A fines de 2005, los integrantes del plantel docente de la materia realizaron un curso de capacitación docente sobre el uso y programación de los dispositivos que luego se usarían en la cátedra. Al finalizar dicho cursos se donaron un total de 3 kits de desarrollo para ser utilizados en la materia. Aunque estos eran insuficientes para llevar adelante las prácticas de los contenidos principales, resultaron indispensables para preparar las distintas actividades que los alumnos realizarían durante la cursada y sus características se presentaban como óptimas para un curso de iniciación con tales dispositivos, los kits analizados tenían las condiciones de sencillez, capacidad y modernidad para cumplir con los objetivos de práctica proyectados.

Posteriormente, a principios de 2006 la empresa que organizó la capacitación docente, lanzó un concurso de notas de aplicación y propuestas didácticas para incluir los kits de desarrollo en las prácticas de enseñanza. Esta era la oportunidad para tratar de conseguir los insumos necesarios mediante la participación en los concursos. Con un grupo de becarios se realizó una nota de aplicación sobre la implementación de operaciones matemáticas en punto flotante en lenguaje ensamblador, con la cual se obtuvo el cuarto puesto que incluía la adquisición de un total de 5 kits de desarrollo. Por otro lado, el Profesor de la materia presentó una propuesta didáctica que obtuvo el segundo premio concerniente en 6 kits de desarrollo y licencias para el software de desarrollo. Finalmente se disponía de una cantidad suficiente de material como para realizar las prácticas de forma grupal en comisiones de aproximadamente tres integrantes, este fue el puntapié inicial que nos permitió implementar la propuesta de innovación con el esfuerzo de todo el plantel docente.

### **7.2.3. Primeras Experiencias**

Se comenzó con un pequeño grupo docente para dar soporte a las prácticas con el Ing. Cortizo a la cabeza. En una primera instancia los alumnos trabajaban en grupos y tenían la exigencia de resolver los ejercicios asignados durante el horario de clase, luego tendrían que realizar la entrega correspondiente al docente asignado para su corrección, por otro lado se les daban las explicaciones mínimas indispensables para que los alumnos investiguen y trabajen de forma grupal. Desde un principio, los exámenes prácticos se realizaban en computadora y con dispositivos reales.

Los resultados de estas primeras experiencias fueron positivos para un reducido grupo de alumnos que llevaban la carrera al día y comprendían todas las explicaciones de forma rápida. Estos alumnos se mostraban entusiasmados en la realización de cada nueva aplicación y rendían satisfactoriamente los exámenes. Por otro lado, una parte importante del alumnado terminaba abandonando la materia o desaprobando debido a que creían no recibir las explicaciones necesarias para poder afrontar las exigencias de las prácticas y de los exámenes. Algunos de los docentes acercaron sugerencias al JTP para tratar de contemplar esta problemática, que se manifestaba como importante, ya que parecía que la exigencia era superior a las acciones didácticas. Los cambios no se realizaron inmediatamente.

Hubo que esperar al año 2007, dónde el JTP renuncia a su cargo por trasladarse a otro lugar de trabajo en el sur. A partir de ese momento, en que me hice cargo de este puesto, se comienza otro conjunto de cambios en el dictado, preparación y evaluación de las prácticas. Las prácticas no recibieron grandes modificaciones en cuanto al diseño y la forma de evaluación, pero se comenzaron a tomar decisiones en función de otros factores, principalmente los alumnos. Las modificaciones más significativas consistieron en:

- Flexibilizar la fecha de entrega de los ejercicios solicitados a cada grupo. Por lo general el alumno cursa otras materias durante el semestre, que no contemplan las exigencias que sufre el alumno por parte de las demás. Es por eso que no es correcto sobrecargar de tareas al alumno cuando tiene que dividir sus tiempos para llevar adelante otras cursadas.
- Realizar explicaciones más detalladas sobre cada uno de los temas y de las herramientas utilizadas en las prácticas. No se puede pretender que el alumno

entienda e investigue por sí solo, temas sobre los que nunca antes escuchó hablar, aun cuando se piense que es favorable el enfrentar problemas nuevos.

- Realizar apuntes de cátedra que concentren en detalle las temáticas tratadas en la materia con ejemplos didácticos. Previamente los alumnos se veían obligados a recurrir a manuales de los dispositivos con descripciones abstractas poco desarrolladas y en idioma inglés.
- Proveer horarios de consulta adicionales fuera del horario de clases, fundamental para no circunscribir los procesos de aprendizajes al horario de aula.
- Incentivar a los alumnos ejerciten sobre ejercicios típicos de parcial, para evitar sorpresas.
- Realizar reuniones periódicas con el plantel docente, teniendo en cuenta los aportes realizados por los ayudantes alumnos para futuras mejoras. Los ayudantes alumnos, normalmente aquellos que mayor interés o más aventajados se desarrollaron en cursos anteriores, mantenían frescas sus experiencias en su rol de aprendiz y podían describir los problemas con los que se enfrentaron al cursar.
- Tener en cuenta las encuestas anuales que se prescriben en el sistema de inscripción de las materias, para repensar el dictado de las prácticas.

Luego de estos cambios se comprobó una notable reducción en la deserción y en la cantidad de desaprobados. Obviamente, aún con estas mejoras la práctica está lejos de alcanzar la perfección, debido a que cada año el perfil del alumno cambia y los intereses también. Muchos alumnos no son objetivos al momento de emitir sus opiniones y no tienen un panorama global suficiente como para serlo, entonces al comienzo de cada cursada nos vimos obligados a realizar una intensa charla donde se dejan claros los objetivos de la materia, se comentan las herramientas a utilizar y porque se utilizan dichas herramientas y no otras. De esta manera el alumno comienza la cursada con una mínima vista general que lo ubica dentro de la carrera y le da una perspectiva de lo que puede ser su futuro profesional.

#### **7.2.4. Cambios graduales en base a los primeros resultados**

Con el pasar de los cursos se pudieron ir evaluando los efectos de los cambios en la metodología e ir modificando cosas de a poco. En un principio, como es común, la inercia provocaba resistencia al cambio. El plantel docente y los alumnos tenían mucho más trabajo que en el sistema antiguo, hasta se recibieron algunos comentarios de

docentes externos tales como que los nuevos métodos eran una locura en el sentido de la cantidad de ocupación extra, sin embargo, no había queja de parte de los alumnos, por el contrario, se mostraba mayor interés.

La inexperiencia hacía que los alumnos terminaran dañando algunos de los dispositivos y la inexperiencia también de los docentes en poder prevenirlo. Esto llevó a tener que re-diseñar la utilización de las placas de desarrollo y las placas mismas; debían contar con más seguridad y versatilidad, pues si no se tenían en cuenta algunas variables, los kits debían repararse durante el curso y hasta cambiarlos una vez terminado. Si bien el enfrentarse a fallas es una de las experiencias más gráficas para el aprendizaje del funcionamiento de determinados mecanismos, era imposible mantener una cantidad mínima de material de clase y se duplicaba el trabajo de quienes debíamos repararlo. Después de un tercer año, aunque los cambios en los materiales de trabajo seguían cambiando, y siguen cambiando después muchos años, la metodología pudo estabilizarse. Las encuestas respondidas por los alumnos se mostraban más complacientes, los resultados en las materias correlativas posteriores también mejoraban. Aun cuando los requerimientos de la materias eran superiores y había mayor cantidad de recursantes, parecía que el convencimiento de los alumnos era hasta mayor que el de los profesores, lo que es natural, viéndolo en perspectiva, ya que estudiantes de los últimos años de ingeniería podían a partir de esta materia, crear sus propios diseños, lo que no era tan claro años anteriores.

Un ejemplo a modo de anécdota, es el de un alumno que en un curso no prestaba demasiada atención al trabajo grupal que se le proponía en la resolución de las prácticas, al llegar al examen parcial, (el cual se hacía de la misma manera que las prácticas con implementación sobre un dispositivo real), el alumno en cuestión se sintió frustrado y enojado, dando por seguro que los dispositivos que se le habían entregado para el examen, funcionaban mal, aun cuando se los habían cambiado un par de veces para que se convenza. Como era de suponer, desaprobó y tuvo que recursar al año siguiente. En el nuevo curso, puso mucho más atención, trabajó en las prácticas de la manera que se le indicaba poniendo un considerable esfuerzo en ello. Al llegar el examen, la experiencia que había adquirido hizo que resolviera todo de manera rápida y eficiente. Los mismos dispositivos sin ningún cambio, que para él “no funcionaban” el año anterior, mágicamente se portaban de maravilla. Al verse aprobado, fue para recordar la alegría que reflejaba en la cara y el entusiasmo que se le despertó para seguir trabajando con

dispositivos similares, tal es así que no cesaba en sus preguntas y consultas sobre cómo realizar más aplicaciones con esos dispositivos, aun cuando sus compañeros todavía no habían terminado el examen. (Se incluye el texto completo de la anécdota en anexos).

### ***7.3. Reconstrucción desde el punto de vista de los contenidos incluidos***

#### **7.3.1. Inserción gradual de ejercicios que aplican conceptos introducidos por otras materias de la carrera**

Una vez consolidados los métodos y materiales para realizar la práctica, el siguiente objetivo fue darle una resignificación a la ejercitación, dándole relación en forma horizontal y vertical con el resto de las asignaturas del área. Esto ayudaría no sólo a la articulación en la estructura curricular sino también a que los estudiantes logren un encuadre más realista e integrado frente a su inminente futuro laboral, en tanto se encuentren transitando por los últimos años de especialización en la carrera.

Se consideraba importante que la estructura metodológica contara con un espacio que tuviera en cuenta los aspectos de las prácticas profesionales, principalmente de las emergentes. En este sentido, con la innovación se propuso realizar las prácticas con equipamientos de desarrollo que se utilizarán en la vida profesional del ingeniero, en donde no solamente se realizan tareas que permiten comprender y relacionar los conceptos teóricos, sino también la utilización de métodos actuales que luego serán aplicados durante las prácticas profesionales.

Cómo mencionamos en otras partes de este trabajo, en la actividad profesional, hay determinadas herramientas y métodos que se deben conocer y saber aplicar dependiendo de la problemática a resolver. Es por eso que se considera que la innovación hizo un gran aporte en este campo, proveyendo al alumno una confianza adicional al momento de ingresar en el ambiente profesional.

En particular, detallando los elementos y temas que se fueron incorporando en las primeras etapas y en las posteriores, podemos señalar:

Teorías: Adaptación de teoría general de microprocesadores a entorno de microcontroladores de una familia en particular aplicable a la práctica. Se mantuvieron los temas básicos totalmente aplicables a través del tiempo, ya que los avances

tecnológicos van evolucionando a partir de sus cimientos, pero cada año hubo que ampliar el panorama general en función de los nuevos desarrollos en el mercado.

Prácticas iniciales: Las prácticas fueron cuidadosamente ideadas con propósitos concretos, de tal manera que a lo largo de los años siguen utilizándose y se mantienen vigentes dentro de los temas que trata la materia. Sólo se han ido agregando variaciones y ejercicios nuevos que relacionen y apliquen los nuevos conocimientos adquiridos con los temas vistos en materias previas, paralelas o aun posteriores.

Lenguaje ensamblador: el lenguaje ensamblador es el primer eslabón de comunicación entre programador y procesador. Para utilizarlo se debe tener conocimiento de la arquitectura del dispositivo, su repertorio de instrucciones y capacidades. La práctica de diseño de algoritmos con este lenguaje brinda al alumno la familiaridad con la estructura interna del dispositivo que le permite conocer mejor los procesos internos al ejecutar cada programa y le otorga un manejo más detallado de la arquitectura general que suele ser similar en la mayoría de los dispositivos comerciales.

Plantillas para completar rutinas en código máquina, mapeo en memoria y códigos nemotécnicos: induce al conocimiento profundo de los manuales técnicos. Obliga al estudiante a identificar características y detalles que se encuentran en los manuales y que suelen pasarse por alto. Comienzan comprender cómo valorizar el desempeño de distintos códigos aplicados a una arquitectura particular.

Implementación de algoritmos con tablas, algoritmos matemáticos y de comunicaciones: centra el esfuerzo del estudiante en la elaboración de algoritmos, permite la discusión de distintas estrategias posibles entre los miembros del grupo al que se ha asignado. Da la visión de cómo deben usarse las distintas representaciones de números en función de los requerimientos y las capacidades del procesador que utiliza.

Prácticas de programación y borrado de memoria del microcontrolador: comienza con la utilización de dispositivos reales y permite comprender las abstracciones que pueden tener implícitos los softwares de simulación.

Módulos de microcontrolador: Entrada/Salida, encendido de leds, utilización de pulsadores con código común y utilizando interrupciones: permiten al alumno abordar las consecuencias y características físicas al implementar circuitos eléctricos básicos conectados al procesador. Es el primer contacto que pueden tener con los efectos de la

programación con la que se han estado familiarizando unidos a periféricos externos. Enfrentan el peligro de dañar los dispositivos si no entienden claramente las especificaciones para las que los fabricantes han diseñado sus características eléctricas y los límites impuestos en los manuales. Se comienzan a aplicar en forma real, circuitería básica que han aprendido en materias previas a modo de simulación. Pueden corroborar con efectos físicos reales la lógica implementada con programación. En los primeros años de esta experiencia, era la primera materia con la que lo hacían, de ahí el carácter innovativo de las modificaciones en la práctica.

Convertor A/D: la diferencia entre un microcontrolador y un microprocesador radica fundamentalmente en los periféricos integrados que rodean al procesador. Los conversores analógico-digitales (A/D) son los encargados de transformar señales analógicas en valores digitalizados para ser procesados. Es la base de los circuitos digitales y su utilización le permite adaptar todo tipo de circuitos a una realidad física, aplicando las abstracciones que el alumno venía adquiriendo en la carrera.

Módulos de temporización: al igual que el anterior módulo, el alumno comienza a manejar distintos grados de temporización y generación de señales, como las de sonido y otras que le permiten controlar dispositivos externos o medir eventos físicos.

Utilización de Display LCD: es uno de los dispositivos más comunes para visualización de resultados, pero su utilización lleva aparejado la implementación de varias conexiones y un protocolo propio con una determinada complejidad. En las primeras experiencias de prácticas con este dispositivo, se le daba al alumno tal cual como se adquiere en los comercios y se delegaba su implementación completa. Las características de una relativa fragilidad eléctrica en los mismos dieron por resultado que en cada curso terminaran dañados más de uno por impericia en su conexión. Más adelante se dejaron fijas las conexiones de alimentación eléctrica, permitiendo al alumno, sólo la conexión de señales lo que redundó en mayor seguridad y sin daños en los displays.

Protocolos de comunicaciones, serie, spi e i2c a través de circuitos integrados de expansión de puertos: son los protocolos más simples y usados en la interconexión de distintos tipos de dispositivos digitales. No sólo se podían implementar circuitos con estos protocolos con la utilización de circuitos integrados expansores de puertos, sino que proporcionaban la conexión de las placas de desarrollo con una PC para

intercambio de información (visualización y entrada de datos) a través de la pantalla y teclado de las mismas.

En función de lo señalado anteriormente respecto a las fallas y daños que podían provocar los alumnos si no tenían el suficiente cuidado, al cabo de los dos primeros cursos se decidió en implementar una placa de desarrollos educativa que pudiera contener los periféricos más utilizados, con una conexión previa y robusta en los sistemas más críticos y falibles, disminuyendo al alumno la responsabilidad de posibles daños y reduciendo obviamente los costos de material de la cátedra. El jefe de trabajos prácticos en esa época fabricó e incorporó placas modulares de madera cortadas con láser a las que se adhirieron los kits de desarrollo con su programador, fuente de alimentación y periféricos, así como un panel de ensayos de circuitos (protoboard) para que los alumnos puedan completar los circuitos externos o circuitos nuevos en cada aplicación.

La robustez que permitía esta disposición tuvo un probado éxito ya que se han mantenido desde hace más de 10 años, aun cuando en sus principios fuera fuente de críticas por su voluminosidad. Diez placas de madera con fuente de alimentación y periféricos de 30 cm por 20 cm y soportes que funcionaban como patas y permitían encajarlos apilados parecían toscos teniendo en cuenta que se utilizaban en aplicaciones de microprocesadores, pero aguantaron y aguantan aun, horas y horas de decenas de manos manipulándolos con distintos grados de cuidado como es lógico pensarlo.

