



---

**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO  
ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN EN  
INGENIERÍA: REFLEXIONES PARA EL ÁREA DE  
SISTEMAS DE CONTROL**

*DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO*

*Orientadora: MARTHA ILCE PEREZ ANGULO*

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA – CEDEDUIS**  
**BUCARAMANGA**

*2005*

**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO  
ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN EN  
INGENIERÍA: REFLEXIONES PARA EL ÁREA DE  
SISTEMAS DE CONTROL**

***DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO***

*Monografía desarrollada  
como requisito parcial  
para optar al título de  
Especialista en Docencia Universitaria*

***Orientadora: MARTHA ILCE PEREZ ANGULO***

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA – CEDEDUIS  
BUCARAMANGA**

**2005**

## **RESUMEN**

**TÍTULO:**

*LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: REFLEXIONES PARA EL ÁREA DE SISTEMAS DE CONTROL \**

**AUTOR:**

*SIERRA BUENO, Daniel Alfonso. \*\**

**PALABRAS CLAVE:**

*Resolución de problemas, aprendizaje significativo, competencias, formación integral, educación en ingeniería.*

**DESCRIPCIÓN:**

Se presenta una reflexión sobre el ejercicio de la docencia en ingeniería y su compromiso en la formación de profesionales competentes, comprometidos e integrales; aunque la reflexión se da en torno al área se sistemas de control es de utilidad para diferentes áreas de ingeniería.

En primera instancia se discute la función de la universidad dentro de la sociedad, como espacio privilegiado para la investigación, formación y extensión. Se hace énfasis en la Universidad Industrial de Santander y específicamente a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Posteriormente se realiza un análisis crítico de los procesos educativos llevados a cabo en la E3T, incluyendo sus fortalezas y debilidades para el cumplimiento cabal de su misión.

Teniendo en cuenta la necesidad fundamental de hacer más significativos los aprendizajes se realiza una descripción de los diferentes planteamientos sobre el aprendizaje, incluyendo dos clasificaciones de los resultados de aprendizaje adaptados a ingeniería. Se fundamentan los procesos de planeación curricular y el soporte dado por la investigación acción. Igualmente se realiza el modelo curricular para la asignatura sistemas de control, basado en el modelo de competencias, siguiendo los lineamientos de trabajos previos y el los debates llevados a cabo dentro de la E3T.

Finamente se analiza el uso de estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se fundamenta la utilización de la estrategia de resolución de problemas para la formación en ingeniería en ambientes colaborativos. Por medio de esta estrategia se pueden favorecer tanto el aprendizaje significativo como la formación en actitudes para la democracia. Se plantea la aplicación de la estrategia a la asignatura sistemas de control, se comentan algunos resultados parciales de la implementación.

---

\* Monografía

\*\* Centro para el Desarrollo de la Docencia – CEDEDUIS. Especialización in Docencia Universitaria. Orientadora: Martha Ilce Pérez Angulo.

## **ABSTRACT**

**TITLE:**

*THE PROBLEM SOLVING AS A STRATEGY FOR THE EDUCATION IN ENGINEERING: REFLECTIONS FOR THE CONTROL SYSTEMS AREA\**

**AUTHOR:**

*SIERRA BUENO, Daniel Alfonso.\*\**

**KEYWORDS:**

*Problem solving, meaningful learning, competences, integral formation, engineering education.*

**DESCRIPTION:**

The work presents a reflection about the exercise of the teaching in engineering and its compromise in the formation of competent, committed, and integral professionals; despite the reflection focuses in the Control Systems area, it is useful for different engineering fields.

First at all, the functions of the university as a privileged space into the society are discussed, taking into account its three functions: research, formation, and extension. The case of *Universidad Industrial de Santander* is empathized, as well as the *Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T)*. After that, a critical analysis of the educational processes into the E3T is performed, including their strengths and weaknesses for the whole accomplishment of its mission.

Taking into account the fundamental need to make more meaningful the learning, the different approaches to learning are described, including two classifications of the learning outcomes adapted to engineering. The foundations of curricular planning and the support of action research are presented. Finally, the curricular planning for the Control Systems subject is realized. The curricular planning is competence-based and follows the lineaments of previous works and the debates followed into the E3T.

Finally, the use of teaching, learning, and assessment strategies is analyzed, focused in their value for the improvement of the learning and teaching processes. The foundations of the problem solving strategy are presented, as a way of education in engineering in collaborative environments. With this strategy the meaningful learning, as well as the formation of democratic attitudes, can be favored. The application of the strategy to the Control Systems subject is presented, with a number of comments about partial results of the implementation.

---

\* Monograph.

\*\* Centro para el Desarrollo de la Docencia – CEDEDUIS. Especialización en Docencia Universitaria. Advisor: Martha Ilce Pérez Angulo.

**Al Creador**, Maestro por excelencia.  
A mis padres, *José Natividad* y  
*Carmen Rosa*.  
A *Dania*, con mucho amor; alegras y  
fortaleces mi caminar.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Al grupo de profesores de Cededuis (Martha Ilce, Martha Vitalia, Constanza, Ruby, Liliana, Dora y Fredy) por su constante apoyo y motivación durante la Especialización. Cada uno de ustedes ha alimentado el debate para la mejora de esta bella profesión. Igualmente por la oportunidad de realizar la última parte de la especialización en modalidad virtual debido al inicio de mi comisión de estudios.

A mis amigos y compañeros de las cohortes 19 y 20 de la Especialización en Docencia Universitaria.

A *Dania V.* por su amor y apoyo incondicionales.

A cada uno de mis estudiantes, quienes me han hecho descubrir el encanto de ser docente y abrigar el sueño de llegar a ser Maestro.

## ***TABLA DE CONTENIDO***

AGRADECIMIENTOS.....	vii
TABLA DE CONTENIDO .....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA .....	4
1.1 Relación Ciencia, tecnología, Sociedad y Universidad .....	4
1.2 Marco Legal de la Educación Universitaria .....	9
1.3 El Proyecto Institucional de la Universidad del Medio Siglo.....	11
1.3.1 Algunos elementos para esbozar el sentido de la UIS .....	13
1.4 El Programa de Ingeniería Electrónica y la Formación de Profesionales Competentes y Comprometidos .....	16
1.4.1 Modelo Pedagógico de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones .....	17
1.4.2 El Programa de Ingeniería Electrónica .....	20
1.4.3 La Asignatura Sistemas de Control .....	24
CAPÍTULO 2. LOS PROCESOS CURRICULARES ACTUALES FAVORECEN LIMITADAMENTE EL ROL DEL ESTUDIANTE COMO SUJETO PARTICIPATIVO, COLABORATIVO Y ACTIVO .....	26
2.1 El Compromiso de la Educación Superior y el Entorno de Desempeño Profesional .....	27
2.2 Dos Alternativas de Enseñanza-Aprendizaje en la Escuela de Ingenierías Eléctrica y Electrónica .....	30
2.3 Aspectos Relacionados con los Componentes del Aprendizaje .....	35
2.4 Elementos Relacionados con la Asignatura Sistemas de Control.....	37
CAPÍTULO 3. EL APRENDIZAJE EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA: ¿CÓMO LOGRAR APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y FORMAR HOLÍSTICAMENTE?.....	40
3.1 Las Concepciones sobre el Aprendizaje.....	41
3.1.1 Las Concepciones De Los Estudiantes Acerca Del Aprendizaje.....	41