Modificaciones posteriores: Sobre la base de temas incluidos en las primeras prácticas, como se señaló anteriormente, se agregaron temas de aplicación que se relacionen con materias previas o paralelas en la carrera de manera que los alumnos reconozcan la relación de aplicación de los conocimientos que están adquiriendo. Los temas que se fueron agregando fueron:

- Implementación de máquinas de estado.
- Control de motores de corriente continua por medio de generadores de PWM y circuitos controladores (puentes H).
- Programación de código de alto nivel (lenguaje C)
- Cambio de microcontrolador a uno más moderno y kit de desarrollo diseñado en trabajo final.
- Generación de ondas de sonido con módulos temporizadores.

Obviamente, con una cantidad de clases muy limitadas en número, la inclusión de temas nuevos tiene que desplazar algunos otros, aunque sea de manera parcial. Este es el caso de agregar implementaciones con lenguajes de alto nivel, las que se utilizan más en las prácticas profesionales actuales, en detrimento de disminuir aquellas que involucran lenguajes de bajo nivel, más trabajosas, que conllevan más tiempo de trabajo, pero que dan una idea más acabada de los procesos y la arquitectura de los dispositivos. A partir de las primeras etapas, tal cuestión siempre ha sido un compromiso.

En paralelo con las clases teóricas, coincidiendo o no en horario de clase se dictaron una serie de seminarios extracurriculares pero que se pensaba que complementaban en gran medida los contenidos oficiales. No se dictaban todos en un curso sino que dependían de la disponibilidad de tiempo o personal.

Seminarios anexos:

- Diseño VHDL
- Utilización de otras familias de microcontroladores (PIC, Atmel, etc.)
- Uso de Proteus (software de simulación).
- Microcontroladores en el mercado actual (seminario dictado en general por un profesor de la Universidad de La Matanza que pertenece además a una de las casas de venta de artículos de electrónica más importantes)

### **7.3.2. Ejemplo de puesta en acto de la propuesta de innovación. Secuencia didáctica de un tema de práctica: Máquinas de estados finitos**

Tomemos como referencia el primer punto de los contenidos temáticos introducidos en la práctica, con aplicaciones relacionadas con otras materias. Así, según fue mencionado anteriormente, se trata de presentar la línea didáctica en la enseñanza del diseño de circuitos digitales a través de *máquinas de estados*.

Recordando que los temas tratados en esta secuencia corresponden a materias de cuarto año de la carrera de ingeniería en electrónica y por lo tanto hay conceptos que se basan en un acervo técnico previo que no se pueden referenciar por completo en unas pocas páginas.

Además, la carrera de Ing. Electrónica siempre ha tenido una fuerte base matemática, es por eso que los contenidos de la electrónica se comienzan a estudiar recién a fines de tercer año y a principios de cuarto. Como ya vimos en otras secciones, el principal efecto de esta distribución de contenidos, provoca que el alumno llegue casi al final de la carrera sin haber visto nada relacionado con la electrónica práctica o por lo menos con hábitos profesionales. Por otro lado, los contenidos de las materias de electrónica dentro de la carrera son mayormente teóricos y consisten en el estudio de algoritmos y métodos basados en explicaciones sacadas de textos de cabecera y en menor grado de la experiencia adquirida en años de ejercicio profesional.

Es sabido que los conocimientos adquiridos por experimentación directa permanecen retenidos en la memoria a mediano y largo plazo en un porcentaje muy superior a cuando se produce sólo por la lectura o visualización de imágenes (Mayer, 2005). A través de la metodología propuesta, los alumnos continúan aprendiendo los conceptos teóricos, pero ahora aplicándolos en la experimentación, lo que facilita la captación de conocimientos aún más.

En el equipo de cátedra concebimos que una forma natural de aprender es cuando el alumno se enfrenta a problemas. Los problemas generan preguntas, dudas e incertidumbre. El alumno necesita entonces analizar y comprender el problema partir del cual se podrían tomar decisiones para resolverlo. Consideramos que acuerdo a nuestra experiencia, esta forma de aprender se aplica a lo largo de cualquier circunstancia de la vida de manera implícita. Es por ello que es muy utilizado en las distintas disciplinas.

La resolución de problemas dentro del contexto de determinadas técnicas o herramientas, desarrolla la capacidad crítica, la inventiva y el sentido práctico, poniendo el razonamiento al servicio de la acción, integrando distintos conocimientos y experiencias previas, incluso requiere buscar nuevas informaciones para entender y resolver el problema.

En base a un conjunto de herramientas previamente adquiridas y que descontextualizadas de la realidad pierden eficacia, su aplicación en la resolución de problemas prácticos cotidianos o bien que puedan ser visualizados en el entorno diario

ayudan a la integración de los distintos elementos intervinientes, forjando la verdadera esencia de lo que es la comprensión.

Los temas principales pueden enumerarse como: *Panorama general de los sistemas digitales y computadores. Síntesis de circuitos digitales. Implementación de circuitos en lógica discreta, microprocesadores, Dispositivos de Lógica Programable (FPGA).*

A partir de conocimientos adquiridos previamente en la carrera el alumno debería desarrollar la destreza de resolver el diseño de un determinado circuito digital a partir de las especificaciones de entradas, salidas y funcionamiento esperado, enfocándose como un problema a solucionar a través de un circuito electrónico que puede crearse con diferentes tecnologías.

Los conocimientos con los que debería contar el alumno antes de encarar esta secuencia didáctica deberán ser:

*Álgebra de Boole, Ecuaciones Lógicas, Diagramas de estado, diagramas de Karnaugh, compuertas lógicas y sus tecnologías. Circuitos y componentes eléctricos básicos. Fundamentos de microprocesadores. Lenguajes de Descripción de Hardware. Dispositivos de Lógica Programable.*

Todos ellos dictados durante las materias correlativas precedentes en la carrera.

La secuencia de conocimientos previos sumados a los que corresponden a la línea de temas presente proporcionan las herramientas matemáticas básicas, fundamentos de álgebra y lógica para la comprensión de cómo se comportan algunos componentes de circuitos digitales y el modo sistemático que comporta su adecuación a distintos sistemas. Lo mismo sucede con el contenido que hace referencia a la parte más física de tales componentes y sistemas. Recordando que estos temas se dictan en los años superiores de la carrera, el conocimiento en cuanto a tecnologías electrónicas, ya debiera estar lo suficientemente interiorizado para el perfeccionamiento en cuanto a los aspectos prácticos de su uso.

Con esta metodología de ejercitación experimental, se propone generar en el alumno la capacidad y habilidades de desarrollar circuitos digitales partiendo de especificaciones de un problema o situación a resolver mediante un dispositivo electrónico. Tales problemas pueden abarcar una amplia gama de aplicaciones, desde sencillos

mecanismos de control hasta micro-computadoras completas, utilizando los mismos procesos sistemáticos y con una complejidad sólo limitada por el grado de compromiso que tengan con el proyecto.

En particular

- Desarrollar la relación entre las características de un problema y la sistematización de su resolución mediante la utilización de la técnica conocida como autómatas finitos o máquinas de estado.
- Acercar la resolución práctica de problemas reales y cotidianos a los contenidos teóricos que adquiere el alumno para el diseño de circuitos digitales.
- Desarrollar la capacidad de evaluación de costo/beneficio en la implementación de circuitos digitales sobre diferentes tecnologías.
- Además de las capacidades que el alumno puede adquirir sobre contenido, a través de las actividades que hacen a lo procedimental también se espera que adquiera hábitos de trabajo en grupo y capacidad de investigación o desafío frente a situaciones nuevas o inesperadas, como seguramente se encontrará en su vida profesional.

Como mencionamos antes, uno de los objetivos principales es que el alumno se acostumbre a enfrentarse a problemas de diseño que deberá solucionar mediante un dispositivo electrónico. Para esto se le deberá proporcionar un abanico de problemas que si bien sean similares en esencia, provengan de aplicaciones cotidianas lo más variadas posible y hasta constituidas por diferentes variables físicas o químicas, con el fin de evitar que la resolución se transforme en un mero acto mecánico o de repetición de una receta.

Las cuestiones con que se encontrará el alumno y debería saber resolver serían:

Tengo las características de un problema (especificaciones)

1. ¿cómo relacionarlas con un circuito digital?
2. ¿cómo ordenar y describir el funcionamiento esperado en función de los cambios en las entradas del sistema?

3. ¿una vez descrito el funcionamiento requerido cómo expresarlo de manera lógica?
4. ¿cómo transformar una descripción lógica en un circuito electrónico?
5. ¿cómo optimizar o minimizar este circuito lógico electrónico para que sea más eficiente?
6. ¿de qué maneras puedo desarrollar físicamente este circuito obtenido?
7. ¿cómo implementar el circuito electrónico digital de diferentes maneras?
8. ¿cómo extrapolar estas técnicas a cualquier problema de estas características?

### **Metodología Propuesta a Desarrollar: Secuencia didáctica**

De acuerdo con los análisis de Perkins y Simmons (1988) referenciados a su vez por Manuale, una pedagogía de la comprensión esencialmente práctica como hemos mencionado anteriormente, debe contar con información clara en lo que hace al contenido, la resolución de los problemas propuestos, la discusión, justificación e investigación de los resultados obtenidos, a fin de que se afiancen los conocimientos de manera natural y progresiva.

En la secuencia didáctica se plantea la utilización de una combinación de estrategias de enseñanzas tal cual distingue en sus trabajos Pozo (1987).

Una parte repetitiva tradicional, en la que el alumno pueda aprehender y consolidar las distintas etapas a seguir para utilización de las herramientas necesarias para un diseño.

Las partes que no sean fácilmente comprensibles en los procesos, es necesario que se vean aclarados con una correcta ejemplificación.

Etapas de práctica sobre “papel”: esto constituye una parte importante y necesaria de lo que sería

1. Conocimientos teóricos y sistematización del diseño digital, del álgebra de Boole hasta la síntesis de ecuaciones lógicas.
2. Planteo de especificaciones de un problema práctico.

Se debe aquí entrenar al alumno mediante adecuada ejemplificación para identificar los sistemas sujetos del problema así como sus partes (entradas/estados/salidas) y las secuencias de su funcionamiento.

3. Traducción de funcionamiento esperado de resolución del problema a partir de las especificaciones.
4. Descripción de funcionamiento del dispositivo/solución con diagramas de estados.
5. Implementación de tablas de verdad partiendo de los diagramas de estados.
6. Generación de ecuaciones lógicas.
7. Simplificación de las ecuaciones lógicas para la optimización de componentes reales
8. Síntesis de ecuaciones lógicas con tecnología de lógica discreta. Transformación de ecuaciones en diagramas de circuitos eléctricos.

Consolidados los conocimientos necesarios de base, en este punto ya se puede pasar a la etapa de conocimiento activo o de descubrimiento a través de la resolución de problemas, los que deberán determinarse como cotidianos. Problemas que el alumno fácilmente asocie o se encuentre en su vida diaria.

Ejemplos de problemas de este tipo podrían ser:

- Control de un tanque de agua: el sistema queda formado con un grupo de sensores que determinan la altura del agua a medida que se llena el tanque, un par de válvulas que actúan sobre la entrada y salida del tanque. Aquí el problema consiste en la creación de un dispositivo intermedio que regule la entrada y salida de agua de acuerdo a lo que lean los sensores.
- Detector de secuencia: un sistema formado por un teclado numérico que traduzca la presión de cada tecla en una señal eléctrica distinta y un actuador eléctrico de salida que, por ejemplo abra una cerradura electrónica. El problema consiste en este caso en detectar una combinación específica de teclas y que cuando esta se cumpla, se active la cerradura electrónica.

- Control de una máquina expendedora de bebidas: un sistema más complejo con una serie de entradas de diferente índole tales como un sistema que detecte monedas de diferente tipo y botones electrónicos de selección de las bebidas, así como un sistema de salida que permita que se expendan las diferentes bebidas cargadas, según estén embotelladas o se viertan en un vaso a través de un conducto. El problema a enfrentar será el funcionamiento lógico de la máquina desde que se ingresan las monedas, su selección, verificación de cantidad, elección de bebida y salida de la misma.

Pueden encontrarse infinidad de problemas acotados, de similares características pero todos con diferentes concepciones que plantean en su organización un desafío intelectual para el diseño y situaciones de incertidumbre que eviten la mera reproducción pasiva de prácticas.

Estos ejemplos permiten que el alumno se acostumbre a analizar y determinar cualquier sistema electrónico-mecánico.

#### Etapa práctica experimental:

En esta parte, el alumno puede plasmar todas las ejercitaciones analíticas sobre circuitos en los que puedan ver y comprobar el funcionamiento de sus diseños. Verificar los errores y re-significar la solución del problema abordado.

Aparecerán en esta etapa otra serie adicional de consideraciones que hacen a la implementación real de un circuito. Deberá tener en cuenta aspectos aprendidos durante la carrera que no se ven sino en forma física. Puede aquí inclusive dañar o arruinar algunos componentes electrónicos si no adopta ciertos cuidados y verificaciones. Tales errores, aun cuando puedan parecer negativos suelen ser un fuerte disparador cognitivo en la adopción de determinadas conductas profesionales.

Entre los pasos de experimentación aplicados tenemos:

- a) **Simulación sobre CAD de los circuitos de lógica discreta obtenidos:** permite verificar el correcto funcionamiento del circuito obtenido corroborando las especificaciones y analizando las condiciones eléctricas que se deberán tener en cuenta al implementar físicamente el circuito. El contacto actual que tienen los alumnos con las nuevas tecnologías y sistemas informáticos, así como la diferente

forma de adquisición de información o conocimientos que se ve en los últimos años (audio, video y color frente a la “pasividad” de los libros) permite un acercamiento a la realidad a través de la computadora de una manera paulatina y con más confianza.

- b) **Implementación sobre protoboard (Placa para implementación experimental de circuitos sencillos):** permite trasladar, observar y medir los resultados obtenidos en simulación, ahora de manera física con componentes reales. El alumno toma los primeros contactos con componentes reales, la consulta de hojas de datos, características y aún las diferentes nomenclaturas necesarias para su adquisición comercial. Se puede enfrentar aquí a problemas en la implementación física del tipo de malas conexiones, ingreso de señales espurias inducidas por el medio ambiente y una variedad de cosas que no pueden sopesarse sobre una simulación por ordenador.
- c) **Implementación del mismo circuito obtenido en distintas tecnologías:** permite la observación de funcionamiento, así como las particularidades de creación y utilización de diferentes tecnologías de circuitos (circuitos digitales con microprocesadores, Arreglos de lógica programables, etc.). La utilización de diferentes tecnologías brinda al alumno la capacidad de evaluación de costo-beneficio de diferentes dispositivos en cuanto a la dificultad de creación, costo de componentes, etc. Cada tecnología tiene sus propias características de implementación, facilidades, dificultades o costos que deben evaluarse al realizar una aplicación comercial. La utilización de cada una de las tecnologías puede dar lugar a una materia entera, pero en este contexto se trata de minimizar los contenidos de manera que los alumnos puedan utilizarlas y compararlas, dejando las cuestiones de una utilización con aplicaciones de nivel más elevados para otras instancias.

Es esperable que culminando todas las prácticas, el alumno sea capaz de responder sin duda y de manera confiada todas las preguntas que postulamos al inicio de la tarea, integrando en su comprensión, además de los temas de esta materia una serie de conocimientos previamente impartidos y que posiblemente estuvieran aislados y hasta olvidados por falta de aplicación en situaciones reales.

En el caso de los procesos utilizados en la materia sistematizada, en el punto c) no se alcanzan los tiempos de cursada para una verdadera implementación en diferentes

tecnologías, por lo que la realización en dispositivos de lógica programable se obvia, teniendo en cuenta que en una materia previa, sí experimentan de manera similar a la prevista. Lo que sí se utiliza, es la implementación de las máquinas de estado de diferentes maneras y en diferentes lenguajes para su comparación. Es muy diferente implementar sobre un microcontrolador algoritmos en lenguaje ensamblador (bajo nivel, en contacto con la arquitectura) que en lenguaje C (alto nivel, programación estructurada).

## **Evaluación**

Como parte final del proceso de enseñanza aprendizaje, la evaluación deberá reflejar la cuantización de las habilidades adquiridas por los alumnos en la temática, permitiendo un reconocimiento de los resultados esperados en cuanto a la línea de acción didáctica utilizada. La evaluación puede hacerse de manera continua durante las prácticas o bien en manera de examen o trabajo final a través de la presentación de un problema de características similares, aunque seguramente más sencillas, a las vistas durante todo el curso y cuya culminación pueda verse en funcionamiento. De esta manera es fácil ver reflejados y cuantificados los conocimientos y habilidades adquiridas.