3.1.2	Las Concepciones de los Maestros .....	44
3.2	Los Contenidos del Aprendizaje.....	47
3.2.1	La taxonomía de Pozo .....	47
3.2.2	La Taxonomía de Bloom Modificada.....	50
3.3	Teorías del Aprendizaje.....	53
3.3.1	Perspectivas Epistemológicas Sobre el Aprendizaje .....	54
3.3.2	Teorías Psicológicas Sobre el Aprendizaje.....	58
3.4	Aprendizaje Significativo.....	65
3.4.1	Características.....	66
3.4.2	Condiciones .....	68
3.4.3	Propuestas.....	69
CAPÍTULO 4.    DISEÑO CURRICULAR DE SISTEMAS DE CONTROL PARA INGENIERÍAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICA.....		71
4.1	Fundamentos .....	71
4.1.1	Concepto de Currículo.....	71
4.1.2	Componentes Del Currículo .....	74
4.1.3	La Planeación Curricular .....	77
4.1.4	Principios Curriculares .....	80
4.1.5	Tendencias Curriculares .....	83
4.2	Mejora del Currículo por medio de Investigación-Acción .....	88
4.2.1	Desarrollo Histórico .....	90
4.2.2	Principios y Características de Investigación Acción.....	93
4.2.3	El sentido de la investigación en el aula para la formación de Ingenieros.....	96
4.2.4	Objetivos a potencializar con la propuesta .....	96
4.2.5	Espacios de investigación en la formación en ingeniería .....	97
4.2.6	Conexiones y apoyo con la estrategia de resolución de problemas .....	98
4.2.7	Retos por superar.....	99
4.3	Planeamiento de la asignatura sistemas de control.....	100
4.3.1	Características de la Asignatura Sistemas de Control.....	101
4.3.2	Objetivos Generales de la Asignatura.....	102
4.3.3	Contenidos y Objetivos Específicos de la Asignatura .....	104
4.3.4	Estrategias Didácticas.....	108
4.3.5	Estrategias de Evaluación.....	109

CAPÍTULO 5.    ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN .....	111
5.1 La Metacognición y la Enseñanza Estratégica .....	111
5.2 Estrategias de Enseñanza.....	115
5.2.1    Clasificación .....	115
5.2.2    Ejemplos de Estrategias de Enseñanza .....	116
5.3 Estrategias de Aprendizaje .....	119
5.3.1    Clasificación .....	119
5.3.2    Ejemplos de Estrategias de Aprendizaje.....	120
5.4 Estrategia de Resolución de Problemas.....	121
5.4.1    Concepto y Principios de la Estrategia .....	123
5.4.2    El Sustento Pedagógico de la Estrategia.....	126
5.4.3    El Sustento Filosófico de la Estrategia .....	129
5.4.4    Los propósitos del uso de la estrategia .....	131
5.4.5    Definición de Problema .....	135
5.4.6    Implementación de la Estrategia.....	139
5.4.7    El Rol del Docente Durante las Actividades de Aula.....	143
5.5 Estrategias de Evaluación.....	145
5.5.1    Una Mirada al Caso de Ingenierías.....	148
5.5.2    Momentos de Evaluación .....	152
CONCLUSIONES.....	155
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	157

## ***INTRODUCCIÓN***

El inicio de una carrera profesional en la docencia universitaria abriga expectativas, reconocimiento, responsabilidades, y ante todo el reto de lograr formas a juventudes ávidas de preparación para su propio futuro profesional. Al temor inicial de lograr que los estudiantes entiendan, se cumplan los objetivos planeados y se “de la talla” en el ambiente universitario le sigue la necesidad de perfeccionar el ejercicio docente en procesos evolutivos y continuos. Es en este sentido que cobra vigencia la Especialización en Docencia Universitaria como un espacio de reflexión en torno a la experiencia pedagógica para enriquecerla.

Esta monografía presenta las reflexiones en torno a la formación universitaria en una época de abismal desarrollo tecnológico y cognoscitivo, enfocadas a la formación en ingeniería en la Universidad Industrial de Santander. Debido a las características propias de este campo del conocimiento se realiza una propuesta de implementación de la estrategia de resolución de problemas. Su objetivo es el desarrollo de competencias, no solo verbales y procedimentales, sino también competencias actitudinales cruciales para el desempeño de los futuros profesionales.

Se inicia el texto con una reflexión acerca del sentido de la universidad como institución privilegiada dentro de la sociedad y su relación con el desarrollo científico y tecnológico. A esta perspectiva general le sigue un acercamiento al caso de la Universidad Industrial de Santander, y específicamente a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T). Se cierra el primer capítulo con un análisis del nuevo plan de estudios para Ingeniería Electrónica, programa para el cual se ofrece la asignatura Sistemas de Control.

El segundo capítulo se dedica a presentar una visión crítica de la formación de profesionales en ingeniería, es el resultado del análisis y la confrontación de experiencias docentes durante los cuatro años de trabajo del autor en la E3T. Su objetivo es detectar aspectos susceptibles de ser mejorados para el engrandecimiento de los programas de formación ofrecidos y la competencia de nuestros egresados. La perspectiva corresponde a un punto de vista personal y debe ser considerado como tal.

El aprendizaje como tema central dentro de la carrera docente ocupa el tercer capítulo. Se consideran los conceptos manejados por estudiantes y docentes respecto al aprendizaje, luego se realiza una revisión de las teorías que lo abordan, para concluir con un análisis del concepto de aprendizaje significativo. Como aspecto sobresaliente se cuenta con un análisis de los contenidos de aprendizaje desde las perspectivas de Pozo y una adaptación para cursos en ingeniería de los niveles de competencia de Bloom.

El capítulo cuatro es dedicado al desarrollo curricular, la investigación acción como herramienta de mejora curricular y el inicio de la propuesta para sistemas de control. Dentro de las generalidades de currículo se cuenta con una discusión sobre su significado, las tendencias encontradas entre diferentes profesionales y escuelas y sus componentes. La reflexión sobre investigación acción ofrece un acercamiento a cómo se puede acometer la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la participación de docentes y estudiantes. La propuesta curricular para sistemas de control de hace dentro de los lineamientos del nuevo plan de estudios para ingenierías eléctrica y electrónica en la E3T e incluye trabajos anteriormente desarrollado por el autor, junto con otros docentes y estudiantes de la escuela.

Finalmente el capítulo cinco se enfoca a las estrategias de enseñanza, aprendizaje, y evaluación. Se presenta un resumen de los planteamientos sobre aprendizaje y enseñanza estratégica propuestos por diversos autores; luego se analiza la evaluación como herramienta dinamizadora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. La propuesta de resolución de problemas es analizada desde sus fundamentos y aportes a la formación integral, para ser concretada en la asignatura sistemas de control.

El trabajo por resolución de problemas en la asignatura sistemas de control ha sido implementado parcialmente desde hace unos dos años. Sin embargo la aplicación de cada una de las propuestas planteadas en la presente monografía quedan pendientes debido al mi viaje para iniciar estudios de doctorado. Los resultados encontrados en las experiencias preliminares y la buena recepción de la estrategia por parte de los estudiantes son indicativos de la potencialidad que tiene.

## ***CAPÍTULO 1. CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA***

Realizar una reflexión sobre la docencia universitaria implica tener en cuenta la razón de ser de la misma universidad dentro de la sociedad, junto a los retos que impone la interrelación entre ciencia y tecnología. Igualmente se analizará la Universidad Industrial de Santander como institución encargada de promover la formación, la investigación y el servicio a la sociedad. Finalmente se revisará la vinculación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones con la misión de la universidad y la formación específica en Ingeniería Electrónica.

### ***1.1 RELACIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y UNIVERSIDAD***

Las sociedades actuales nos muestran día a día la necesidad de romper el paradigma de que la formación profesional se lleva a cabo exclusivamente en las aulas y durante los cinco años de matriculación en una institución de educación superior. Pozo<sup>1</sup> nos plantea claramente la situación de ser ciudadanos en sociedades del conocimiento. Atrás han quedado las épocas en las cuales se consideraba que el profesional de una determinada área estaba completamente capacitado para su vida profesional al recibir el cartón que lo acreditaba para ejercer en su campo.

Por su parte, los juegos de poder, necesarios para mantener cohesionada a una sociedad, si bien siguen manejándose en la tríada fuerza-dinero-conocimiento cada vez están

---

<sup>1</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Aprendices y Maestros: La Nueva Cultura del Aprendizaje. Madrid, Alianza Editorial S.A. 1999. p. 27-50 de 299.

dependiendo más de las estrategias que provee el conocimiento<sup>2</sup>. Lamentablemente el ejercicio del poder, que podría utilizarse para coaccionar a los demás hacia la búsqueda del bienestar general, casi siempre es llevado a cabo con el fin de sacar provechos individuales o parcializados.

La sociedad actual cuenta con tan mala distribución del ingreso que se considera que el veinte por ciento de la población acapara los recursos del planeta, mientras el otro ochenta por ciento busca afanosamente la forma de subsistir. La mala distribución del ingreso, como factor clave para la situación de miseria de las sociedades no está lejos de nuestra realidad, en Colombia un gran sector de la población no cuenta con las mínimas condiciones de vida. La brecha entre quienes poseen todo y quienes no lo poseen solamente puede disminuirse en la medida que se aúnen esfuerzos para incrementar el nivel del conocimiento, es la herramienta con la cual contamos para poder soñar con un mejor futuro, un futuro en el cual se logren encontrar vías para garantizar la vida en condiciones dignas para cada una de las personas que integramos el planeta azul.

Ante esta visión de la realidad mundial es necesario plantear como prioritaria la necesidad de dotar a los diferentes miembros de la sociedad de recursos que les permitan subsistir, ya no contentándonos con brindar alimento y resguardo sino conocimiento para que las comunidades incrementen su adaptabilidad al medio en el que se encuentran: No solo es necesario enseñar a pescar sino también mostrar que se puede buscar el alimento de otra forma. Toffler nos muestra que la vía del conocimiento es la más efectiva si de solucionar problemas y ganar poder se trata.

Por otra parte si se realiza una visión sobre el grado de avance de la tecnología en nuestras sociedades observamos que, para bien o para mal, esta ha cambiado. Nuestros días de inocencia, cuando las máquinas solamente eran el resultado de inventores de toda una vida y de ingenieros obstinados se han ido. Ya hemos superado el sueño positivista

---

<sup>2</sup> TOFFLER, Alvin. El Cambio de Poder: Conocimientos, Bienestar y Violencia en el Umbral del Siglo XXI. Barcelona: Plaza y Janés, 1990. p. 25-44, 431-447 de 667.

de una ciencia y tecnología como religiones que nos darían la solución a todos nuestros problemas, hemos estado utilizando la tecnología con los fines menos filantrópicos. La tecnología en crecimiento será el resultado no solamente de esfuerzos de ingenieros y ejecutivos, sino también de psicólogos, científicos políticos, especialistas en riesgos, entes reguladores, abogados y el consumidor en general.

No será un sistema ordenado, probablemente no será el mejor. Pero dado el poder y complejidad de la tecnología moderna, es de pronto nuestra única alternativa. Una alternativa ante la cual es necesario tomar una distancia prudente en aras de lograr tomar elementos de la ética y las ciencias sociales para poder definir líneas de desarrollo tecnológico y uso de las mismas en condiciones que garanticen la dignidad humana, la dignidad de los pueblos.

Formar profesionales para la sociedad actual y futura entonces implicará dotarlos de un alto sentido de pertenencia social, dotarlos de una serie de competencias, que Maria Teresa Ronderos<sup>3</sup> clasifica en tres grandes áreas:

La primera es ser alfabetos; para Andreas Schleicher es saber interpretar y usar el lenguaje y la matemática para poder entender el mundo. Poder pensar científicamente, formular hipótesis, estudiar evidencias y sacar conclusiones. En la medida que las cantidades de información que se generan por parte de nuestra sociedad rebasa la capacidad de cualquier persona es fundamental saber clasificar la información importante de la superflua, es necesario saber leer las estadísticas que se nos presentan día a día, ponderar opiniones y orientar el trabajo profesional hacia un análisis profundo de porqué hacemos las cosas como las hacemos. En la medida que un profesional maneja estadísticas, crea hipótesis, domina más de un idioma, será un interlocutor válido e importante en la sociedad de la información y le brindará elementos de decisión

---

<sup>3</sup> RONDEROS, María Teresa. Y la Universidad Para Qué. Ponencia presentada en el foro La Universidad y Las Competencias Ciudadanas. 16 de septiembre de 2004. Ministerio de Educación Nacional.

fundamentales para los miembros de la comunidad que no han tenido el acceso a estos niveles de formación.

La segunda competencia es la social. Poder trabajar en equipo, relacionarse bien con otros, conversar, resolver conflictos, saber negociar, convencer. Ningún avance importante se puede hacer hoy en día como trabajadores abnegados y solitarios, la construcción del mapa genético del humano ha sido posible gracias a la intervención de múltiples personas de diferentes corporaciones y para llegar a este punto fue indispensable contar con capacidad de liderazgo de parte de quienes coordinan la tarea.

Los problemas de aumento de la brecha entre ricos y pobres solamente son un lado del dado de la discriminación que se perfila como una de las grandes amenazas para nuestras sociedades. La movilidad que nos ha brindado el gran desarrollo de las tecnologías de transporte y comunicaciones ha traído también como resultado la formación de comunidades cada vez más heterogéneas, sociedades en las cuales se tiene al lado a alguien con puntos de vista abiertamente diferentes. Es fundamental formar para la tolerancia y la convivencia en sociedad, y por sobre todo tratar de generar el sentido de pertenencia a una comunidad.

Uno de los grandes problemas de los países en vía de desarrollo radica en formar profesionales para que estos emigren a países desarrollados, el informe sobre desarrollo humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo<sup>4</sup> nos indica que nos incumbe como países en desarrollo tomar medidas en este aspecto. Es preciso que las universidades formen profesionales pertinentes para las necesidades prácticas que afronta la sociedad, que sientan como suyos los problemas de los miembros de su comunidad y que a largo plazo permitan el mejoramiento de las economías.

---

<sup>4</sup> PNUD. Informe Sobre Desarrollo Humano 1992. Santa Fé de Bogotá, Tercer Mundo Editores, 1992. p. 134-135.

La tercera es la de actuar con autonomía. Se requieren seres independientes que sepan resolver problemas. No es deseable que la universidad forme profesionales para que siempre estén requiriendo de sus profesores o jefes a la hora de tomar decisiones: Esta es la principal labor de un profesional, y para que sea exitosa la decisión es necesario contar con habilidades para la resolución de problemas y conflictos. El espíritu de investigación que se busca dar al estudiante en su formación no debe estar orientado exclusivamente a aquellos que se van a dedicar a la investigación, debe motivarse a todo el grueso de candidatos a profesionales a orientar su práctica académica y laboral sobre las bases de la disciplina de investigación.

Por último es fundamental observar que en la medida que se logre formar profesionales con las competencias anteriormente descritas se está aportando mucho a la construcción de competencias para la ciudadanía ya que es fundamental despertar en los estudiantes el deseo de preguntar, la avidez por aprender, las ganas de transformar el mundo.

Colombia necesita estudiantes curiosos, deseosos de investigar, enamorados de los libros y de la música, apasionados por las matemáticas o la ciencia por las alas que les dan.

Últimamente, muchos padres de familia y demasiadas universidades andan obsesionados con darle al estudiante recetas rápidas y eficientes de su futuro oficio, que ojalá se adivine lucrativo. Y la filosofía, poesía, historia, astronomía o el jazz se consideran lujos relativamente inútiles. Creo yo - después de ver que en este país el exceso de pragmatismo no nos ha traído una mejor sociedad sino un afán desmedido en los profesionales por el lucro o el poder- que están equivocados.

Los espíritus más elevados y creativos son más inmunes a la corrupción y más amigos de una ética pública. Las mentes más analíticas son más inconformes con lo que hay y más propensas al cambio. Las tertulias y debates del trabajo en equipo enseñan a participar más activamente y a ser tolerantes con la opinión del otro. Los colombianos más autónomos que asuman y enfrenten sus problemas dependerán menos del líder salvador y estarán menos dispuestos a darles poder a quienes no respeten esa libertad.

Si la universidad forma pensadores libres, universales, irreverentes que se atrevan a desafiar el statu quo con inteligencia -y no con barbarie-, estos probablemente serán más propensos a inventar nuevos tipos de gobiernos, organizaciones o empresas socialmente más armoniosos y ambientalmente más sostenibles. Esos serán los estudiantes que podrían construir una sociedad

definitivamente más igualitaria, más respetuosa y pacífica que la que hoy tenemos.<sup>5</sup>

## ***1.2 MARCO LEGAL DE LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA***

La Universidad, como bien lo planteara Mockus<sup>6</sup>, es ante todo una comunidad de sujetos organizados en una academia que forma e investiga. La historia nos ha mostrado que el desarrollo de la universidad está condicionado preferentemente a factores internos y no a factores externos como el marco legal bajo el cual se desarrolla.