Es conveniente en esta parte contar con una matriz de valoración del tipo comprensiva, ya que además de los conocimientos, se pretende analizar las habilidades y maneras de proceder adquiridas durante el curso. Se debe evaluar el producto final obtenido en la resolución de un problema, tanto así como la manera de acometerlo, analizarlo e implementarlo.

Un resultado perfecto o ideal será aquel en el que el alumno:

- Comprenda el problema a través de las especificaciones.
- Desarrolle correctamente la descripción de funcionamiento.
- Establezca las ecuaciones lógicas descriptivas y optimizadas.
- Desarrolle analíticamente el circuito correspondiente.
- Evalúe la tecnología de implementación más adecuada según sea el caso.
- Implemente adecuadamente el circuito obtenido.

Un error en cualquiera de estas fases hará que el resultado final sea inviable o fallido. En el aspecto profesional, tal resultado sería inaceptable, aunque en un entorno de

aprendizaje deberá analizarse el tipo de error que se ha cometido y darle un nivel de gravedad relativo, sopesando la manera de conseguir el resto de las fases. Por ejemplo, un error en la interpretación de la especificación inicial o una equivocación al simplificar una ecuación lógica darán por resultado un circuito totalmente disfuncional, aunque todo el procedimiento seguido sea correcto.

De esta manera la matriz de valoración deberá ser relativa e integradora de las partes, dando posibilidad de diferencia de notas de acuerdo también a las variaciones de creatividad que puedan aparecer.

Un ejemplo de matriz de valoración propuesto para este caso podría ser:

Fase	Nivel superior	Nivel bueno	Nivel regular	Insuficiente
Determinación de problema a través de las especificaciones dadas	Comprende perfectamente el problema y los detalles de cada especificación	Comprende el problema, aunque se le puede escapar las influencias de alguna especificación	Se equivoca en la concepción del problema o alguna especificación	No hay una comprensión suficiente de lo pedido
Desarrollo de la descripción de funcionamiento	Genera un diagrama de estados con una descripción completa del funcionamiento esperado	Genera un diagrama de estados correcto pero puede faltar alguna condición anexa.	Genera un diagrama de estados correcto pero le faltan condiciones funcionales a cumplir.	Mala descripción del funcionamiento con el diagrama de estados.

Determinación de ecuaciones lógicas	Genera una correcta tabla de verdad y llega a ecuaciones lógicas correctas y minimizadas	Genera una correcta tabla de verdad y llega a ecuaciones lógicas correctas pero puede que no optimizadas.	Tiene pequeños errores al generar la tabla de verdad o al llegar a las ecuaciones lógicas.	Tabla de verdad con errores graves o mala obtención procedimental de las ecuaciones lógicas.
Desarrollo del circuito electrónico digital a partir de las ecuaciones lógicas.	Determina un circuito digital con un número mínimo de compuertas.	Determina un circuito digital correcto pero que puede ser optimizado.	Errores en las conexiones de los componentes del circuito.	No llega a un circuito coherente a partir de las ecuaciones lógicas.
Evaluación de la tecnología apropiada.	Determina la mejor tecnología de acuerdo a las condiciones establecidas previamente.	Evalúa bien las tecnologías pero es ambiguo con respecto a las condiciones establecidas.	No determina la tecnología más apropiada para el caso	No sabe o evalúa erróneamente las distintas tecnologías.
Implementación	Implementación correcta y circuito funcionando como se espera y con detalles de prolijidad o creatividad.	Implementación correcta. Circuito funcionando.	Errores de habilidad o falta de práctica en la implementación.	Mala Implementación

La nota final se obtendrá analizando la suma de los valores de cada etapa

Todos estos lineamientos se aplicaron a los diferentes temas introducidos a la práctica paulatinamente. El punto de Implementación en la matriz de valoración se traslada a la evaluación del segundo módulo, la que se realiza en forma totalmente práctica de manera similar a una evaluación oral. Dicha evaluación se ejecuta en tres etapas secuenciales:

a) Implementación física de un problema visto en la práctica, con un tiempo prefijado de 20 minutos, suficiente para conectar, programar y testear un ejercicio ya resuelto en las clases prácticas. Peso en la nota: 30%

b) Introducción de una modificación nueva sobre la implementación anterior. Se fija un tiempo mayor de 60 o 90 minutos pues se debe elaborar un algoritmo distinto e incorporarlo en la implementación anterior. Peso en la nota 40%

c) Una vez pasadas las etapas anteriores se considera aprobada la parte práctica y se toma una serie de cuestiones teóricas sobre los conocimientos que se pusieron en juego en la parte práctica. Peso en la nota 30%.

## **8. Análisis y reflexiones: evaluación de la experiencia, logros y desafíos**

A partir de los distintos enfoques que fuimos describiendo en este trabajo, la sistematización nos ha permitido conceptualizar o dar un contexto a la luz de la bibliografía especializada, de procesos que se implementaron con objetivos muy claros pero que en su momento sólo contaban con la justificación de la experiencia y funcionales a través de la necesidad de reparación de desajustes observados en el tiempo.

### **8.1. *¿Por qué el énfasis en la enseñanza práctica?***

Ante el advenimiento de los medios multimedios y las nuevas relaciones en la forma de adquirir conocimientos, muy distintas a las practicadas históricamente en Educación y aún mismo en la vida cotidiana, se han comenzado a investigar más profundamente estas relaciones de transmisión y recepción de información. Es así que Mayer (2005) propone una Teoría Cognoscitiva de Aprendizaje basada en la idea de que existen tres

tipos de almacenaje en la memoria (memoria sensorial, de trabajo y de largo plazo), y que los individuos poseen canales separados para procesar material verbal y visual.

Esta investigación se desprende de las formas del aprendizaje con técnicas de multimedia, pero es perfectamente pertinente en cuanto al aprendizaje de habilidades prácticas, en tanto involucra la transmisión de procedimientos, maneras y mecanismos abstractos sólo visualizables por demostración.

Según tal teoría, cada canal sólo puede procesar una pequeña cantidad de información a la vez y sólo se puede adquirir un conocimiento significativo cuando el estudiante lo construye de manera ordenada e integrada paulatinamente. La sobrecarga de información en forma abrupta puede resultar en forma negativa de manera que sólo se fijen una parte mínima de la totalidad de contenidos que se deseaban transmitir.

De acuerdo a Venegas (2007), se pueden contar tres posibles resultados de la intervención educativa, los que serían:

- Qué directamente no haya aprendizaje.
- Qué el aprendizaje sea memorístico.
- Qué el aprendizaje sea significativo.

En el primer caso, el estudiante no es capaz de retener la información ni aplicarla en otras situaciones. No hay transmisión. Esto desgraciadamente se puede ver en las aulas más de lo que cualquiera desearía. Una clase o curso puede provocar el suficiente desinterés para que la mente divague por otros rumbos, apenas captando contenidos, aun cuando el tema tenga el suficiente interés para hacer que el estudiante asista a tal clase o curso. Fallan los procedimientos de transmisión.

Si el aprendizaje es memorístico, también muy común y paradigmático de años de educación llamada clásica, el estudiante o aprendiz construye un conocimiento fragmentado. Más fragmentado cuanto más sea la carga cognitiva. Si bien puede generar una aceptable retención, también es causa de una deficiente transferencia de la información en su aplicación. El estudiante tiene el conocimiento pero no es capaz de utilizarlo en situaciones nuevas. Muchas veces en los ámbitos de ingeniería se habla de los estudiantes de “recetas”, perfectamente capaces de replicar información pero con grandes dificultades para la evaluación y cambio de acuerdo a la situación. No es una

manera despreciable de adquirir conocimientos, pues se utiliza totalmente en trabajos rutinarios, pero no se puede clasificar como un conocimiento significativo.

Según Díaz Barriga (2005, p428), un conocimiento significativo ocurre cuando la información nueva por aprender se relaciona con la información previa ya existente en la estructura cognitiva del alumno de forma no arbitraria, y Mayer plantea además la diferencia entre recordar y entender, ambos como objetivos principales del aprendizaje pero que no siempre se consiguen simultáneamente. Recordar es la habilidad de reproducir o reconocer el material presentado (retención de la información), en cambio entender, involucra la habilidad de construir una representación mental coherente que pueda ser utilizada en situaciones nuevas.

Todos estos conceptos dan forma y una base científica a los resultados que se obtienen con la enseñanza práctica experimental y que muchas veces por experiencia e intuición se plantean por caminos concurrentes, como es el caso de los procedimientos que se relatan en esta sistematización y fueron descritos a partir de los objetivos iniciales de los protagonistas.

## **8.2. *¿El proceso sistematizado puede considerarse como una innovación?***

A partir de los conocimientos obtenidos en la carrera de especialización en docencia universitaria, en particular el seminario de Innovación Curricular y en función de trabajos realizados por distintos autores y presentados en algunos encuentros y congresos de OEA (Coscarelli, 2013), pueden tomarse algunos indicadores y criterios de relevancia e identificación que permiten corroborar que los procesos y cambios que se detallaron en esta sistematización se constituyen como una real innovación. Recapitulando sobre los distintos puntos de vista desde los que se sistematizó la experiencia, podemos clasificar sus características.

### **Indicadores de Innovación:**

Los principales cambios innovadores en los contenidos teóricos consistieron en:

- Actualizar los contenidos teóricos basando el estudio del microprocesador y de los Circuitos digitales y Tecnologías más actuales.
- Ampliar los contenidos teóricos incluyendo el estudio de las distintas maneras que tiene el microprocesador de interactuar con el mundo exterior.

- Se incluyó el estudio de los distintos elementos que forman parte de los circuitos digitales con los que puede interactuar dicho microprocesador.
- Se distribuyeron los contenidos de manera de coordinar la explicación teórica con la posterior aplicación en la Práctica.

Los principales cambios innovadores en los contenidos prácticos consistieron en:

- Una completa modificación de la parte práctica, con cambios que incluyen:
  - La enseñanza de un lenguaje de programación de bajo nivel sobre dispositivos actuales, aportando de esta manera a la comprensión del funcionamiento e interacción entre las partes de un microprocesador
  - La enseñanza de un Lenguaje de programación de alto nivel aplicado a los dispositivos ya mencionados, familiarizando al alumno con los métodos de programación más eficientes que se utilizan actualmente.
  - Utilización de software de computadora para compilar y simular los programar propuestos en la práctica
  - La utilización de placas de diseño “educativas”, con distintos dispositivos externos para que el alumno implemente los ejercicios de práctica mediante aplicaciones realizadas sobre dichas placas y compruebe su funcionamiento.
- Los Trabajos prácticos fueron completamente modificados , incluyendo:
  - Ejercicios que relacionan los contenidos de materias previamente estudiadas con los contenidos a estudiar.
  - Los ejercicios de programación en lenguaje de bajo nivel incluyen la programación de algoritmos matemáticos típicos, para incentivar la creatividad y fortalecer las técnicas de programación del alumno.
  - La segunda parte de la materia incluye la realización de ejercicios de práctica sobre la placa de diseño implementando los ejercicios físicamente en un circuito real, permitiendo comprobar su total funcionamiento de manera fehaciente.

- Los ejercicios a realizar sobre las placas de diseño son muy variados, permitiendo al alumno realizar aplicaciones sobre temas vistos en nuestra cátedra como también temas vistos en otras materias relacionadas con la electrónica. De esta manera se acorta mucha la brecha que separa la descripción teórica de la aplicación práctica en campo.

En otras palabras, es una de las pocas materias de la carrera en donde los alumnos comenzaron a realizar aplicaciones tangibles, permitiendo verificar la mayoría de los conceptos teóricos. Por este motivo, es que las aplicaciones sobre circuitos digitales tienen que ser dictadas de manera escalonada, debido a la poca experiencia sobre los mismos que traen los alumnos. Es por esto que se parte de aplicaciones muy sencillas llegando hasta aplicaciones más complejas que combinan gran cantidad de dispositivos.

### **Indicadores de innovación que se deducen de la experiencia**

En base a lo estudiado en el texto de Juana Sancho y Hernández Hernández (1992). Se considera que los cambios en los contenidos son innovadores porque:

- La experiencia de cambio tuvo una acción deliberada, generada en el análisis y descubrimiento de falencias en el proceso de aprendizaje establecido.
- Fue planificado y sistematizado por lo menos un par de años antes de poder implementarse.
- Fue un cambio considerable en relación a otros cursos de similares características en la propia institución y en otras instituciones afines.
- Generó un cambio en la concepción y práctica como se llevaba a cabo en el momento de implantarla. Si bien parece que no siempre fue así, tal vez el contexto socioeconómico hizo que los cursos de este tipo en los niveles de la carrera en que se imparte, fueran abandonando el tipo de experimentación práctica presentada en esta materia.
- El cambio se produjo alrededor de 10 años atrás, en los que no solo se ha mantenido esta estructura, sino que se ha ido profundizando y mejorando en función de lo analizado en las dificultades, mejoras y características de cada grupo de alumnos que la utilizó.

- A través de estos años, se pudo comprobar una mejora considerable en la aprehensión por parte de los alumnos de los contenidos planteados. Esto se comprobó en la satisfacción de los alumnos por aprender de esta forma y también en el desempeño y facilidad de aprendizaje en contenidos superiores de materias posteriores correlativas.
- El éxito de este cambio de modalidad se fue propagando posteriormente a las demás materias del Área y carreras afines como Ingeniería en Computación.
- Obviamente han surgido contradicciones y este proceso de innovación ha tenido algunos contratiempos. Pero esto es normal en el desarrollo de cualquier cambio que tiene relativa profundidad dentro de cualquier currículum.
- Estos cambios innovadores están en continua evolución, mediante el agregado de nuevas aplicaciones, nuevas técnicas, nuevas tecnologías, teniendo en cuenta la crítica rigurosa que emiten los alumnos mediante las encuestas anuales.
- Obviamente, estos cambios profundos partieron desde el profesorado, con el entusiasmo y apoyo del plantel docente que forma parte de la cátedra.

Para considerar que dichos **cambios fueron innovadores en los contenidos de la cátedra** se tuvieron en cuenta algunos criterios de Identificación:

- Se realizó un trabajo bien planificado y sistemático, que incluyó reuniones y discusiones sobre como impartir los contenidos, que tipos de contenidos eran los indicados y de qué manera se deberían impartir.
- Estos cambios fueron relevantes en el contexto socioeducativo, porque se logró que temas complejos difíciles de comprender para cualquier alumno, sean abordados de una manera sencilla y aplicada. Por sobre todo aplicada, porque esto fue principalmente lo que hizo que el alumnado mostrará entusiasmo en el estudio de los contenidos y alcanzara los objetivos de la misma sin la necesidad de acudir a las técnicas de memorizar, fortaleciendo de esta manera el razonamiento.
- El criterio de identificación más evidente tiene que ver con los cambios generados en las prácticas educativas, mediante la inclusión de un amplio conjunto de herramientas tecnológicas y unificando los conceptos adquiridos en otras cátedras.

- Este cambio innovador en los contenidos de la materia lleva ya más de 10 años de aplicación en la misma, con el objetivo de fortalecer dichos cambios año a año.

### **Criterios de Relevancia para la innovación realizada**

- Principalmente aporta nuevos conceptos teóricos en cuanto a las técnicas que se usan para ayudar al alumno a comprender la teoría fuertemente apoyada en las aplicaciones prácticas.
- Mejora sustancialmente el aprendizaje de los alumnos, debido a que la posibilidad de realizar las aplicaciones físicamente y verificar su funcionamiento, es un nuevo desafío para el alumno y le da la satisfacción de haber realizado su primer aplicación de electrónica por sí solo.
- Estos cambios aportan nuevos conceptos teóricos y nuevas prácticas en el ámbito de la electrónica, no solo por la forma de materializar los trabajos prácticos, sino también por la forma de tomar los exámenes, en donde también se evalúa la capacidad del alumno de realizar una modificación en un sistema digital utilizando las placas de diseño.
- Estos cambios innovadores en los contenidos de la materia han generado cambios sustanciales en las materias relacionadas, derivando en un inminente cambio en el plan de estudios de la carrera que impulsa no solo aplicar estos métodos en materias similares, sino realizar una redistribución de las materias del área para que los alumnos comiencen a familiarizarse con los Sistemas Digitales desde el principio de la carrera y recorra más etapas de práctica integradora (materias de tipo Taller).
- Se ha realizado trabajos interdisciplinarios con la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Arturo Jauretche y Electrónica del ITBA (Instituto Tecnológico de Buenos Aires), posibilitando la aplicación de estas técnicas innovadoras en materias con similares contenidos de otras carreras universitarias.
- Se han presentado algunos trabajos a congresos relacionados con la enseñanza de los Sistemas digitales, logrando que nuestra propuesta tenga muy buena aceptación entre los pares, e impulsando la aplicación de estos métodos hacia otras universidades.

### **8.3. Opinión de los nuevos estudiantes sobre la incidencia de la materia CDM en la carrera**

Si bien una conclusión fidedigna de la opinión de los alumnos sobre las condiciones con las que se dictan las materias de la carrera necesitaría un trabajo exhaustivo con el suficiente rigor científico en el tratamiento de datos, incluyo una breve encuesta sólo como información orientativa o que refleje en parte la mirada de los alumnos que cursan los últimos años de la carrera de ingeniería en electrónica, algunos de los cuales ya tienen en elaboración el Trabajo Final Integrador o ya se desenvuelven en un ámbito laboral con características tecnológicas.

A modo de conclusión final, la encuesta, con unas pocas preguntas, trata de identificar la visión que tienen alumnos actuales que han cursado la asignatura sistematizada, con respecto a los objetivos planteados cuando se comenzaron las innovaciones producidas años atrás y que coinciden en gran medida con la información informal obtenida por mí a lo largo de los cursos durante los años en los que me he desempeñado en el Departamento de Electrotecnia.

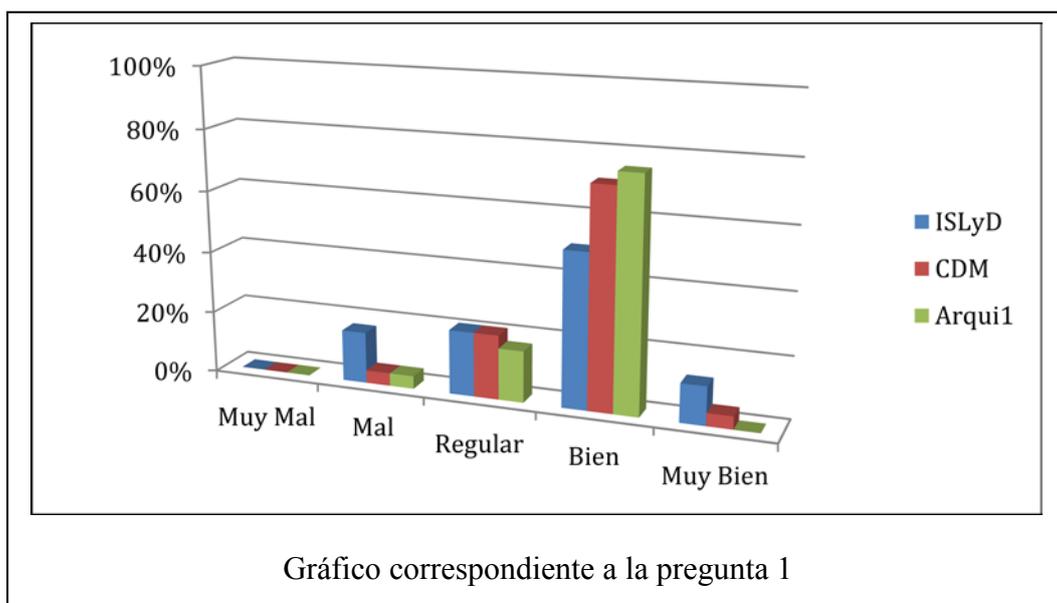
#### **Resultados de encuestas sobre materias de sistemas digitales y trabajo final:**

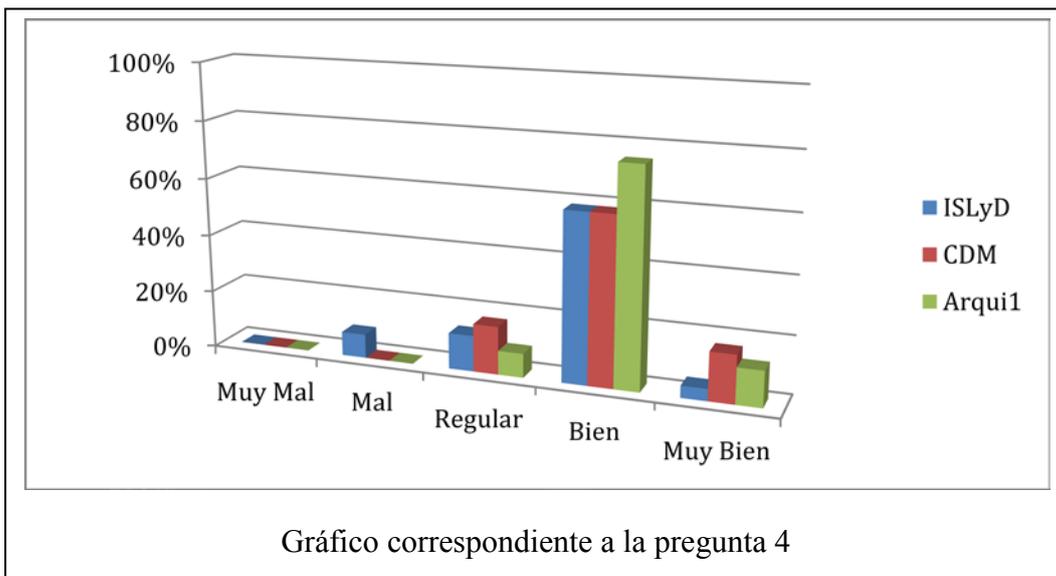
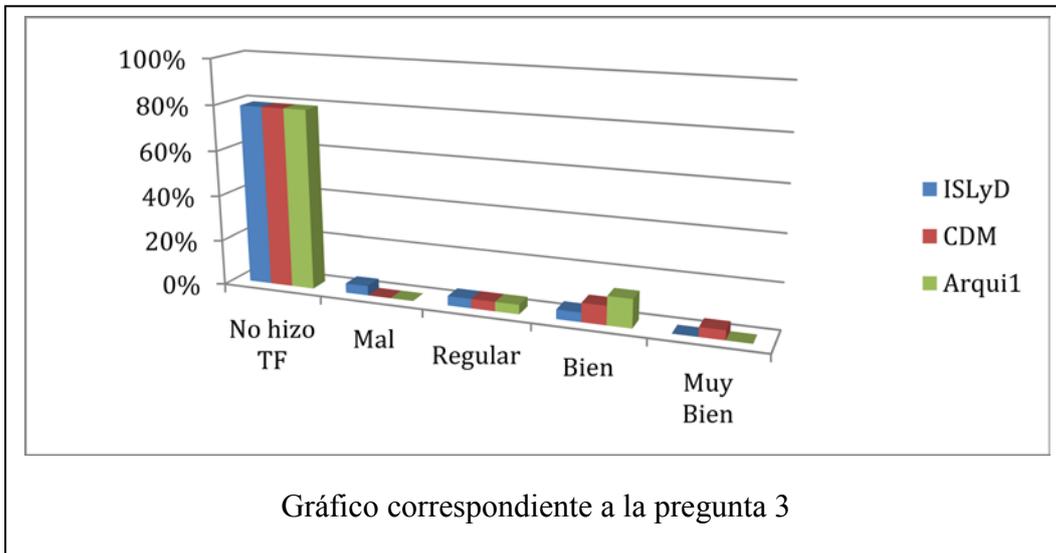
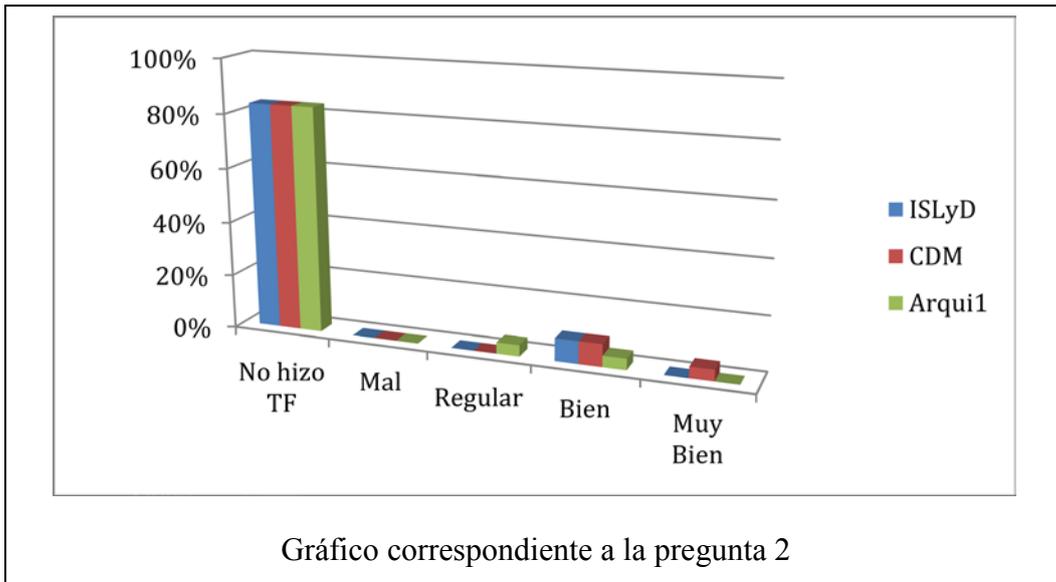
La cuantificación relativa sobre la percepción de los alumnos en cuanto a la relación entre las materias que cursó, su trabajo final y lo que piensan que les puede favorecer de los contenidos prácticos en su presente o futuro laboral, sobre una reducida pero significativa muestra de alumnos de cuarto y quinto año se presenta a continuación en forma de gráficos.

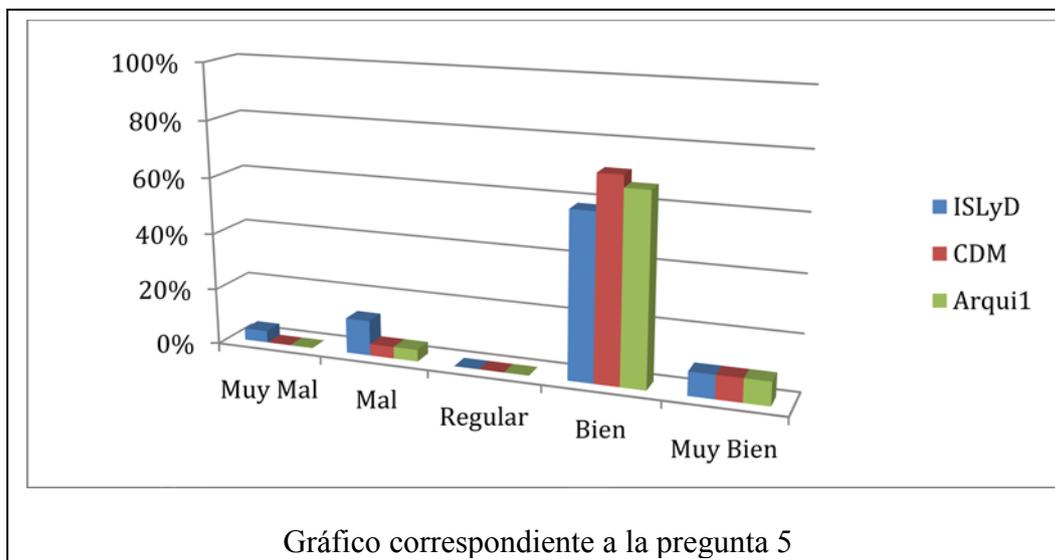
La totalidad de los encuestados ingresaron con el plan 2002 cómo era de suponer, sólo el 17% había comenzado el Trabajo Final Integrador. Las materias del área involucradas fueron “Introducción a los Sistemas Lógicos y Digitales” (ISLyD), primer materia de la rama digital, “Circuitos Digitales y Microprocesadores” (CDM), materia en la que se centra este trabajo, ambas de grado en todos los programas desde 1980 y “Arquitectura de Computadoras I” (Arqui1), asignatura optativa en la orientación de sistemas digitales y que en el plan de 2018 ya no se dará, siendo reemplazada por “Taller de sistemas Embebidos” con contenidos afines pero eminentemente prácticos. No se incluyó la siguiente asignatura optativa “Arquitectura de Coimputadoras II”, porque los encuestados aún no la habían cursado y poseían poca información sobre la misma. Las preguntas que se realizaron fueron:

- 1) Cómo ve la relación entre Teoría y Práctica en las materias del Área: (ISLyD, CDM, Arquí1)
- 2) ¿Los contenidos de las actividades prácticas de las materias del área de digitales le sirvieron para desarrollar el Trabajo Final? : (ISLyD, CDM, Arquí1)
- 3) ¿En qué grado los contenidos de las actividades prácticas con experimentación a través de dispositivos reales, le proporcionaron habilidades que mejoraron el desarrollo del Trabajo Final? : (ISLyD, CDM, Arquí1)
- 4) ¿En qué grado cree que la experimentación a través de dispositivos reales le sirve para su futuro desempeño laboral o prefiere mayor contenido teórico? : (ISLyD, CDM, Arquí1)
- 5) ¿ En qué grado cree que la experimentación a través de dispositivos reales le ha facilitado la comprensión de distintos temas en materias correlativas posteriores? : (ISLyD, CDM, Arquí1)
- 6) De las materias que ha cursado hasta ahora (en cualquier área) ¿cuál le parece que mejor le ha permitido adquirir habilidades prácticas para un futuro laboral?

Así los resultados obtenidos para las preguntas 1 a 5 se reflejan en las siguientes gráficas:







Cómo resultados de la pregunta 6, no cuantizable en un gráfico, podemos señalar que un 41% señalaron a CDM y el resto a Arquí1, materia en la que siguiendo la metodología de CDM, se comenzó a desarrollar en la práctica aplicaciones con dispositivos celulares aplicadas a el tratamiento de sensores y comunicación con microcontroladores. También en gran medida y otras materias fuera del área de digitales, en las áreas de control, comunicaciones o algunas materias del área común más básica, destacando “Circuitos Electrónicos 2” e “Instrumentación y Comunicaciones Industriales”.

#### **8.4. Reflexiones Finales**

Retomando algunos de los interrogantes iniciales expresados al comienzo de este trabajo, tales como: ¿Las modificaciones introducidas paulatinamente dentro de los procesos de dictado de práctica y evaluación concuerdan con aquellos ideados inicialmente por los docentes que las propiciaron?

Si analizamos las ideas iniciales de los protagonistas tal como fueron relatadas en el enfoque de la sistematización, la idea de cambio paulatino en los métodos de práctica con el fin de brindar a los alumnos una contrastación fáctica de los conocimientos teóricos con dispositivos reales y el fortalecimiento de la formación pre-profesional, se cumplió a grandes rasgos de forma correcta. Los postulados generales se lograron en parte, y como el mundo profesional siempre será distinto al mundo académico, acercar las actividades del aula con las prácticas profesionales a la velocidad de cambio con que estas transcurren, siempre concluyen en desfase. Los tiempos de realización académicos, así como las actualizaciones curriculares no pueden seguir la relación de cambio del campo profesional. Puede verse en la reconstrucción temporal, que la

incorporación inicial de dispositivos simples aportando generalidad, promovió un cambio de paradigma en la línea didáctica dominante, pero los materiales deberían actualizarse periódicamente para poder reflejar en mejor medida los procesos técnicos reales. Tal actualización resulta imposible en la práctica. El esfuerzo involucrado en el cambio, forzosamente por las características del medio donde se desarrolla se desplaza y retrasa con respecto a un ámbito comercial en donde la fuerza económica deviene en motor de las actualizaciones, las que no pueden siquiera contemplarse en un medio educativo, dejando de lado si es público o privado porque ambos adolecen de las mismas características al respecto. Nos referimos particularmente a variaciones en el campo profesional, más que a cambios en lo referente a sociedad, ya que lo social reacciona mucho más lentamente que el ámbito profesional donde hay más especialización. Lo social tiende a estandarizar, a reflejar cambios cuando a pasado tiempo, por lo que la universidad debe ver antes los cambios en lo laboral que se perfila con cambios de más actualidad e impulso, aunque sí debería constituirse como un agente traductor de estos impulsos, orientado a satisfacer las necesidades en lo social.

En cuanto a las variaciones metodológicas de desarrollo de las prácticas y los efectos producidos en el transcurso de los años desde su implementación y la inferencia de la necesidad de una modificación curricular en el área a la que pertenece la asignatura, si bien muy localmente se ha logrado que el desarrollo de las prácticas con un énfasis pre-profesional fuera aceptado y tal vez se constituyó como una pequeña corriente que influyó las propuesta de cambio curricular más reciente.