En este orden de ideas es necesario tener en cuenta que la formación de un espacio universitario real y pertinente no es el simple resultado de una resolución que establece la existencia de una institución y le da su estructura y organización; a esto hay que agregarle el componente fundamental que son los académicos, profesionales y estudiantes que se encuentran en un espacio y tiempo definidos con una intencionalidad subyacente mucho más profunda que la transmisión de conocimientos y la expedición de títulos profesionales. Es necesario crear condiciones para formar profesionales competentes y con un alto sentido de la responsabilidad intelectual y moral, además de generar conocimientos por medio de la investigación, la cual debe ser tanto básica como aplicada.

La universidad en sentido estricto hace referencia a la comunidad que, además de formar profesionales a nivel de pregrado y postgrado (especializaciones, maestrías, doctorados, postdoctorados), se dedica a la investigación, esto es, a la creación de conocimiento en los diferentes ámbitos del saber.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> RONDEROS, María Teresa. *Op. Cit.*

<sup>6</sup> MOCKUS SÍVICKAS, Antanas. La Misión de La Universidad. Conferencia dictada el 9 de septiembre de 1987. Revista Educación y Desarrollo. ICFES. p. 79.

<sup>7</sup> Ley 30 de 1992. Artículo 19: “Son universidades las reconocidas actualmente como tales y las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: La investigación científica o tecnológica; la formación académica en profesiones o disciplinas y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional.....”

Por su parte una institución universitaria, técnica o tecnológica, cuenta con los elementos para formar profesionales pero no con la capacidad para generar conocimiento, es en este sentido en que se convierten en transmisoras de conocimientos y formadoras de profesionales.<sup>8</sup>

La investigación llevada a cabo por las universidades es por tanto el sello que delimita la clasificación de las instituciones de educación superior, según lo contemplado en la legislación nacional y coherente con los referentes internacionales. Esto implica que la razón de ser y el sentido de la Universidad está en la reinterpretación de la cultura, la investigación sobre problemas de pertinencia sobre los niveles local, regional, nacional o universal; es necesario por tanto propiciar ambientes para el desarrollo de comunidades académicas en las cuales tanto discentes como docentes naveguen por los campos de la investigación como herramienta de formación y de trabajo.

Tal y como lo plasma la ley se vislumbran dos funciones inherentes al sentido de la universidad: formar profesionales y realizar investigación. ¿Hacia quién van dirigidas estas dos funciones? La respuesta, que ha tardado en construirse el mismo tiempo de desarrollo de la universidad nos planteará nuevos elementos de trabajo.

La razón de ser de la universidad ya ha superado las épocas medievales en las cuales se consideraba la torre de marfil, inmaculada y ajena a los problemas del mundo que la rodeaba, para convertirse en elemento clave para la mejora de las sociedades. Como bien se planteaba anteriormente, es por la vía del conocimiento y de la investigación que se podrá aspirar a una sociedad mucho más justa y equitativa.

---

<sup>8</sup> *Ibíd.* Artículos 17 y 18: “Son instituciones técnicas profesionales, aquellas facultadas legalmente para ofrecer programas de formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción, sin perjuicio de los aspectos humanísticos propios de este nivel. Son instituciones universitarias o escuelas tecnológicas, aquellas facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, programas de formación académica en profesiones o disciplinas y programas de especialización.”

Son los contribuyentes quienes aportan a la consolidación de las universidades del sistema estatal, y por tanto la deuda implícita de esta financiación está para con las comunidades que nos rodean y esperan que no nos olvidemos que cada uno de los títulos recibidos y reconocimientos que se nos realizan se han logrado en parte gracias al aplazamiento de algunos aspectos más inmediatos. La formación e investigación en el ámbito universitario debería aportar a la solución a largo plazo de las problemáticas que nos agobian, si bien desde la propia cotidianidad se pueden ir aportando soluciones.

Es en este punto donde se agrega la tercera función de la universidad: La extensión es la función por medio de la cual la universidad se proyecta de forma inmediata sobre las empresas, sectores gubernamentales y comunidades para implementar soluciones a problemas específicos de los cuales ya se ha hecho un análisis profundo a través de sus docentes y estudiantes.

Es necesario aclarar que las funciones de extensión no se pueden convertir en una alternativa que desvirtúe el ejercicio de las profesiones. Es tendencia de algunos empresarios y sectores buscar refugio en la función de extensión de las universidades para utilizar estudiantes en práctica en lugar de contratar profesionales. La reglamentación en las universidades debe tender a favorecer el uso adecuado de las prácticas estudiantiles, que si bien presentan este riesgo son fundamentales para ir adaptando a los estudiantes al entorno laboral.

### ***1.3 EL PROYECTO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DEL MEDIO SIGLO***

Si revisamos los inicios de nuestra Alma Máter encontraremos que la Universidad Industrial de Santander empieza su labor a mediados de siglo pasado, cuando un grupo de emprendedores santandereanos decidieron unir esfuerzos para impulsar una institución de educación superior que solucionara el problema de baja industrialización en la región. A medida que fueron pasando los años la UIS ha venido enriqueciéndose con una diversidad de campos de formación profesional que no resultan tan cercanas a la connotación “industrial” de sus épocas iniciales, consecuentemente los miembros de esta

comunidad académica debemos pensar y actuar para lograr darle sentido a una universidad que se construye día a día.

Los lineamientos dados por el Proyecto Educativo Institucional son el sustento para lograr cumplir el cometido de universidad con pertinencia y sentido hacia la comunidad y nos permitirá ir dilucidando cómo estamos cumpliendo para la formación de una sociedad más justa, integral e incluyente.

El primer factor asociado a la UIS está en que su sola presencia no es garantía de un desarrollo tecnológico para la región; es necesario crear condiciones legales, económicas y sociales para propiciarlo. La universidad no es el espacio para solucionar todos los problemas sociales, sólo brinda la oportunidad de analizarlos desde una perspectiva más elevada y estructurada, a través de preguntas de orden superior.

Con la llegada de muchos profesores de universidades europeas, huyendo de la pobreza de la posguerra, se logró consolidar una tradición marcadamente tecnológica para nuestra institución, sin embargo los profesionales fueron migrando hacia los polos de desarrollo tecnológico nacionales e internacionales<sup>9</sup>. ¿Qué sentido tiene una universidad que forma profesionales y crea conocimiento si este no se ve reflejado en el lugar en el cual está circunscrita? En primera instancia es necesario reconocer que en la medida que los profesionales del *alma máter* obtienen oportunidades en los diferentes escenarios nacionales e internacionales se está validando la capacidad de la institución para formar e investigar, siguiendo los estándares universales y no creando islotes de conocimiento que solamente se enfocan a lo local.

---

<sup>9</sup> Los datos históricos han sido tomados de DIAZ OSORIO, Ariel y LEON GUARIN Libardo. La UIS: Historia Académica De Una Universidad Del Medio Siglo. Bucaramanga: UIS, Dirección De Investigaciones, 1996. 258 p.

El advenimiento de la Facultad de Salud a mediados de los años sesenta propició la formación en otra esfera del conocimiento con marcada pertinencia para cualquier entorno social, tanto regional como global. A pesar de corresponder a actividades con metodologías algo distintas y objetos de conocimiento diversos se mantiene la calidad académica en cada una de las disciplinas. El sentido de la universidad en este instante cobra especial significado ya que forma profesionales asociados a una de las necesidades más fundamentales de las cuales se pueda hablar: la salud. El establecimiento de comités de ética provee mecanismos para no desligar la actividad médica de la dignidad humana, esta ética debe venir acompañada de la convicción de que toda persona merece ser atendida en condiciones adecuadas y que la profesión médica lleva implícito el juramento hipocrático de salvaguardar en todo momento la vida como derecho fundamental.

Al apellido de industrial se le escapa un tercer aspecto que ha surgido a través del tiempo pero es el que nos debe hacer confluír a todos: el carácter humanista de una institución en la cual el discurso argumentativo debe ser la vía para zanjar puntos de vista contrapuestos. Las escuelas de Trabajo Social, Licenciaturas e Historia fueron abriendo el camino a las más recientes de Derecho, Economía y Filosofía. La comunidad académica que nos aglutina cuenta con intereses de estudio en prácticamente todas las áreas del conocimiento y por lo tanto su *ethos* le exige actuar como la verdadera universidad que es.

### ***1.3.1 Algunos elementos para esbozar el sentido de la UIS***

A continuación se hará un acercamiento al sentido de la universidad para ubicar nuestra realidad frente a los retos que estamos asumiendo en este momento histórico.

En primera instancia la UIS cuenta desde su génesis con un marcado culto al conocimiento debido a que la alta capacidad técnica y científica de los egresados es el sello de identificación en los diferentes escenarios, sin embargo este encerramiento hacia lo netamente académico puede conllevar a situaciones indeseadas en la medida que se fomente el aprendizaje de tipo memorístico, basado solamente en el apego a una verdad

ya establecida y no se genere en el estudiante y futuro profesional la disciplina de ir construyendo su conocimiento y actualizándolo. Se debe pasar del docente que “dicta clase” a aquel que genera condiciones para que sus estudiantes se formen de manera mucho más integral y completa para los entornos cambiantes de hoy en día. Por su parte el estudiante debe ser motivado para que deje su actitud de esperar que se le entregue todo para pasar a ser el personaje activo y comprometido que le exige una academia deseosa de formar verdaderos profesionales.

A pesar de la tradición se cuenta también con la brecha entre efectividad académica y pertinencia laboral del egresado, no son pocos los casos de egresados quejándose del alto componente teórico de sus programas de formación y la baja correlación con la práctica profesional. A este respecto es necesario educar sobre los hechos y sobre las realidades del entorno, lo valioso no es lo que se conoce, sino el potencial para comprender y manejar eso que se conoce.

Podemos concluir este aspecto teniendo en cuenta una aclaración hecha por Armando Rugarcía<sup>10</sup>: “Educar es lograr que el alumno amplíe sus conocimientos comprendidos e integrados, mejore sus habilidades intelectuales que le permitan manejar los conocimientos de una manera más pertinente para seguir aprendiendo y resolver problemas, y que desarrolle un método de razonamiento que le permita decidir válidamente a qué quiere dedicar su vida”.

La misión de la universidad contemporánea no implica únicamente la formación de profesionales o desarrollo de conocimiento, debe enfocarse hacia la vida en comunidad, hacia la formación de profesionales con capacidades intelectuales, interpersonales y éticas que les permitan ser constructores de soluciones dentro de una sociedad postmodernista en la cual la persona pareciera que no cuenta. Rugarcía lo plantea como “Formar hombres y mujeres capaces para los demás”, lo que nos recuerda nuestra

---

<sup>10</sup> RUGARCIA TORRES, Armando. Hacia el mejoramiento de la educación universitaria. México: Trillas, 1999. 288 p.

naturaleza de seres sociales y razón por la cual la UIS no puede dejar de hacerse notar cada vez que hay que señalar problemas dentro del entorno regional o nacional en el cual está circunscrita.

Un factor clave para continuar teniendo vigencia sobre los problemas del entorno se da gracias a la existencia de un conglomerado estudiantil que vela por señalar los problemas que atañen a la institución y a la sociedad. Si bien el movimiento estudiantil fue el caldo de cultivo para una revolución armada que nos ha costado mucho como sociedad colombiana, es necesario mantener y propiciar espacios académicos para el debate argumentado sobre las realidades de nuestra querida nación.

Las cátedras Low Maus y Manuel Ancízar pueden propiciar este acercamiento a espacios de debate que no tienen por finalidad resolver los problemas en los cuales estamos inmersos, sino entenderlos, explicarlos y proponer alternativas desde una perspectiva que no esté amañada a intereses particulares. Es decir siendo esa “Universidad sin condición” de la que habla Derrida<sup>11</sup>, una universidad en la cual nada se escape de la posibilidad de ser cuestionado, donde sea posible discutir sobre herejías y sobre demagogias sin tener el miedo por el brazo opresor del poder. Naturalmente abrirle paso al debate argumentado sobre todo tipo de realidades involucra una alta dosis de madurez para darnos cuenta que no se ataca a las personas sino a las ideas y que nuestras verdades de hoy camuflan muchas falacias.

No podemos hablar de sentido de la universidad sin recordar las brillantes palabras de Karl Popper acerca de la responsabilidad intelectual que debe estar circunscrita con todas y cada una de las actividades de la vida universitaria<sup>12</sup>. Si la universidad se ha hecho acreedora de un estatus privilegiado y puede acceder con facilidad a fuentes de información que le permiten desarrollar conocimiento, esta debe abrir la posibilidad al

---

<sup>11</sup> DERRIDA, Jacques. La Universidad Sin Condición. Madrid: Trotta, 2002, p 1-34.

<sup>12</sup> POPPER, Karl. Tolerancia y Responsabilidad Intelectual. Ciclo de conversaciones sobre la tolerancia en la Universidad de Viena, 1982.

ejercicio de la tolerancia, el respeto a la diversidad y a un adecuado balance entre tradición e innovación, sin caer en dogmatismos de alguna índole. También se debe abrir paso a la deliberación sobre el ejercicio completo de la ciudadanía, no sólo como adquisición de derechos, sino como conocimiento del devenir de la comunidad para lograr mejorar día a día la calidad de vida. En la sociedad colombiana agobiada por problemáticas que van desde la supervivencia en un entorno de enfrentamiento armado hasta la falta de recursos para investigación es necesario propiciar la formación de ciudadanos que le apuesten a la creación de condiciones para salir de este sinsentido en el cual hemos estado envueltos desde hace mucho tiempo.

Para finalizar es necesario dejar claro que la universidad pasa por épocas en las cuales es necesario redefinirla con firmeza para no perderla y para ajustarla a sus nuevas realidades. Sin embargo esto no implica convertirla en la salvación de un pueblo ni convertirla en hospital, industria, empresa o partido político. La universidad tiene por tarea fundamental la educación de personas con la mayoría de edad para estas y muchas otras instituciones. Estamos para señalar el camino, para proponer, para motivar y tal vez por esto es que nos hemos atrevido a tomar la difícil pero emocionante labor de ser docentes universitarios y desde la cal tenemos mucho por aportar aunque no nos dediquemos por completo a nuestra profesión inicial.

#### ***1.4 EL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES COMPETENTES Y COMPROMETIDOS***

El Proyecto Institucional de la UIS contempla el sentido de pertinencia social de su quehacer como “la condición pública de la universidad para responder a la necesidad nacional de formación de alta calidad y pertinencia, generando en su seno los saberes, las actitudes y prácticas innovadoras que permitan pensar y transformar el país y la región con sentido ético y responsabilidad política”<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Proyecto Institucional, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga: UIS, 2000. p. 12.

En este sentido cada uno de los programas de pregrado y postgrado debe tener pertinencia social, es decir debe estar en capacidad para responder a las exigencias de formación de personas, ciudadanos, científicos y profesionales que la sociedad necesita; así como influir positivamente en la determinación del orden social, la calidad de vida de la comunidad y las formas de organización política.

Se abordará a continuación una visión sobre el modelo pedagógico al interior de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T), el objeto y pertinencia de la ingeniería electrónica y la ubicación de la asignatura sistemas de control dentro del plan de estudios.

#### ***1.4.1 Modelo Pedagógico de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones***

Dentro del Proyecto Institucional se plantea que:

... los docentes deben asumir con compromiso y conciencia plena de su responsabilidad ética y social, el papel de orientadores del proceso de aprendizaje y ser los maestros que apoyen la formación integral de los estudiantes. Para ello deberán articular en su desempeño las funciones de docencia, investigación y extensión, pues sólo así podrán evidenciar los objetivos sociales del aprendizaje y su propósito último de contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y la sociedad<sup>14</sup>.

La Escuela orienta su labor hacia estos tres pilares fundamentales, partiendo del principio de que en todo proceso educativo la docencia, la investigación y la proyección social están interrelacionadas para contribuir a los propósitos institucionales de soporte al proceso de cambio en la región. A continuación se explicará cada una de esas funciones y su impacto en el proceso de formación de los profesionales de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

---

<sup>14</sup> *Ibíd.* p. 13.