De esta manera, se demostró mediante los índices e indicadores de innovación verificados, que el proceso sistematizado fue innovativo y que pudo expandirse en el entorno próximo. De la revisión de tal expansión, puede observarse que fue de manera exclusivamente local en cuanto al ámbito. Relacionando esta localidad con lo que subrayamos anteriormente del campo profesional, puede resaltarse aquí, reflejado a través de los distintos enfoques de la sistematización y como potencialidad no suficientemente explorada, una necesidad de contacto mayor de las cátedras que abarcan temas afines, (en este caso, aquellas que promueven la utilización de sistemas electrónicos digitales) con empresas tecnológicas que clarifiquen el panorama de actualidad en cuanto a las necesidades profesionales y la prospección de conocimientos en el futuro inmediato. Una mejor localización tecnológica en el entorno y actualidad más inmediata permitiría que el “ecosistema” académico vaya preparando a su tiempo

particular, las modificaciones o actualizaciones necesarias para minimizar los desfases. Si bien esta relación aula-trabajo profesional se ve cada vez más frecuentemente, parecen ser ocasiones aisladas en distintas cátedras y no un proceso sistemático proyectado y articulado convenientemente de manera vertical y transversal según las propuestas del currículum, de manera de hacerlas realmente eficaces.

Inclusive, podrían vislumbrarse los beneficios de realizar sistematizaciones periódicas de todas las materias incluidas en una carrera, cuyo análisis crítico y profesional a través de un área pedagógica permitan esquematizar puntos de intersección o desencuentros que no han sido contemplados individualmente y brindar así información dinámica como una herramienta de mejora de los aspectos didácticos y la relación con el alumno. Tales puntos de encuentro o articulación pueden observarse en algunos casos, pero no de forma generalizada con un objetivo unificado, sino agrupados dentro de las tensiones de políticas internas o intereses en los grupos de poder que confluyen en todos los ámbitos. Un caudal informativo de tales características, aunque muy difícil de implementar, otorgaría una mejor definición y sentido a los registros estadísticos con los que se toman decisiones sobre cambios curriculares y acreditación o creación de carreras.

Otra de las características surgidas del análisis de la sistematización en cuanto a la relación teoría-práctica, es aquella que la innovación en cuanto a los contenidos prácticos se sustenta en una sólida base teórica. De acuerdo a los testimonios de los protagonistas, tal condición era punto de partida de las modificaciones a implementar en la metodología. Tal vez pueda notarse que durante los años en que se fueron introduciendo contenidos de práctica, la teoría también paulatinamente terminó gravitando sobre los mismos temas sin mantener la condición de generalidad teórica. Muchos de los contenidos teóricos fueron adquiriendo matices particulares en cuanto a determinadas tecnologías, específicamente, si bien se debía ofrecer un soporte teórico al tipo de microcontroladores que se utilizaba en la práctica, por tiempo y espacio fueron desplazando u omitiendo una comparativa con muchos otros dispositivos que se han ido desarrollando en los últimos años. El énfasis de perfeccionar las habilidades prácticas en un dispositivo real particular, pudo llevar aparejado también un sesgo o encasillamiento no deseable. Aunque según los postulados iniciales planteados al inicio de la innovación, la práctica debía resignificar a la teoría, tampoco debería hacer que ésta pierda vigencia o su carácter de cimiento sobre el que articular otras disciplinas

anteriores o posteriores en la carrera. Vuelve a presentarse con esta visión, el interrogante de cómo ir manteniendo una generalidad de contenidos e ir actualizando el manejo de herramientas y material de manera de reflejar o seguir de manera más ajustada el devenir de la tecnología, todo esto en un espacio curricular acotado, limitado a un reducido número de clases, y nos referimos a cambios en la tecnología importantes, estables y no sólo a actualizaciones de mercado efímeras o de moda.

A partir de 2018 nuevamente se implementó un cambio de planes, éste se encuentra orientado a cumplir con nuevos estándares de Competencias Específicas y Genéricas, Resultados de Aprendizaje, Evaluación y otras disposiciones actualizadas. En general, la materia que se ha sistematizado en este trabajo contemplaba en sus cambios muchas características que ahora son las que se imparten desde estamentos superiores, es por tanto que no se necesitaría ningún cambio para adaptarse, constituyéndose así en un ejemplo más del carácter innovativo que se proyectó e inició hace más de 10 años. El nuevo cambio de plan también coincide con cambio de profesor de la cátedra, el que ha retomado una ampliación en los contenidos teóricos de manera de abarcar los nuevos cambios tecnológicos, en consonancia con las reflexiones que surgieron del análisis crítico de esta sistematización, pero manteniendo la misma metodología en cuanto al tratamiento de los contenidos prácticos.

Es una oportunidad más para difundir, expandir o reflejar sobre los nuevos contenidos analíticos los postulados y definiciones que se iniciaron con la materia sistematizada.

---

## 9. Bibliografía

Abate, S, Orellano, V.(2015).*Notas sobre el currículum universitario, prácticas profesionales y saberes en uso*. Revista Trayectorias Universitarias. Vol I. Nro.1. La Plata. UNLP

Angulo Rasco, J. (1994) *Innovación, Cambio y Reforma: Algunas ideas para analizar lo que está ocurriendo*. En: Angulo Rasco, J. y Blanco, N. Op. Cit., (capítulo 17).

Bardolet, A. Sánchez Cortés, E. Carbonell, J. Hernández Hernández, F. Simó Gil, N., Sancho Gil, J. (1992) *Para aprender de las innovaciones en los centros*, Revista de Educación.

Bourdieu, P. (2007). *El sentido práctico*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Coscarelli, M. R. art.(2007) *Curriculum, Universidad y Sociedad*, Revista de la Universidad N° 34 Universidad y Sociedad , UNLP, La Plata. EDULP págs. 45-54.

Coscarelli M.R (2013). Ficha de cátedra “*Innovaciones*”. Seminario “*Desarrollo e innovación curricular*” de la Especialización en Docencia Universitaria. Universidad Nacional de La Plata

Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza: didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Santillana.

de Alba, A., & Puiggrós, A. (1995). *Currículum: crisis, mito y perspectivas*. Miño y Dávila. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=MXLgAAAACAAJ>

Díaz Barriga, A. (2005) *El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos*. Perfiles educativos, N° 108, México.

Díaz Barriga, A., Hernández G. (2005), *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista*. Segunda Edición. México. Mc Graw Hill.

Eizaguirre, M., Urrutia, G., Askunze, C. (2004) "*La sistematización, una nueva mirada a nuestras prácticas*". *Guía para la sistematización de experiencias de transformación social* ,Proyecto Giza Garapena-Compartiendo Experiencias. Bilbao.

Jara Holliday, O. (2003). *Para sistematizar experiencias*. Revista Innovando, Año 2 . Nro. 20

Macchiarola, V. (2006). *El conocimiento de los profesores universitarios ¿De qué tipo de conocimiento estamos hablando? Colección de Cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria*, (Año 1. Nro.5), 16.

Morandi, G. (1997). *La relación teoría-práctica en la formación de profesionales: problemas y perspectivas*. Presentado en 2das Jornadas de Actualización en Odontología, La Plata, Argentina: Facultad de Odontología, UNLP.

Perrenaud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: Profesionalización y razón pedagógica*. México D.F.: Graó.

Salinas, D. (1994) *La planificación de la enseñanza ¿Técnica, sentido común o saber profesional?* En Angulo F. – Blanco N. Teoría y desarrollo del currículum. Ed. Aljibe. España.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos - Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones (1ª)*. Barcelona - España: Paidós.

Torres, R. M. (2004) *Paradigmas del currículum*, Análisis del Curso Taller 2 Medios de Comunicación para Educación a Distancia correspondiente a la Fase III: Concentración en el Campo de la Licenciatura en Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional. UPN, pág. 77. Ajusco – México.

## 10. Anexos

### **10.1. Entrevista al Ing. José Rapallini, Profesor Titular en el período 2006 a 2018. Algunas cuestiones en la sobre innovaciones en la materia Circuitos Digitales y Microprocesadores**

#### **Parte A:**

**¿Cómo eran las características históricas de la materia? ¿Qué carencias se notaban en los aspectos prácticos de la materia?**

*Falta de utilización práctica con microprocesadores. Se realizaban algunas prácticas cuasi teóricas con cuestionarios, pero no se utilizaba ningún kit*

**¿Cómo eran las características de la carrera en cuanto a los aspectos prácticos y el futuro desempeño laboral?**

*En general no se consideraban 'importantes' los conocimientos de **diseño/implementación**, que a mi criterio son los que afianzan los conceptos teóricos de cualquier materia (antes de ser Profesor de CDM, fui JTP - Profesor de Trabajo Final donde se podían apreciar perfectamente estos inconvenientes)*

**¿Cuál es el ideal buscado o la idea que tenía en mente sobre cómo debía desarrollarse la enseñanza en el área de Sistemas Digitales?**

*Mi idea, fue lo que actualmente se denomina educación por competencias. Es decir generar la necesidad de un estudio teórico profundo, teniendo en cuenta cual es la problemática a solucionar. En este caso y dada la tecnología que se disponía en ese momento, dio para utilizar un microcontrolador (avanzar en el criterio que el microprocesador tiene que interactuar con el medio para que sea útil → microcontrolador sencillo podría cubrir este aspecto de enseñanza en los sistemas digitales con cierta "inteligencia")*

**¿Cuál fue la idea de cambios propuestos inicialmente?**

*Poner la teoría de los sistemas de microcómputo en función del diseño e implementación de un sistema digital. Utilizar un Kit comerciales para lograr una confianza en el alumnado, se enseñaba una herramienta con la cual se podían resolver problemas reales y se conseguía fácilmente en el mercado argentino!!.*

*Como comenté, al tener la experiencia de los Trabajos Finales, este cambio resultó provechoso, ya que los alumnos no tenían que ocupar un tiempo importante del trabajo final con el estudio de microprocesadores ó microcontroladores (típicamente se necesitaba de tres a seis meses para dominar estos dispositivos !!), pasando a poner en funcionamiento un procesador dedicado en menos de 1 mes.*

### **Parte B:**

*Es importante destacar que comencé haciéndome cargo de la materia como profesor Titular Ad-honorem (el Ing. Quijano era el profesor de esta cátedra, pero en el departamento consideró que sólo continuaría con la dirección del CeTAD, desligándolo de sus tareas docentes), y en función de esta modalidad propuse un plan de mejoras en la materia que fue aceptado en el área de Computación y Sistemas digitales. Más adelante cuando se realiza el concurso de la materia (varios años después!), fue desarrollado con más detalle y con la experiencia adquirida junto al plantel docente en esos años.*

### **¿Cuál fue la idea de los cambios iniciales?**

*Incorporación de ayudantes alumnos – Uso de un kit comercial (Se obtuvieron a partir de ganador dos concursos de diseños con microprocesadores, realizado por la empresa Electrocomponentes)*

### **Elección del plantel docente y sus características (hubo alguna selección?)**

*Era el que existía históricamente, el departamento nunca generó más cargos, cuando se realizaron los concursos correspondientes el criterio de selección fue el consensuado por la comisión evaluadora, típicamente tradicional.*

*Si, se tuvo en cuenta la incorporación de Ayudantes alumnos, los que deberían tener una predisposición para el desafío de solución de problemas con los kit que ya se contaban.*

**¿Qué aportó la incorporación e ideas del Ing. Cortizo como Jefe de Trabajos Prácticos?**

*Cuando se realizó el concurso de JTP, el Ing Cortizo accedió al cargo dando forma a la propuesta que generé, la cual acompañó y comenzó a desarrollar (era el uso del kit teniendo en cuenta el análisis exhaustivo del microprocesador y en su segunda parte su uso como microcontrolador, todo en assembly (los conocimientos de C de los alumnos era muy rudimentario al igual que las herramientas que se podían utilizar en ese momento), dio como resultado la preparación de los trabajos prácticos, que nos llevó un importante esfuerzo ya que no existía en las materias del área algo semejante (fueron utilizados modelos de otras universidades para que el resultado sea eficiente y comprobable en corto plazo, adaptándose a la idiosincrasia de la metodología de nuestra facultad)*

**¿Se notó una nueva relación entre la materia y Trabajo Final en relación a una mejor articulación de los conocimientos prácticos?**

*Comentado con cuantificación en una pregunta anterior*

**¿Cuáles fueron las primeras modificaciones concretas en el dictado de la materia?**

*Poner en marcha lo comentado en la pregunta anteriormente*

**¿Cuáles fueron las primeras dificultades encontradas?**

*Los alumnos No tenían dominio de las tecnologías, algunos alumnos expresan, que esta era la primera materia de la carrera que tenía como objetivo utilizar componentes y hacerlos funcionar!)*

**¿Qué soluciones fueron implementadas y cuáles no se pudieron implementar?**

*Un trabajo de integración para la aprobación de la materia (fue levantado como exigencia y quedó como opcional)*

*Más adelante viendo este problema se pensó en dar más herramientas para que puedan realizar un trabajo de integración, allí aparecen los Seminarios de Cátedra que año a año fueron incorporándose, su reiteración y armado era a demanda de los alumnos.*

## **10.2. Entrevista al Ing. Eduardo Cortizo, Jefe de trabajos prácticos en el período 2006 a 2009. Algunas cuestiones sobre innovaciones en la materia Circuitos Digitales y Microprocesadores**

### **Parte A**

#### **¿Qué carencias se notaban en los aspectos prácticos de la materia?**

*Llegué a la Cátedra desde otro departamento (Ciencias Básicas) y por lo tanto no tengo una referencia histórica de la misma. Además, en el Departamento de Electrotecnia se había decidido replantear la materia, así que asumimos simultáneamente Profesor y JTP nuevos. Podría decirse que se planteó hacer “borrón y cuenta nueva”. No encontramos guías de Trabajos Prácticos ni Experimentales, entendiéndolo por tales, problemas a resolver en abstracto o manualmente en mesas de laboratorio. Creo que la carencia fundamental radicaba en la práctica experimental y que el problema era común con el resto de las materias afines.*

#### **¿Cómo veía las características de la carrera en cuanto a los aspectos prácticos y el futuro desempeño laboral?**

*Los aspectos prácticos, en mi concepción, radican fundamentalmente en la aplicación concreta de los conocimientos a los dispositivos físicos, o sea la tarea experimental. La resolución de problemas en abstracto contribuye a consolidar conceptos y posibles aplicaciones, pero carece de la contrastación fáctica con el dispositivo real y sus parámetros característicos, que en definitiva será con lo que tendrá que lidiar el futuro profesional en su actividad laboral. Creo que en aquel entonces, la carrera adolecía en buena medida de esta carencia.*

#### **¿Cuál es el ideal buscado o la idea que tenía en mente sobre cómo debía desarrollarse la enseñanza en el área de Sistemas Digitales?**

*Con una sólida formación teórica y la mayor aplicación experimental posible de los contenidos de la Materia.*

#### **¿Cuál fue la idea de cambios propuestos inicialmente?**

- *La introducción masiva de dispositivos electrónicos para conseguir el vínculo más personalizado posible del alumno con el dispositivo.*
- *Las configuraciones más generales posibles de los dispositivos para permitir la implementación de todas sus posibilidades.*
- *El diseño de problemas que permitan resoluciones graduales en complejidad hasta llegar al uso más complejo y específico posible del dispositivo.*

## **Parte B**

### **¿Cuáles fueron los cambios efectuados inicialmente? (incorporación de los kits de desarrollo)**

*Básicamente, cumplir con los objetivos de la respuesta anterior, incorporando microprocesadores en cantidad, diseñando y construyendo los kits “universales” y concibiendo los desafíos experimentales que permitan el dominio gradual de la complejidad de los dispositivos.*

### **Elección del plantel docente y sus características (hubo alguna selección?)**

*El plantel docente quedó expuesto a la dinámica de la propuesta, hubo alguna deserción, incorporaciones y mayormente adaptación y aceptación del cambio.*

### **¿Cómo fue su incorporación e ideas como Jefe de Trabajos Prácticos?**

*Como JTP, conté con el apoyo, el aval y la colaboración del Profesor de la Materia para la implementación de las actividades prácticas con las características mencionadas.*

### **¿Percibió cambios o una nueva relación entre la materia y Trabajo Final en relación a una mejor articulación de los conocimientos prácticos?**

*La mejor prueba de la validez del método, fue la aplicación de microprocesadores en muchos Trabajos Finales.*

### **¿Cuáles fueron las primeras modificaciones concretas en el dictado de la materia?**

*Creo que el cambio en el dictado de la materia fue radical y más que de modificaciones, se trató de implementación y afortunadamente, a mi entender, pudo concretarse el objetivo mencionado.*

**¿Cuáles fueron las primeras dificultades encontradas?**

*Exceso de tarea y bastante desconcierto entre los alumnos, que por referencia histórica no esperaban encontrar un curso de este tipo.*

**¿Qué soluciones fueron implementadas y cuáles no se pudieron implementar?**

*Fue todo comienzo, por lo que más que soluciones se plantearon iniciativas que creo se cumplieron. Tal vez por implementar, quedó pendiente en mi concepción y hasta que me fui de la Facultad, dar continuidad a esta tarea en Materias posteriores, incorporando más complejidad en dispositivos y aplicaciones.*

### **10.3. Anécdota de clases**

¡Esto no Anda!

A modo de anécdota, se relata a continuación un texto incluido en uno de los seminarios de la carrera de especialización que refleja un poco cómo desconcertaba un poco el cambio de métodos en los temas prácticos, con relación a como se manejaban en las materias previas de la carrera. Es claro que la implementación sobre dispositivos físicos daba mucho trabajo de preparación y mantenimiento a los docentes, pero también provocaba la falta de paciencia en algún alumno cuando no se tiene los hábitos de ser observador y sistemático. Estas son dos características que se adquieren con las buenas prácticas y con el tiempo y que son agradecidas una vez asimiladas o incorporadas naturalmente.

“La práctica consistía en darles todo el material de programación e información sobre el hardware y plantearles varios problemas prácticos con complejidad creciente para que los alumnos, en grupos reducidos, discutan, programen e implementen los circuitos, viéndolos funcionar en unos kits que se conectaban a una PC y permitían programar y conectar a diferentes circuitos de aplicación.

Estos kits presentaban dificultades de la vida real: cables que si no se ajustaban bien no hacían conexión, si no se programaba correctamente no lograban el funcionamiento esperado, debían tener en cuenta varias precauciones para no sobrecargar y quemar todo. Dificultades reales que no se veían en teoría pero que daban experiencia. Una cosa era escuchar lo que había que hacer y otra era hacerlo correctamente. En los libros solo aparece lo “ideal” y todo lo que se pueda explicar, solo adquiere importancia cuando el alumno se enfrenta al problema, en ese momento es donde se recuerda qué dijo el profesor respecto a tal o cual situación o se dan cuenta lo distraídos que estaban cuando los docentes indicaban algún detalle que debían prever. Cuando iniciaran su vida laboral no tendrían quien les ayude y muchas veces contratan a los ingenieros precisamente para resolver casos no triviales, lo más rápido y barato posible.

La evaluación era una continuación de la práctica. Se les pedía la implementación de algún ejercicio determinado de entre todos los que habían hecho en la práctica durante el curso. Se ponía en juego la habilidad que habían conseguido con el trabajo grupal. Era fácil en teoría. Si habían logrado hacer las prácticas, con todo el socorro de los

ayudantes, el examen era repetir lo hecho antes. Esto mejoró bastante las cosas en comparación con el modo en que se hacía antes y entusiasmaba a los alumnos, pues ellos mismos manejaban los circuitos y terminada la cursada podían seguir tranquilamente por las suyas.

En uno de los cursos tenía un alumno “protestón”. Estaba acostumbrado a otras materias en que le daban la teoría y hacían la práctica por “receta”. Enfrentarse a problemas reales lo descolocaba y aún con la ayuda de los compañeros de grupo se frustraba. Cuando al resto de sus compañeros esta modalidad le daba impulso, a él parecía “negarlo”. Si bien otros alumnos protestaban alguna vez, terminaban reconociendo que aprendían bien y hasta algunos pocos, tiempo después nos agradecían la manera que les habíamos enseñado, porque habían adquirido soltura cuando tenían aplicarlo cuando conseguían trabajo. Eso me hacía “ruido”, éste alumno en particular parecía la excepción que ponía en duda una manera de hacer las cosas que yo creía la mejor o por lo menos correcta.

En el momento del examen, no supo hacer funcionar lo que se pedía. Después de protestar una hora y cambiar 3 veces de kits, esgrimiendo que tenían fallas (kits que funcionaban perfectamente) y diciendo como 20 veces en forma enfática “¡Esto no anda!”. Se fue enojado prometiendo que iba a intentar recursando al año siguiente, “si los kits andaban mejor”. Me sentí frustrado también, no hubo manera de convencerlo.

Al año siguiente, se presentó y como más o menos sabía de qué iba la materia, estuvo más optimista. Con esta actitud pudimos hacerle entender mejor los beneficios del aprendizaje basado en problemas, pudiéndole convencer que sin receta, pensando y enfrentando cada problema, podía solucionar las diferentes situaciones que le puedan aparecer en el futuro. Con nada se aprende mejor que con la propia experiencia. Sin dejar que siga haciendo las prácticas sólo con su grupo, tratamos con los ayudantes de darle confianza en sí mismo y así tenerle menos recelo a los kits y los circuitos. Supongo que al ver que la mayoría de los compañeros lo habían logrado bien, cambió la actitud negativa y se decidió a estar más receptivo.

Nuevamente al enfrentarse al examen, con los mismos kits que decía no funcionaban el año anterior, fue uno de los que más rápido terminó, sin problemas, sin fallas. Mientras yo tomaba a otros, lo tuve al lado con una sonrisa que no se le descolgaba preguntándome un sin fin de cuestiones sobre cómo podía seguir y donde comprar procesadores más grandes, etc. etc. Terminado el parcial, ni quería irse, parecía que al

aprobar el examen se le habían abierto las puertas a algún lugar que antes no veía, no podía ver o en el que no creía y recién al verse aprobado, tuvo la seguridad para considerarlo. No pude olvidarme su sonrisa permanente, porque también a mí me dio gusto el orgullo que se le veía. Con algo que no entendía, pudo finalmente enfrentarse y darse cuenta que como los demás, era una satisfacción adquirir la habilidad que se le proponía conseguir con este tipo de práctica. Esa sonrisa de orgullo era tal vez similar al orgullo de tarea cumplida que me hizo sentir. “

## 10.4. Planes de Estudio y Programas

### 10.4.1. Planes de Estudio de Ingeniería en electrónica Ingeniería Electrónica - Plan 1980

		Alumno N° _____
<b>INGENIERIA ELECTRICISTA-ELECTRONICA</b>		Plan 1980
<b>Cód.</b>	<b>PRIMER AÑO</b>	<b>Previas Aprobadas</b>
111	Algebra y Cálculo Numérico (1°Semestre) _____	
112	Análisis Matemático I _____	
113	Geometría Descriptiva y Dibujo _____	
114	Geometría Analítica (1°Semestre) _____	
115	Física I (2°Semestre) _____	
<b>SEGUNDO AÑO</b>		<b>Correlativas</b>
121	Análisis Matemático II _____	112-114
122	Física II _____	
	F01 Física II (Optica; Atómica y Nuclear; Electricidad y Magnetismo) _____	112-115
	F02 Física II (Electricidad y Magnetismo) _____	112-115
	F03 Física II (Optica; Atómica y Nuclear) _____	
123	Estática y Resistencia de Materiales _____	
124	Elementos de Computación _____	111
125	Química _____	
126	Estudio y Ensayo de Materiales _____	
<b>TERCER AÑO</b>		
131	Matemáticas Especiales _____	
	M01 Matemáticas Especiales (Ec. Dif., Var. Comp. y Mét. Numéricos) _____	121
	M02 Matemáticas Especiales (Ecuaciones Diferenciales) _____	121
	M03 Matemáticas Especiales (Var. Comp. y Mét. Numéricos) _____	121
133	Campos y Ondas (1°Semestre) _____	121-F02
134	Física Especial (2°Semestre) _____	121-F01
135	Termodinámica _____	
136	Investigación Operativa _____	
	I01 Investigación Operativa (Prob. Estadística e Invest. Operativa) _____	111-112
	I02 Investigación Operativa (Probabilidades y Estadística) _____	111-112
	I03 Investigación Operativa (Investigación Operativa) _____	
138	Teoría de Circuitos I _____	121-F02
<b>CUARTO AÑO</b>		
141	Dispositivos Electrónicos _____	134-138
142	Materiales y Componentes Electrotécnicos _____	
143	Laboratorio de Medidas Eléctricas _____	138
144	Economía y Organización Industrial _____	
145	Teoría de Circuitos II _____	M01-138
146	Introducción a los Sistemas Lógicos y Digitales (1° Semestre) _____	138

<b>QUINTO AÑO</b>		
151	Circuitos Electrónicos _____	141-145
152	Principios de Control y Servomecanismos (2° Semestre) _____	145
153	Principios de Comunicaciones I _____	M01-I02
154	Teoría de las Máquinas Eléctricas _____	133-143
155	Instalaciones Eléctricas Generales (1° Semestre) _____	138
156	Legislación _____	

**SEXTO AÑO**  
Ver ciclo de Orientación

Apellido \_\_\_\_\_ Nombres \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

**NOTA:** Deberá rendirse una prueba de suficiencia de comprensión de literatura técnica en una lengua extranjera (preferiblemente Inglés o Francés).

Ingeniería Electrónica - Plan 1988

Código de Carrera: 024

Plan: 1988

Plan de Estudios:

Cuat.	Código	Asignatura	(Créditos / Correlativas Inmediatas)	Correlativas no Inmediatas
1	212	<a href="#">Análisis Matemático I</a>	(4)	
211	<a href="#">Algebra</a>	(4)		
214	<a href="#">Geometría Analítica</a>	(4)		
2	213	<a href="#">Análisis Matemático II</a>	(4 / 212-214)	
215	<a href="#">Física I</a>	(212)		
216	<a href="#">Dibujo</a>	(3)		
3	221	<a href="#">Análisis Matemático III</a>	(4 / 213)	212-214
223	<a href="#">Física II</a>	(4 / 213-215)	212-214	
225	<a href="#">Ingeniería Económica y Ergonomía</a>	(3 / )		
227	<a href="#">Química</a>	(3)		
4	222	<a href="#">Análisis Matemático IV</a>	(4 / 221)	213
224	<a href="#">Física III</a>	(4 / 223)	213-215	
226	<a href="#">Estadística</a>	(4 / 211-213)	212-214	
228	<a href="#">Cálculo Numérico</a>	(4 / 221)	213	
5	233	<a href="#">Campos y Ondas</a>	(4 / 223-221)	213-215
235	<a href="#">Termodinámica</a>	(4 / 226-224)	211-213-223	
231	<a href="#">Teoría de Circuitos I</a>	(4 / 221-223)	213-215	
234	<a href="#">Análisis Matemático V</a>	(3 / 222)	221	

6	236	<a href="#">Dispositivos Electrónicos</a>	(4 / 231-235)	221-223-224-226
232		<a href="#">Teoría de Circuitos II</a>	(4 / 231-234)	221-222-223
237		<a href="#">Materiales y Componentes Electrotécnicos</a>	(4 / 223-227)	213-215
238		<a href="#">Medidas Eléctricas</a>	(4 / 231)	213-215
7	241	<a href="#">Circuitos Electrónicos I</a>	(4 / 236-232)	231-234-235
243		<a href="#">Introducción a los Sistemas Lógicos y Digitales</a>	(4 / 236)	231-235
244		<a href="#">Máquinas e Instalaciones Eléctricas</a>	(4 / 237-238)	223-227-231
245		<a href="#">Señales y sistemas</a>	(3 / 232)	231-234
8	246	<a href="#">Circuitos Digitales y Microprocesadores</a>	(4 / 243)	236
247		<a href="#">Comunicaciones</a>	(4 / 241-245)	232-236
242		<a href="#">Circuitos Electrónicos II</a>	(4 / 241)	232-236
248		<a href="#">Control y Servomecanismos</a>	(4 / 232)	231-234
9 y 10	251	<a href="#">Ingeniería Legal</a>	(3 / )	
252		<a href="#">Mediciones Electrónicas</a>	(4 / 242-245-237)	223-227-232-241-243
253		<a href="#">Trabajo Final</a>	(2 / )	
254		MATERIAS OPTATIVAS		

Alternativas: Deberá elegir (1) una Alternativa Completa.

**ALTERNATIVA: 1 - Control**

Código	Asignatura	(Crédito / Correlativas)	Correlativas no Inmediatas
C01	<a href="#">Control Moderno</a>	(4 / 248)	232
C02	<a href="#">Control de Potencia</a>	(4 / 248)	
C03	<a href="#">Control de Procesos</a>	(4 / 248)	232

### ALTERNATIVA: 2 - Comunicaciones

Código	Asignatura	(Crédito / Correlativas)	Correlativas no Inmediatas
D01	<a href="#">Sistemas de Comunicaciones I</a>	(4 / 247)	241-245
D02	<a href="#">Sistemas de Comunicaciones II</a>	(4 / )	
D03	<a href="#">Teoría de Comunicaciones</a>	(4 / 247)	241-245

### ALTERNATIVA: 3 - Sistemas Digitales y Computadoras

Código	Asignatura	(Crédito / Correlativas)	Correlativas no Inmediatas
E01	<a href="#">Arquitectura de Computadores I</a>	(4 / 228)	221
E02	<a href="#">Arquitectura de Computadores II</a>	(4 / E01)	246
E03	<a href="#">Programación, Algoritmos y Estructuras de Datos</a>	(4 / 221)	213
E0224	<a href="#">Sistemas Operativos y Redes</a>	(4 / 246)	243

COMPLETA su currícula con otras (3) tres asignaturas que necesariamente serán de las otras alternativas.

(Pueden Combinar asignaturas de ellas)

TOTAL DE CREDITOS PARA OBTENER EL TÍTULO: 148

El alumno que haya obtenido la aprobación de los Trabajos Prácticos para rendir el examen final de una Asignatura A, podrá cursar las materias que tengan a ésta como Correlativa Previa, inscribiéndose en la modalidad Promoción por Examen Final.

8.1: Para poder cursar en cualquier modalidad (E o P) las asignaturas correlativas NO INMEDIATAS de A (Correlativa de Correlativa), deberá tener aprobada la asignatura A. Ordenanza N° 028 del 3 de junio de 2002.

Ej. Para cursar Análisis Matemático III, si opta por la modalidad E: deberá tener aprobados los Trabajos Prácticos de Análisis Matemático II y aprobado (con nota final) Análisis Matemático I; si opta por la modalidad P: deberá tener aprobados (con nota final) Análisis Matemático II y Análisis Matemático I.

## **Incumbencias del título de Ingeniero Electrónico**

(Válido a partir del período lectivo 1980)

- a) Estudio, factibilidad, anteproyecto, proyecto, planificación, dirección, ejecución, instalación, puesta en marcha, ensayos, mediciones, control, mantenimiento, reparación, modificación, transformación, investigación y operación de sistemas o partes de sistemas de generación, transmisión, distribución, conversión, control, automatización, recepción, procesamiento y utilización de señales de naturaleza electromagnética, en todas las frecuencias y potencias.
- b) Asuntos de Ingeniería Legal, Económica, Financiera, de Higiene, Seguridad Industrial y Contaminación ambiental relacionadas con el inciso a).
- c) Arbitrajes, pericias y tasaciones relacionadas con el inciso a).

# Ingeniería Electrónica - Plan 2002



Alumno N° .....