“La E<sup>3</sup>T tiene una visión sistémica en su proceder; por lo tanto, su fortaleza se encuentra en el trabajo en equipo antes que en el proceder individual de cada profesor. Sus metodologías y estrategias deben evolucionar continuamente de acuerdo con los cambiantes retos”<sup>15</sup>. La forma de articular el trabajo docente en la escuela corresponde a la conformación de grupos de investigación para soportar la formación en los programas de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica. Cada uno de los grupos busca cumplir con su misión conjugando metas de tipo investigativo y de tipo pedagógico, de acuerdo con los principios orientadores de la reforma académica.

La pedagogía que ha de regir las acciones de docentes y de estudiantes es dialógica, como norma de acción académica y como principio de democracia participativa, la cual exige reconocer en la práctica la autonomía de los estudiantes para que asuman por sí mismos los procesos de aprendizaje y deformación integral.<sup>16</sup>

Atendiendo a este principio y tras una larga historia centrada en el modelo pedagógico tradicional, los docentes de la E<sup>3</sup>T han venido asumiendo la tarea de orientar esfuerzos a cambiar las prácticas pedagógicas. Por tanto, se plantea la adopción sistemática de prácticas dialógicas, que se evidencian en asignaturas como tratamiento de señales, en la cual se lleva a cabo el proceso mediante el aprendizaje cooperativo, sistemas digitales mediante resolución de problemas, circuitos eléctricos en la cual se ha implementado una estrategia de aprendizaje basada en resolución de problemas mediante talleres específicos y algunas otras asignaturas en las cuales se hace fuerte uso de plataformas de apoyo informático como Aula Virtual.

La finalidad de estas estrategias diversas busca propiciar el aprendizaje significativo en los estudiantes según el campo específico de conocimiento de cada área. Sin embargo, dentro del cuerpo profesoral son notorios diferentes estilos pedagógicos, y aunque se cuestiona la conveniencia de estandarizar un modelo unificado, se ve la necesidad de

---

<sup>15</sup> Escuela de Ingenierías Eléctrica Y Electrónica, UIS, Proyecto de Reforma de Ingeniería Electrónica, 2005. p. 49.

<sup>16</sup> Proyecto Institucional, *Op. Cit.* p 15.

orientar el trabajo docente por aquellos caminos que permitan superar el aprendizaje memorístico como única forma de aprender.

El objetivo superior en la tarea docente es enseñar a pensar, para que el alumno abandone el aprendizaje memorístico y, con éste, la resolución mecánica de ejercicios. En ese nuevo escenario, los docentes deben buscar la forma de estimular el pensamiento crítico y creativo de sus alumnos mediante la formulación de problemas que los hagan pensar y les ayuden a afianzar el espíritu científico.

Debido a que la E3T ha de preparar al estudiante no sólo para saber, sino también para poner en práctica ese saber, la génesis del trabajo académico ha de estar en la reflexión sistemática sobre el conocimiento y su aplicación. En ese contexto, el alumno se ejercita en la reflexión sobre lo teórico y lo práctico, y desarrolla habilidades de pensamiento que le permiten aplicar el conocimiento en la universidad y fuera de ella. Para esto se realizan visitas técnicas a empresas del sector, algunos estudiantes realizan prácticas en empresas y los proyectos de final de curso involucran elementos de la práctica profesional como la búsqueda de información, lectura de catálogos y selección de dispositivos.

Esa perspectiva impone el reto de superar la concepción simplificadora de la acción educativa que conduce a la fragmentación del conocimiento; a la actividad reduccionista del docente como dictador de clase y a la formación sesgada del ingeniero hacia lo puramente técnico, perdiendo la visión holística requerida.

El modelo pedagógico debe promover la formación de alumnos competentes, honestos, responsables y comprometidos. Para ello, es necesario trabajar un tercer constituyente de la formación humana: las actitudes, que están ligadas a los valores. De esta forma, con el modelo pedagógico se gesta el concepto de formación integral, a partir del cual se emprende la etapa de formar profesionales que entiendan los conceptos que sustentan su profesión y los que provienen de la cultura, que desarrollan habilidades intelectuales y que adopten actitudes positivas que los impulsen a ejercer su vocación profesional y humana, de tal manera que puedan enfrentar la complejidad del mundo moderno.

### ***1.4.2 El Programa de Ingeniería Electrónica***

Después de haber planteado el modelo pedagógico y los fundamentos en los cuales se sustenta el quehacer al interior de la E3T se presentará en forma resumida el objeto del conocimiento de la Ingeniería Electrónica considerado dentro de la escuela, no sin antes recordar que todo concepto evoluciona y la reflexión sobre los que debe ser el norte de formación es permanente, considerando que se forma en una profesión en la cual el dinamismo es manifiesto.

La ingeniería electrónica está más estrechamente relacionada con, y depende más de, la composición, la estructura atómica y el modo de conducción eléctrica en los materiales compuestos, así como con las aplicaciones técnicas útiles de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Esta disciplina consta primariamente de las aplicaciones de las matemáticas y de la física al diseño y análisis de entidades físicas reales (por ejemplo, amplificadores, receptores de radio, y computadores) y de sistemas físicos de pequeña y gran escala (por ejemplo, sistemas de producción, de telecomunicaciones, y procesos de manufactura controlados por computador), en donde los dispositivos y elementos electrónicos interconectados interactúan de varias maneras<sup>17</sup>.

Por tanto, el objeto de conocimiento, alrededor del cual giran los conceptos referentes a la Ingeniería Electrónica, lo constituyen los dispositivos pasivos de muy baja potencia, aquellos que requieren una fuente de alimentación o de suministro de energía externa para que funcionen correctamente, y los sistemas electrónicos, que constituyen su campo de aplicación, en los que desempeñan la misión dominante de liberación, transporte, control, captura y conversión de energía de las cargas elementales.

Un diagrama que permite revisar el objeto de estudio de la ingeniería electrónica se muestra en la figura 1. Se puede observar que el núcleo que articula a la ingeniería electrónica es el desarrollo de sistemas electrónicos o dispositivos, estos están fundamentados en la microelectrónica como plataforma tecnológica para el desarrollo de circuitos integrados. Si bien el mercado colombiano no trabaja en el desarrollo de

---

<sup>17</sup> Escuela de Ingenierías Eléctrica Y Electrónica, UIS. *Op. Cit.* p. 26.

microelectrónica es fundamental contar con elementos conceptuales básicos asociados a ella.

El plan de formación de ingeniería electrónica cuenta con una línea central y obligatoria de sistemas electrónicos (cuatro materias asociadas con electrónica analógica y dos con electrónica digital), con lo cual se puede plantear una fortaleza para ofrecer soluciones electrónicas tanto a nivel de dispositivos como de aplicaciones.

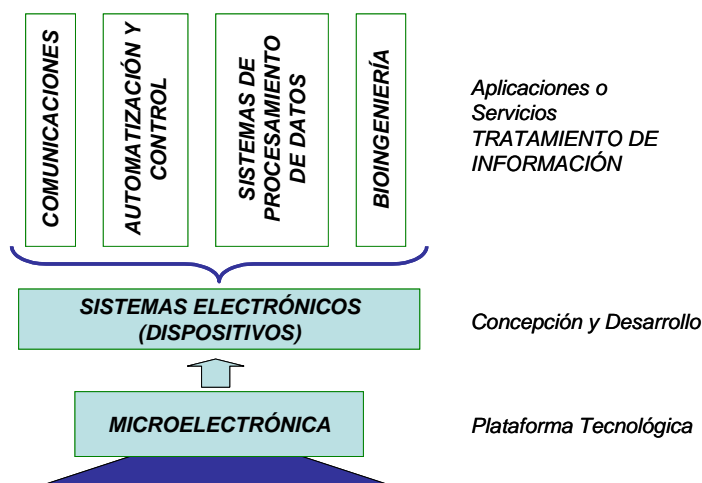


Figura 1. Objeto de Conocimiento de la Ingeniería Electrónica. Fuente: E3T.