Facultad de Ingeniería  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

## INGENIERIA ELECTRÓNICA

CODIGO DE CARRERA: 024

Plan 2002

Código Facultad	Código CESP/	Tipo*	Insc P/E	ASIGNATURAS	Hes.**	Het***	Correlatividades
<b>1° Semestre</b>							
F0301	311	CB	<input type="checkbox"/>	Matemática A	12	168	----
U0902	312	CB	<input type="checkbox"/>	Química	6	84	----
P0701	313	CO	<input type="checkbox"/>	Introducción a la Ingeniería	3	48	----
<b>2° Semestre</b>							
F0302	314	CB	<input type="checkbox"/>	Matemática B	12	168	F0301
F0303	315	CB	<input type="checkbox"/>	Física I	6	84	F0301
C0150	316	CB	<input type="checkbox"/>	Sistemas de Representación B	3	42	----
<b>3° Semestre</b>							
F0304	321	CB	<input type="checkbox"/>	Matemática C	9	126	F0302
F0305	322	CB	<input type="checkbox"/>	Física II	6	84	F0302, F0303
F0312	323	CB	<input type="checkbox"/>	Probabilidades	3	42	F0302
S0001 a S0011 ver al dorso	324	CO	<input type="checkbox"/>	Electiva Humanística #	3	48	----
<b>4° Semestre</b>							
F0306	325	CB	<input type="checkbox"/>	Matemática D	9	126	F0304
F0307	326	CB	<input type="checkbox"/>	Estadística	3	42	F0304, F0312
F0308	327	CB	<input type="checkbox"/>	Física III A	6	84	F0305
E0201	328	CB	<input type="checkbox"/>	Programación, Algoritmos y Estructuras de Datos	3	48	F0304
<b>5° Semestre</b>							
F0311	331	CB	<input type="checkbox"/>	Matemática E	6	84	F0306
E0202	332	TB	<input type="checkbox"/>	Campos y Ondas	6	96	F0305, F0306
E0203	333	TB	<input type="checkbox"/>	Física de Semiconductores	6	96	F0307, F0308
E0204	334	TB	<input type="checkbox"/>	Teoría de Circuitos I	6	96	F0304, F0305
<b>6° Semestre</b>							
E0205	335	TB	<input type="checkbox"/>	Dispositivos Electrónicos A	6	96	E0203, E0204
E0206	336	TB	<input type="checkbox"/>	Teoría de Circuitos II	6	96	E0204, F0306
E0207	337	TB	<input type="checkbox"/>	Materiales y Componentes Electrotécnicos	3	48	F0305, U0902
E0208	338	TB	<input type="checkbox"/>	Medidas Eléctricas	6	96	E0204
P0752	339	CO	<input type="checkbox"/>	Economía y Organización Industrial	3	48	15 asignaturas aprobadas
<b>7° Semestre</b>							
E0209	341	TB	<input type="checkbox"/>	Circuitos Electrónicos I	6	96	E0206, E0205
E0210	342	TB	<input type="checkbox"/>	Máquinas e Instalaciones Eléctricas	6	96	E0208
E0211	343	TB	<input type="checkbox"/>	Señales y Sistemas	6	96	E0206, F0307, F0311
E0212	344	TB	<input type="checkbox"/>	Introducción a los Sistemas Lógicos y Digitales	6	96	E0205, F0306
<b>8° Semestre</b>							
E0213	345	TA	<input type="checkbox"/>	Circuitos Digitales y Microprocesadores	6	96	E0212
E0214	346	TA	<input type="checkbox"/>	Comunicaciones	6	96	E0209, E0211
E0215	347	TA	<input type="checkbox"/>	Circuitos Electrónicos II	6	96	E0209
E0216	348	TA	<input type="checkbox"/>	Control y Servomecanismos A	6	96	E0206
<b>9° Semestre</b>							
E0217	351	TA	<input type="checkbox"/>	Mediciones en Alta Frecuencia	6	96	E0207, E0211, E0215
P0759	352	CO	<input type="checkbox"/>	Ingeniería Legal	3	48	16 asignaturas aprobadas
ver al dorso	353	TA	<input type="checkbox"/>	Optativa I	6	96	----
ver al dorso	353	TA	<input type="checkbox"/>	Optativa II	6	96	----
<b>10° Semestre</b>							
ver al dorso	353	TA	<input type="checkbox"/>	Optativa III	6	96	----
ver al dorso	353	TA	<input type="checkbox"/>	Optativa IV	6	96	----
ver al dorso	353	TA	<input type="checkbox"/>	Optativa V	6	96	----

E0227 358 TA  Proyecto Final 250 30 asignaturas aprobadas  
 E0228 359 TA  Práctica Profesional Supervisada 250 30 asignaturas aprobadas

\* El alumno deberá elegir una asignatura Electiva

Humanística de las propuestas generales para otras disciplinas de la Facultad, a partir del 6° semestre:

Código Facultad	Código CESPI	Tipo	Insc P/E	ELECTIVA HUMANISTICA	Hes.**	Het***	Correlatividades
S0001	S01	CO	<input type="checkbox"/>	Humanística A	3	48	
S0002	S02	CO	<input type="checkbox"/>	Humanística B	3	48	
S0003	S03	CO	<input type="checkbox"/>	Teoría del Conocimiento	3	48	
S0004	S04	CO	<input type="checkbox"/>	Lógica I	3	48	
S0005	S05	CO	<input type="checkbox"/>	Seminario "Filosofía de la Tecnología"	3	48	
S0006	S06	CO	<input type="checkbox"/>	Seminario "Filosofía de la Ciencia"	3	48	
S0007	S07	CO	<input type="checkbox"/>	Seminario "Análisis sobre la Sociedad Argentina"	3	48	
S0008	S08	CO	<input type="checkbox"/>	Seminario "Estado y Política Públicas"	3	48	
S0009	S09	CO	<input type="checkbox"/>	Talleres de herramientas humanísticas	3	48	
S0010	S10	CO	<input type="checkbox"/>	Ingeniería, Comunicación y Educación	3	48	
S0011		CO	<input type="checkbox"/>	Ingeniería Social	3	48	

Código Facultad	Código CESPI	Tipo	Insc P/E	ASIGNATURAS OPTATIVAS	Hes.**	Het***	Correlatividades
-----------------	--------------	------	----------	-----------------------	--------	--------	------------------

El alumno deberá aprobar una orientación completa y 2 asignaturas más de cualquiera de las otras 2 orientaciones. La primer materia en que se inscriba definirá la orientación que deberá completar.

Orientación Control							
E0218	C11	TA	<input type="checkbox"/>	Electrónica de Potencia	6	96	E0209, E0216
E0219	C12	TA	<input type="checkbox"/>	Control Moderno	6	96	E0216
E0220	C13	TA	<input type="checkbox"/>	Instrumentación y Comunicaciones Industriales	6	96	E0216
Orientación Comunicaciones							
E0221	D11	TA	<input type="checkbox"/>	Sistemas de Comunicaciones I	6	96	E0214, E0215
E0222	D12	TA	<input type="checkbox"/>	Sistemas de Comunicaciones II	6	96	E0202, E0214
E0223	D13	TA	<input type="checkbox"/>	Teoría de las Comunicaciones	6	96	E0214
Orientación Sistemas Digitales y Computadoras							
E0224	E11	TA	<input type="checkbox"/>	Sistemas Operativos y Redes	6	96	E0201, E0213
E0225	E12	TA	<input type="checkbox"/>	Arquitectura de Computadores I	6	96	E0213
E0226	E13	TA	<input type="checkbox"/>	Arquitectura de Computadores II	6	96	E0225
M0001	361		<input type="checkbox"/>	Idioma: Inglés			

TOTAL DE HORAS PARA OBTENER EL TITULO : 3792

#### CONDICIONES DE INSCRIPCION

Artículo 2º: Para inscribirse en una asignatura deberán haberse aprobado las asignaturas correlativas exigidas en este documento. Resolución N° 2001 del 17- Marzo - 1989

Artículo 8º: Régimen de cursada para las materias correlativas posteriores para alumnos con habilitación para rendir examen final.

El alumno que haya obtenido la aprobación de los Trabajos Prácticos para rendir el examen final de una asignatura A, podrá cursar las materias que tengan a ésta como Correlativa Previa, inscribiéndose en la modalidad Promoción por Examen Final.

8.1. Para poder cursar en cualquier modalidad las asignaturas correlativas NO INMEDIATAS de A, deberá tener aprobada la asignatura A. Ordenanza N° 028 del 3 - Junio - 2002

INSCRIPCION: Indicar en la planilla:

A = Materias Aprobadas  
P = Promoción directa  
E = Promoción por Examen Final

#### DATOS PERSONALES:

Apellido: .....  
Nombre: .....  
Nro. de Alumno: ..... Tel./Fax.: .....  
Domicilio: .....  
E-mail: .....  
Firma: .....

\*TIPO DE ASIGNATURA:

CB = Ciencia Básica - TB = Tecnológica Básica  
TA = Tecnológica Aplicada - CO = Complementaria

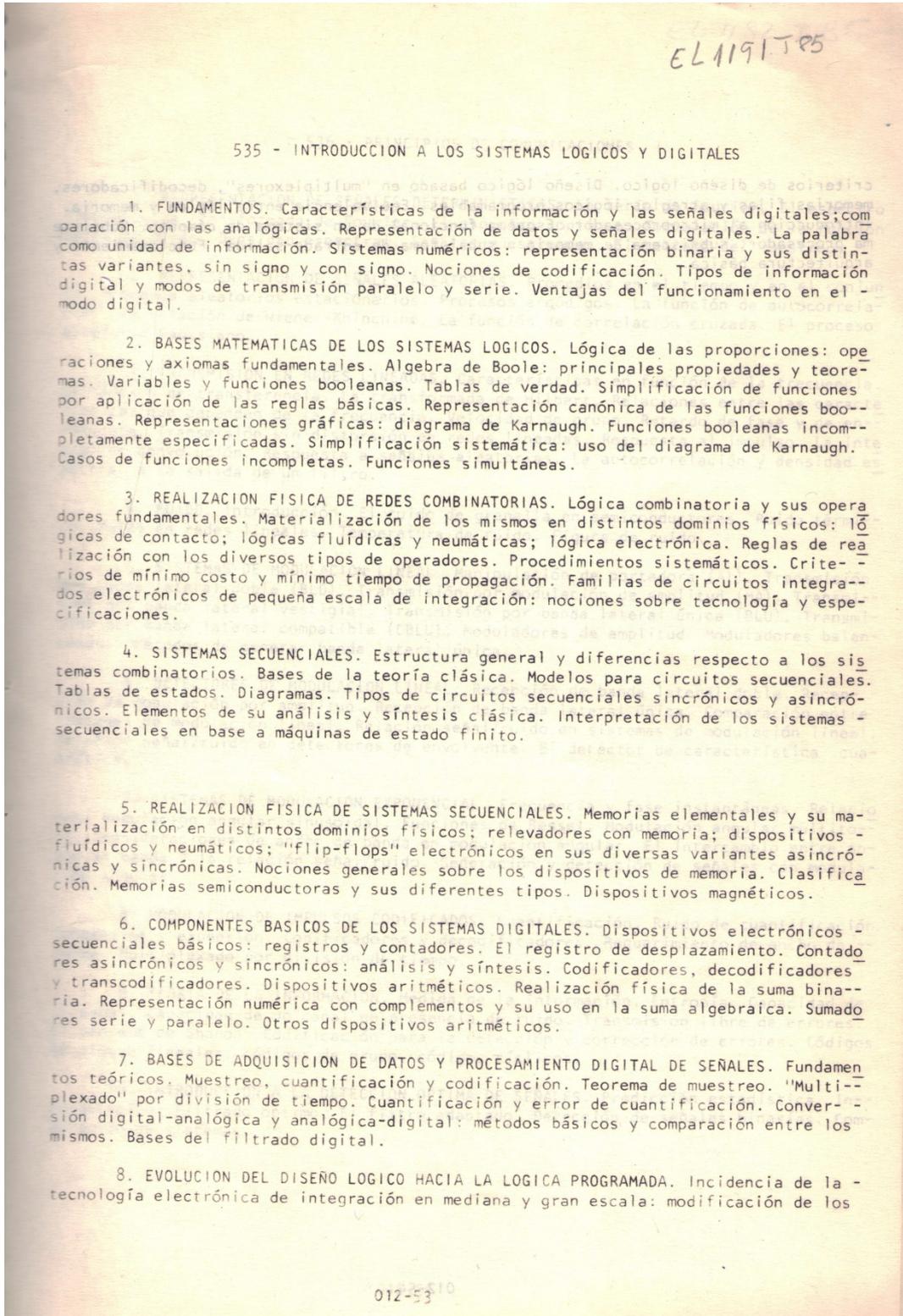
\*\*Hes. = Horas escolarizadas semanales.

\*\*\*Het. = Horas escolarizadas totales.

14-jun-07

## 10.4.2. Programas Temáticos de Circuitos Digitales y Microprocesadores desde 1980 a 2018

### Circuitos Digitales y Microprocesadores 1980



los indicadores de estado en el control del programa; condiciones de ramificación. Uso de subrutinas y manejo de estructuras especiales de datos; tablas, pilas, colas, etc. Programación de código absoluto y simbólico. Ejercitación en base a microprocesadores específicos.

7. EL SUBSISTEMA DE MEMORIA: SUS COMPONENTES. Panorama general de los dispositivos de almacenamiento de la información; distintos criterios de clasificación. Modos de acceso: secuencial y aleatorio. Operaciones básicas de lectura y escritura. Memorias semiconductoras que componen el subsistema de memoria. Memorias fijas o de lectura solamente, estructura y características típicas. Memoria de lectura escritura: organización de la matriz interna y de sus líneas de dirección, datos y control. Memorias estáticas y memorias MOS dinámicas. "Refresco" y control de memorias dinámicas. Especificaciones temporales de las memorias semiconductoras: importancia del tiempo de acceso y demás parámetros. Proyecto de bloques de memoria en base a circuitos integrados: expansión de palabras, de dirección o de ambas. Compatibilización con los tiempos especificados para los procesadores: caso de memorias "lentas". Memorias asociativas: fundamentos, características y aplicaciones.

8. EL SUBSISTEMA DE ENTRADA-SALIDA. Funciones que debe cumplir. Formas de transferencia hacia la periferia: en paralelo y en serie asincrónica o sincrónica. Lógica de transferencia y lógica de control. Puertas de entrada, de salida, de entrada-salida y bidireccionales. Circuitos integrados de enlace a periferia programables y de uso general: ejemplos. Dispositivos periféricos típicos y controladores específicos.

9. MODALIDADES Y PROGRAMACION DE LAS TRANSFERENCIAS DE ENTRADA-SALIDA. Transferencias programadas de tipo sincrónico y asincrónico: ejemplos de programación para procesadores específicos. Transferencias por interrupción: ventajas y desventajas. Señales de interrupción y mecanismos que el procesador pone en marcha para su atención. Habilitación e inhabilitación de interrupciones; "máscaras". Rutinas de interrupción y su direccionamiento; direcciones fijas, autovectores y vectores externos. Ejemplos de procesadores específicos: Casos de múltiples funetes de interrupción por una única entrada: identificación y atención según la prioridad establecida; solución por "software" en base al "escrutinio" (polling); solución física en base a "vectores" externos. Ejemplos de programación: Intercambio de señales de control (diálogo) para el gobierno de las transferencias. Acceso directo a memoria (DMA); fundamentos y requerimientos que deben cumplir los controladores específicos. Administración de los "buses".

10. RECURSOS DE PROGRAMACION. Definición del problema y proyecto del programa. Codificación y eliminación de errores. La programación estructurada y sus ventajas. Lenguaje de bajo nivel; el ensamblador ("ASSEMBLER") y su modo de operación. Macros y macro-ensambladores. Lenguaje de alto nivel y proceso de compilación. "Software" para desarrollo de sistemas: editores, cargadores, recursos de "debugging". Conceptos básicos sobre sistemas operativos.

11. PROYECTO DE SISTEMAS MICROCOMPUTADORES. Planteo del problema. Especificaciones e interpretación mediante diagramas y tablas de estados. División de funciones entre el soporte físico y el lógico. Proyecto de los subsistemas. Desarrollo del "software" mediante los recursos adecuados. Equipos de desarrollo y emuladores en el circuito. Detección y localización de rutina, más comunes.

12. EVOLUCION DE LAS ARQUITECTURAS DE PROCESAMIENTO. Procesamiento puramente secuencial y diversas formas de concurrencia y paralelismo. Nociones sobre procesadores "pipeline", procesadores matriciales, multiprocesamiento, procesamiento distribuido y otras formas de arquitecturas no convencionales. Perspectivas futuras.

## 552 - CIRCUITOS DIGITALES Y MICROPROCESADORES - 1988

### 1.- INTRODUCCION:

-----

SISTEMAS DIGITALES Y COMPUTADORES: EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA E  
IMPORTANCIA DE LA MICROELECTRONICA. NIVELES DE INTEGRACION Y  
DESARROLLO

DEL SOPORTE FISICO DE LOS SISTEMAS. TECNOLOGIAS BIPOLARES Y MOS:  
RESUMEN

DE SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES. COMPONENTES INTEGRADOS STANDARD  
LSI/VLSI:

MEMORIAS, MICROPROCESADORES. NOCIONES SOBRE DISEÑO DE CIRCUITOS  
INTEGRADOS:

ETAPAS DEL PROCESO Y DISTINTAS MODALIDADES: "GATE ARRAYS", "STANDARD  
CELLS",

"FULL CUSTOM". CONSECUENCIAS DE LA APARICION DEL MICROPROCESADOR.