Las áreas de aplicación o servicios de la ingeniería electrónica bien pueden formar disciplinas profesionales independientes, como se puede observar en la amplia oferta de programas de formación específicos en instituciones de todo el país. Sin embargo se observa que los diferentes grupos de investigación de la escuela ofrecen soluciones a partir de la formación troncal de ingeniería electrónica: CEMOS (en diseño de dispositivos electrónicos y en áreas de control, modelado, simulación y bioingeniería), CIDLIS (en informática y telecomunicaciones), RadioGis (en comunicaciones móviles) y CPS (en Conectividad, procesamiento imágenes y computación evolutiva)<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> De los cuatro grupos de investigación mencionados CEMOS, CIDLIS y CPS son reconocidos por Colciencias. El grupo de investigación GISEL, también reconocido por Colciencias, tiene por objeto de estudio los sistemas eléctricos (Ing. Eléctrica).

En la consideración de los sistemas electrónicos y los dispositivos que los conforman, el ingeniero se ocupa de las funciones de diseño (equipos electrónicos), proyectista (tecnología), operador (redes de telecomunicaciones), director (áreas y proyectos), asesor y empresario. En general, el ingeniero electrónico puede desempeñarse en empresas que tienen como base de producción los sistemas electrónicos, en áreas operativas, administrativas, mercadeo, comercialización y mantenimiento; así como en centros de investigación y desarrollo.

Como sustento a la creación y sostenimiento del programa de ingeniería electrónica se encuentra el aumento en la necesidad de expertos en electrónica a nivel nacional, originado, entre otras, por la importación y el mantenimiento de tecnología. En este sentido es pertinente observar que la electrónica, las telecomunicaciones y el software hacen parte de las once tecnologías estratégicas definidas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1994, con vigencia ratificada en la reunión continental de ministros responsables de Ciencia y Tecnología (Cartagena, Colombia, 1996).

De otra parte, las necesidades en campos como telecomunicaciones, automatización de procesos, y en general los requerimientos de producción, manejo y transmisión de señales que contienen información relevante en multitud de aplicaciones industriales, médicas, gubernamentales y de la sociedad en general, constituyen problemas a los que el programa de Ingeniería Electrónica de la UIS da respuesta<sup>19</sup>.

El proyecto de formación para ingeniería electrónica contempla un balance entre las áreas básicas (23%), de formación básica de ingenierías (20%), profesional específica (35%), formación socio-humanística (10%) y formación complementaria interdisciplinaria (11%). La formación del ingeniero electrónico se aborda desde una perspectiva que le permita visualizar su posición en el contexto social, político y económico, y que además le ofrezca la sensibilidad que le permita tener en cuenta el impacto de su quehacer sobre la sociedad y el entorno.

---

<sup>19</sup> *Ibíd.*

De los anteriores planteamientos del plan de formación de ingenieros electrónicos se observa una correlación con los planteamientos del proyecto institucional de la UIS y el currículo formal de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Cabe mencionar que dentro de la visión de la UIS se plantea el desarrollo en áreas como microelectrónica y bioingeniería, áreas muy relacionadas con el programa de ingeniería electrónica de la UIS<sup>20</sup>.

El proyecto curricular busca consolidar un perfil del ingeniero electrónico basado en su capacidad de identificación e interpretación de las características del entorno, como resultado de una sólida fundamentación teórica y una vocación por la investigación y el saber en beneficio de la sociedad. En ese sentido, en la propuesta de reforma se propone la construcción de competencias cognoscitivas, aprender a aprender; actitudinales, aprender a ser; y procedimentales, aprender a hacer.

La definición de las competencias cognoscitivas que debe tener el ingeniero electrónico involucra la participación de un amplio grupo de personas, se tiene claridad que el sustento de circuitos, electrónica y sistemas digitales es la columna sobre la cual debe estar fundamentado el ejercicio de la ingeniería electrónica. Por su parte las competencias relacionadas con el tratamiento de señales son fundamentales para poder brindar soluciones eficientes desde el campo de conocimiento de la ingeniería electrónica. Cada uno de estos pilares involucra competencias procedimentales asociadas al trabajo directo en diseño asistido por computador, montaje de circuitos impresos, diagnóstico de fallas, toma correcta de medidas, utilización de equipos de laboratorio y simulaciones, para nombrar unas cuantas.

En cuanto a las competencias actitudinales se ha encontrado que es fundamental generar dinámicas de favorezcan el trabajo grupal e interdisciplinar.

---

<sup>20</sup> Proyecto Institucional. *Op. Cit.* p 10.

Asimismo, el ingeniero electrónico UIS debe desarrollar habilidades para la interpretación de los procesos de la dinámica social y capacidad para interactuar e influir sobre ella; así como la habilidad en la toma de decisiones, con plena conciencia de la grandeza y dignidad del ser humano, comprometido con la preservación y conservación del medio ambiente y la justicia social.

Debe, además, desarrollar una conciencia crítica que le permita cuestionar y debatir las políticas y acciones que afectan el medio ambiente y la comunidad, y evidenciar los valores propuestos en el proyecto institucional: Solidaridad, compromiso con el trabajo, responsabilidad, ética, creatividad y tolerancia.

Se contemplan como aspectos a favor de la formación integral de los ingenieros electrónicos la existencia de procesos de mejora del modelo pedagógico; la oportunidad de participar en los órganos de decisión de la universidad, en el centro de estudios y en la rama IEEE<sup>21</sup>; y la constante interacción con los docentes y demás miembros de la comunidad E3T.

### ***1.4.3 La Asignatura Sistemas de Control***

La ubicación de las asignaturas Sistemas de Control y Sistemas de Control Digital dentro del plan de estudios de ingeniería electrónica (séptimo y noveno nivel) y de ingeniería eléctrica (séptimo nivel) es adecuada teniendo en cuenta la necesidad por parte del estudiante de contar con competencias cognoscitivas, procedimentales y actitudinales adecuadas para poder abordar una materia integradora como lo es sistemas de control. El estudiante habría cursado las materias básicas profesionales y básicas de ingeniería, razón por la cual ya cuenta con cierta independencia intelectual e identidad hacia la profesión.

---

<sup>21</sup> IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos. Es la asociación de profesionales más grande del mundo. Varios profesores de la E3T pertenecen al instituto, por su parte la rama estudiantil de la UIS ha recibido reconocimientos debido a su dinamismo.

El aporte que se pretende dar por medio de las asignaturas de sistemas de control, además del directamente relacionado con su aplicación, es la de permitir lograr integración de conocimientos y competencias trabajados con anterioridad. Es deseable que el profesional de ingeniería cuente con una visión integradora y sistemática de los procesos y tenga en cuenta su comportamiento dinámico, más que la definición estática de su desempeño.

El desarrollo de proyectos en esta asignatura permite enfrentar al estudiante a situaciones prácticas de búsqueda de información, resolución de conflictos, manejo de estrategias para trabajo en equipo, cumplimiento de metas en tiempos establecidos. Aunque se ha trabajado en este sentido desde hace ya varios semestres es necesario fomentar y propiciar aún más el desarrollo de procesos de aprendizajes activos, colaborativos y significativos.

## ***CAPÍTULO 2. LOS PROCESOS CURRICULARES ACTUALES FAVORECEN LIMITADAMENTE EL ROL DEL ESTUDIANTE COMO SUJETO PARTICIPATIVO, COLABORATIVO Y ACTIVO***

Se ha escrito mucho acerca de la importancia de favorecer procesos educativos que involucren y motiven al estudiante a ser el verdadero protagonista de su proceso de aprendizaje. Se plantean como beneficios obtenidos el lograr aprendizajes significativos, desarrollar en el estudiante valores indispensables para su desempeño posterior como la responsabilidad, capacidad de trabajo en equipo, habilidades para la búsqueda de la información y tolerancia, por mencionar algunos.

A pesar del consenso sobre la importancia del protagonismo del estudiante en su proceso de aprendizaje se puede observar que hoy en día todavía no hemos logrado este propósito. En el caso particular de los estudiantes de ingeniería resulta especialmente crítico ya que se espera que en su desempeño profesional muestren habilidades de tipo integrador, sistemático y autónomo, con el objetivo de que sean competentes en la solución de problemas sociales por medio del uso de las tecnologías.