### 2.- COMPUTADORES:

-----

CONCEPTOS BASICOS: EL COMPUTADOR COMO CONVERSOR DE INFORMACION:  
PROCESA-

MIENTO DE DATOS E INFORMACION DE CONTROL: EL PROGRAMA ALMACENADO.  
ARQUI-

TECTURA CLASICA DE VON NEUMANN. SUBSISTEMAS: PROCESADOR (UNIDAD DE  
CON-

TROL Y UNIDAD OPERATIVA) : MEMORIA, ENTRADA - SALIDA; DEFINICIONES Y  
FUN-

CIONES. EXOARQUITECTURA Y ENDOARQUITECTURA: DISTINTOS NIVELES DE  
ABSTRAC-

CION. EL LENGUAJE DE LA INSTRUCCIONES Y EL CONCEPTO DE INTERPRETACION;  
NIVELES DE INTERPRETACION. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS COMPUTADORES,  
DE

PENSAMIENTO Y CONTROL. EL MICROPROCESADOR Y LOS MICROCOMPUTADORES: SU  
IM-

PORTANCIA EN DISTINTOS CAMPOS DE APLICACION.

### 3.- EL SUBSISTEMA PROCESADOR:

-----  
EXOARQUITECTURA, REGISTROS, OPERACIONES DE TRANSFERENCIA ENTRE  
REGISTROS

Y ENTRE ESTOS Y MEMORIA. ESTRUCTURA DE LAS INSTRUCCIONES: CODIGO  
OPERA-

CION Y REFERENCIAS A UBICACION DE OPERANDOS; CLASIFICACION DE LOS  
PROCESA-

DORES SEGUN EL NUMERO DE ESAS REFERENCIAS; CARACTERISTICAS DE LAS  
ARQUI-

TECTURAS DE UNA Y DOS REFERENCIAS Y EJEMPLOS DE MICROPROCESADORES DE  
AM-

BOS TIPOS. COMUNICACION ENTRE EL PROCESADOR Y LOS DEMAS SUBSISTEMAS:  
"BU-

SES" DE DIRECCIONES Y DATOS, LINEAS DE CONTROL. ENDOARQUITECTURA:  
DESCRIP-

CION DEL PROCESAMIENTO DE INSTRUCCIONES MEDIANTE LENGUAJE DE  
TRANSFEREN-

CIA ENTRE REGISTROS; LOS CICLOS DE MAQUINA Y DE INSTRUCCION. BUSQUEDA  
DEL

CODIGO OPERACION; DECODIFICACION; BUSQUEDA DE OPERANDOS Y EJECUCION.

#### 4.- MICROPROCESADORES, EXOARQUITECTURA E INSTRUCCIONES:

-----  
EVOLUCION DE LAS ARQUITECTURAS DE MICROPROCESADORES DE PROPOSITO  
GENERAL:

MODELOS DE LOS REGISTROS PROGRAMABLES, ESPACIO TOTAL DE  
DIRECCIONAMIENTO,

TIPOS DE DATOS. MODOS DE DIRECCIONAMIENTO; DE REGISTROS, INMEDIATO,  
DIREC-

TO, INDIRECTO Y CALCULADO, CON SUS RESPECTIVAS VARIANTES.  
INSTRUCCIONES

Y SU CLASIFICACION FUNCIONAL; DE TRANSFERENCIA DE DATOS; ARITMETICO-  
LOGI-

CAS; DE MODIFICACION DE CONTENIDOS EN MEMORIA Y REGISTROS; DE CONTROL  
DEL

PROGRAMA, DE CONTROL DE SISTEMA; Y DE ENTRADA-SALIDA. EJEMPLOS.

5.- MICROPROCESADORES, SEÑALES DE CONTROL. MODOS EN FUNCIONAMIENTO Y

-----

EXCEPCIONES:

-----

CLASES DE LINEAS DE CONTROL Y SU MANERA DE ACTUAR; LINEA DE CONTROL DE TRANSFERENCIA; DE PUESTA EN CONDICION INICIAL; DE CONTROL DE LOS "BUSES"

Y DE INTERRUPCION. CASOS DE MICROPROCESADORES DE 8 BITS Y COMPARACION ENTRE LOS MISMOS. MECANISMO DE INTERRUPCION A NIVEL DEL PROCESADOR: FOR-

MAS DE APLICACION DE LAS LINEAS ENMASCARABLES O NO, PRIORIDAD ENTRE ELLAS,

RESPUESTA DEL PROCESADOR. MICROPROCESADORES DE 16/32 BITS; INTRODUCCION

DE LOS MODOS DE FUNCIONAMIENTO ORIENTADOS AL SISTEMA OPERATIVO. CONCEPTO

DE EXCEPCION Y DIFERENTES TIPOS DE EXCEPCIONES, INTERNA Y EXTERNAMENTE GENERADAS. EJEMPLOS.

6.- BASES DE LA PROGRAMACION:

-----

CONCEPTO DE CODIGO ABSOLUTO Y DE LENGUAJE DE BAJO Y ALTO NIVEL. EJERCI-

CIOS ELEMENTALES DE PROGRAMACION EN CODIGO ABSOLUTO. TRADUCTORES: ENSAM-

BLADORES Y COMPILADOR. UTILITARIOS PARA DESARROLLO DE PROGRAMAS, EDITO-

RES, CARGADORES Y "DEBUGGERS". EJERCICIOS DE PROGRAMACION EN LENGUAJE SIM-

BOLICO DE BAJO ENSAMBLADOR, MICRO Y MACRO ENSAMBLADORES. USO DE SUBROUTINAS;

CAMBIO DE CONTEXTO; PASAJE D EPARAMETRO; RETORNO. EJEMPLOS.

7.- SISTEMAS DE MEMORIA:

-----

PANORAMA GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION.  
LA

JERARQUIA DE LAS MEMORIAS: CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y TIEMPO DE ACCESO;

"LATENCIA" Y "ANCHO DE BANDA". MEMORIAS SEMICONDUCTORAS QUE COMPONEN EL

SUBSISTEMA DE MEMORIA: CARACTERISTICAS Y ORGANIZACION. BLOQUES DE MEMORIA

EN BASE A CIRCUITOS INTEGRADOS; EXPANSION DE PALABRA, DE DIRECCION, O DE

AMBAS. LA MEMORIA "CACHE" Y SU FUNCIONAMIENTO; PRINCIPIO DE LOCALIDAD DE

LAS REFERENCIAS; ELEMENTOS ACERCA DE LOS PROBLEMAS DE UBICACION ("MAPPING")

Y REEMPLAZO.

#### 8.- SUBSISTEMA DE ENTRADA/SALIDA:

-----  
FUNCIONES QUE DEBE CUMPLIR. FORMAS DE TRANSFERENCIA CON LA PERIFERIA.  
LOGICA DE TRANSFERENCIA Y LOGICA DE CONTROL. PUERTAS DE ENTRADA, DE SALIDA, DE ENTRADA/SALIDA Y BIDIRECCIONALES. CIRCUITOS INTEGRADOS DE ENLACE A PERIFERIA PROGRAMABLES DE USO GENERAL: EJEMPLOS. MANEJO DE E/S POR PARTE DEL PROCESADOR, SUBSISTEMA DE E/S INCLUIDO EN EL MAPA DE MEMORIA, O SEPARADO; INSTRUCCIONES ESPECIFICAS PARA ESTE ULTIMO CASO. EJEMPLOS DE ENLACES A PERIFERIA TIPICOS, Y SU PROGRAMACION.

#### 9.- MODALIDADES Y PROGRAMACION DE TRANSFERENCIA DE ENTRADA Y SALIDA

-----  
TRANSFERENCIAS PROGRAMADAS: EJEMPLOS DE PROGRAMACION PARA PROCESADORES ESPECIFICOS. TRANSFERENCIAS POR INTERRUPCION. RUTINAS DE INTERRUPCION; ESTRUCTURA Y DIRECCIONAMIENTO, VECTORIZACION EXTERNA. EJEMPLOS CON PROCESADORES TIPICOS.

CASOS DE MULTIPLES FUENTES DE INTERRUPCION POR UNA UNICA ENTRADA:

IDENTIFICACION Y ATENCION SEGUN LA PRIORIDAD ESTABLECIDA; SOLUCION POR "SOFTWARE" BASADA EN ESCRUTINIO ("POLLING"), SOLUCION FISICA MEDIANTE VECTORES EXTERNOS. CONTROLADORES DE PRIORIDAD DE INTERRUPCION VECTORIZADA; NIVELES DE REFERENCIA DE PRIORIDAD Y SU MANEJO. EJEMPLOS DE PROGRAMACION, INTERCAMBIO DE SEÑALES DE CONTROL (DIALOGO) PARA EL GOBIERNO DE LAS TRANSFERENCIAS. ACCESO DIRECTO A MEMORIA (DMA): FUNDAMENTOS Y ESTRUCTURA DE LOS CONTROLADORES ESPECIFICOS; MECANISMOS DE LAS SEÑALES DE CONTROL, INICIALIZACION DEL SISTEMA.

10.- MICROCOMPUTADORES DE USO ESPECIFICO:

-----  
BASES DE SU PROYECTO. PLANTEO DEL PROBLEMA, ESPECIFICACIONES E INTERPRETACION DE LAS MISMAS. ANTEPROYECTO. DIVISION DE FUNCIONES ENTRE EL SOPORTE FISICO Y EL LOGICO. PROYECTO DE LOS SUBSISTEMAS. DESARROLLO DEL "SOFTWARE" MEDIANTE LOS RECURSOS ADECUADOS. (ESTOS TEMAS SERAN DESARROLLADOS EN LA PARTE PRACTICA, ENCOMENDANDO CASOS ESPECIFICOS A DIFERENTES GRUPOS DE ALUMNOS).

11.- MICROCOMPUTADORES DE USO GENERAL:

-----  
MICROCOMPUTADORES "PERSONALES": SU IMPORTANCIA ACTUAL Y EVOLUCION. ARQUITECTURA TIPICA. ORGANIZACION DEL "HARDWARE": PROCESADORES, MEMORIA Y ADAPTADORES A PERIFERIA. SISTEMA OPERATIVO EN DISCO: CONCEPTOS BASICOS SOBRE SISTEMAS OPERATIVOS. ARCHIVOS, DIRECTORIOS Y UTILITARIOS DEL SISTEMA. ACCESO AL HARDWARE MEDIANTE LLAMADOS AL SISTEMA. PROGRAMACION EN LENGUAJE ENSAMBLADOR. USO DE INTERRUPCIONES. EJERCICIOS.

## 12.- BREVE INTRODUCCION AL COMPUTO PARALELO:

-----

PROCESAMIENTO PURAMENTE SECUENCIAL Y DIVERSAS FORMAS DE CONCURRENCIA.  
GRANULARIDAD: CASOS DE GRANO GRUESO Y FINO. CLASIFICACION DEL FLYNN Y  
VARIANTES POSTERIORES. PROCESAMIENTO "EN TUBERIA" (PIPELINE): SU  
IMPOR-  
TANCIA EN LA UNIDAD DE CONTROL Y EN LA UNIDAD OPERATIVA. PROCESADORES  
VECTORIALES. SISTEMAS SIMD: PROCESADORES MATRICIALES.  
MULTIPROCESAMIENT-  
TO: CASOS DE COMUNICACION POR VARIABLES COMPARTIDAS Y POR  
TRANSFERENCIAS  
DE MENSAJES; EL "TRANSPUTER" Y SUS POSIBILIDADES. OTRAS ARQUITECTURAS  
Y SUS PERSPECTIVAS FUTURAS.  
" PROGRAMA APROBADO POR H.C.A EN LA 44ª SESION DEL 15-10-1997"

## **CIRCUITOS DIGITALES Y MICROPROCESADORES 2002**

Vigencia:1/02/2002-Actualidad

- 1.- INTRODUCCIÓN: Sistemas digitales y computadores: evolución de la tecnología e importancia de la Microelectrónica. Niveles de integración y desarrollo del soporte físico de los sistemas. Tecnologías bipolares y MOS: resumen de sus características principales. Componentes integrados standard LSI/VLSI: memorias, microprocesadores. Nociones sobre diseño de circuitos integrados: etapas del proceso y distintas modalidades: "gate arrays", "standard cells", "full custom". Consecuencias de la aparición del microprocesador.
- 2.- COMPUTADORES: Conceptos básicos: el computador como conversor de información: procesamiento de datos e información de control: el programa almacenado. Arquitectura clásica de Von Neumann. Subsistemas: procesador (unidad de control y unidad operativa), memoria y entrada/salida; definiciones y funciones. Exoarquitectura y endoarquitectura: distintos niveles de abstracción. El lenguaje de las instrucciones y el concepto de interpretación. Aplicaciones de los sistemas computadores: de procesamiento de datos; de adquisición y procesamiento; de adquisición, procesamiento y control. El microprocesador y los microcomputadores: su importancia en distintos campos de aplicación.
- 3.- EL SUBSISTEMA PROCESADOR: Exoarquitectura, registros, operaciones de transferencia entre registros y entre éstos y la memoria. Estructura de las instrucciones: código operación y referencias a ubicación de operandos; clasificación de los procesadores según el número de esas referencias;

características de las arquitecturas de una y dos referencias y ejemplos de los procesadores de ambos tipos. Comunicación entre el procesador y los demás subsistemas: "buses de direcciones y datos, líneas de control. Endoarquitectura: descripción del procesamiento de instrucciones mediante lenguaje de transferencia entre registros; los ciclos de máquina y de instrucción. Búsqueda del código operación, decodificación, búsqueda de operandos, y ejecución.

4.- MICROPROCESADORES, EXOARQUITECTURA E INSTRUCCIONES: Evolución de las arquitecturas de microprocesadores de propósito general: Modelos de los registros programables, espacio total de direccionamiento, tipos de datos. Modos de direccionamiento: de registros, inmediato, directo, indirecto y calculado, con sus respectivas variantes. Instrucciones y su clasificación funcional: de transferencia de datos, aritmético- lógicas, de modificación de contenidos en memoria y registros, de control del programa, de control del sistema, y de entrada-salida. Ejemplos.

5.- MICROPROCESADORES, SEÑALES DE CONTROL, MODOS DE FUNCIONAMIENTO Y EXCEPCIONES: Clases de líneas de control y su manera de actuar: líneas de control de transferencia; de puesta en condición inicial; de control de los "buses"; y de interrupción. Casos de microprocesadores de 8 bits y comparación entre los mismos. Mecanismo de interrupción a nivel del procesador: formas de aplicación de las líneas enmascarables o no, prioridad entre ellas, respuesta del procesador. Microprocesadores de 16/32 bits: introducción de los modos de funcionamiento orientados al sistema operativo. Concepto de excepción y diferentes tipos de excepciones, interna y externamente generadas. Ejemplos.

6.- BASES DE LA PROGRAMACIÓN: Concepto de código absoluto y de lenguaje de bajo y alto nivel. Ejercicios elementales de programación en código absoluto. Traductores: ensambladores y compilador. Utilitarios para desarrollo de programas: editores, cargadores y "debuggers". Ejercicios de programación en lenguaje simbólico de bajo nivel: definición del problema y del algoritmo; proyecto del programa. Directivas del ensamblador; micro y macro ensambladores. Uso de subrutinas, cambio de contexto, pasaje de parámetros, retorno. Ejemplos.

7.- SUBSISTEMA DE MEMORIA: Panorama general de los dispositivos de almacenamiento de información. La jerarquía de las memorias: capacidad de almacenamiento y tiempo de acceso; "latencia" y "ancho de banda". Memorias semiconductoras que componen el subsistema de memoria: características y organización. Bloques de memoria en base a circuitos integrados; expansión de palabra, de dirección, o de ambas. La memoria "caché" y su funcionamiento: principio de localidad de las referencias; problemas de ubicación ("mapping") y reemplazo.

8.- SUBSISTEMA DE ENTRADA/ SALIDA: Funciones que debe cumplir. Formas de transferencia con la periferia. Lógica de transferencia y lógica de control. Puertas de entrada, de salida, de entrada/salida y bidireccionales. Circuitos integrados de enlace a periferia programables de uso general: ejemplos. Manejo de E/S por parte del procesador; subsistema de E/S incluído en el mapa de memoria, o separado; instrucciones específicas para este último caso. Ejemplos de enlaces a periferia típicos, y su programación.