A continuación se presentará una descripción de la situación actual partiendo de lo que se espera de un egresado de un programa de ingeniería UIS, se seguirá con una reflexión sobre dos propuestas de enseñanza-aprendizaje utilizados en la Escuela de Ingenierías Eléctrica y Electrónica, luego se revisarán los componentes del aprendizaje contrastados con las condiciones de egreso y finalmente se plantearán algunos aspectos de la asignatura en la cual se implementará la propuesta pedagógica para atender los puntos críticos detectados.

## ***2.1 EL COMPROMISO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EL ENTORNO DE DESEMPEÑO PROFESIONAL***

Como se ha planteado en el capítulo anterior, las instituciones de educación superior y universidades están formando profesionales para una sociedad del conocimiento y la información<sup>22</sup>, lo que genera “exigencias de alta complejidad intelectual, social y organizativa que entran en contradicción con tradiciones de formación altamente especializada, estrecha y de ciclo largo, ocasionando la paradoja de profesionales altamente especializados y con pobre desempeño ocupacional”<sup>23</sup>. Para el caso de las ingenierías no se puede considerar que en los cinco años de un pregrado se obtengan todos los conocimientos necesarios para un exitoso desempeño profesional.

Una simple mirada a un ingeniero electrónico egresado a mediados de los años noventa permitirá corroborar que en la época de su formación no contaba con herramientas de trabajo tan eficientes como el internet, el diseño asistido por computador y sistemas de simulación al alcance de su mano. Hoy en día es impensable ofrecer una solución de ingeniería sin antes realizar simulaciones y verificación de desempeño por medio de sistemas de cómputo. Quien se ha desempeñado como un profesional exitoso es precisamente porque ha asumido su educación como un proceso continuo (de la cuna a la tumba, como planteara la Misión de Sabios) y ha adquirido las competencias para aprovechar cada una de las ventajas que ofrece la tecnología.

Ante la incertidumbre de estar formando profesionales para una sociedad desconocida se esperaría que la experiencia educativa creara competencias de metacognición, esto es, que se indujera a los estudiantes a aprender a aprender dentro de su área profesional e incluso en áreas conexas. Sin embargo, las experiencias vividas por parte de muchos de nuestros estudiantes y recién egresados muestran que esta adaptación a las exigentes

---

<sup>22</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Op. cit.*

<sup>23</sup> GOMEZ C, Víctor Manuel y CELIS G, Jorge Enrique. Factores de Innovación Curricular y Académica en la Educación Superior. Universidad Nacional de Colombia. Sin más datos.

condiciones del medio externo se está dando de forma bastante limitada y, en algunas ocasiones, traumática.

Es recurrente el reclamo por parte de egresados y empleadores sobre el alto grado de conocimientos teóricos obtenidos en la UIS y la falta de aplicabilidad de los mismos en el entorno laboral colombiano. El síndrome del recién egresado impide visualizar la aplicabilidad de los componentes de formación recibidos para la solución de problemas reales del entorno industrial y empresarial.

Sin embargo, no se forman profesionales incompetentes en la medida que “saben mucho”, el riesgo está en tomar el paradigma de que el conocimiento de tipo verbal y conceptual es suficiente para un adecuado desempeño. El problema radica en que generalmente los procedimientos asociados al quehacer de ingeniería como manejo de equipo de instrumentación especializada, programación eficiente, o desarrollo de proyectos; y actitudes necesarias para un desempeño profesional exitoso en grupos interdisciplinarios como el liderazgo, la tolerancia, el cumplimiento de plazos y el sentido de solidaridad han sido desarrollados con menos rigor e intencionalidad dentro del proceso pedagógico. Esto genera una brecha importante para el planteamiento y desarrollo de soluciones de ingeniería pertinentes y eficaces ya que se espera que el profesional cuente con competencias de los tres tipos.

La UNESCO, por medio de la Comisión Internacional sobre la Educación Para el Siglo XXI, plantea como reto fundamental de los procesos educativos el formar profesionales “competentes en sentido estricto, combinando la formación técnica y profesional, el comportamiento social, la aptitud para trabajar en equipo, la capacidad de iniciativa y la de asumir riesgos”<sup>24</sup>. También se plantea a la universidad como el espacio donde se podría contribuir con la gestión del desarrollo de los recursos humanos, diversificando su oferta: Como lugar de ciencia y conocimiento donde se realice investigación teórica o

---

<sup>24</sup> DELORS, J et al. La Educación Encierra Un Tesoro. Comisión Internacional Sobre la Educación para el Siglo XXI” – UNESCO. Madrid: Santillana, 1996. p 100.

aplicada; donde se formen profesionales competentes, adaptables constantemente a las necesidades del medio, con capacidad de asociar conocimientos teóricos y prácticos a un alto nivel; como plataforma para la educación continuada o a través de toda la vida y como interlocutor privilegiado en la cooperación internacional que favorezca la movilidad de docentes, estudiantes y difusión de la enseñanza<sup>25</sup>.

La universidad en los países en vía de desarrollo se debe mantener como la herramienta para la formación profesional con miras a la satisfacción de las necesidades más sentidas de nuestro medio. En concordancia con esto, es fundamental tener en cuenta la búsqueda de perfiles de formación de ingenieros idóneos para atender las realidades del medio. Igualmente con un compromiso hacia lo propio que les oriente a la hora de elegir entre la emigración a países desarrollados y el mantenerse para formar la masa de profesionales crítica que promueva los procesos de mejoramiento social y económico.

La sociedad heterogénea de hoy en día debe estar caracterizada por relaciones en las cuales prime la tolerancia y el respeto a la diferencia. En este sentido es que surge la necesidad urgente de replantear los esquemas de ejercicio de poder y de establecimiento de relaciones a nivel institucional, y particularmente al interior de las aulas de clase, con el fin de propiciar un entorno académico que favorezca la participación responsable, respetuosa y tolerante de cada uno de los estamentos educativos.

La falta de vinculación de los procesos educativos y formativos con los problemas reales del ejercicio profesional trae consecuencias sobre la efectividad del aprendizaje como la falta de motivación del estudiante por no visualizar la aplicabilidad de lo aprendido, el desconocimiento de la situación real del entorno, la desvinculación entre los nuevos aprendizajes y los potenciales proyectos o trabajos que puede desarrollar; cada uno de estos aspectos se convertirían en obstáculos para formar los profesionales que el entorno laboral necesita.

---

<sup>25</sup> *Ibíd.* p. 27-28.

Con respecto a la relación universidad-sociedad, en el ámbito nacional, en foros, encuentros y entrevistas con las personas del sector productivo se muestra la preocupación por la “distancia” que ven entre los dos sectores; normalmente las buenas intenciones por una colaboración bidireccional surgen con la espontaneidad de los diversos encuentros y se van con la aparición de los verdaderos compromisos.

De una parte los gerentes ven inoportuna la dedicación de fondos para investigación debido a la premura de resultados financieros<sup>26</sup> y desde la academia no tomamos en cuenta la riqueza de problemas con los cuales se pueden ir formando los profesionales si se les vincula de forma más directa a la discusión y al planteamiento de soluciones para los problemas de sectores empresarial y social. La pertinencia de esta propuesta se puede emerge al constatar que la empresa colombiana aún se encuentra en una etapa de desarrollo pragmático y levemente apoyado por la tecnología, lo cual le plantea dificultades especiales a la hora de suscribir acuerdos como el Tratado de Libre Comercio, actualmente en discusión.

## ***2.2 DOS ALTERNATIVAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA***

Se han planteado los retos a la institución universitaria para desarrollar procesos mucho más abiertos, participativos y favorecedores del compromiso por parte de los estudiantes para ir formando habilidades profesionales. En este sentido, se puede observar la existencia de propuestas de formación en ingeniería que apuntan al desarrollo de la investigación formativa como estrategia para generar participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Estas estrategias facilitan la formación de

---

<sup>26</sup> A una importante empresa estatal que financiaba prometedores proyectos de investigación en tecnologías del gas se le restringieron los fondos para investigación por no ser razón fundamental de desempeño. ¿Es viable un país en el cual solo se considera prioritaria la seguridad y no la formación investigativa financiada desde las mismas empresas estatales que conllevaría a mejores desempeños por reducción de importaciones de costosos equipos?

profesionales críticos y competentes, en la medida que va enfrentando a los estudiantes a situaciones más cercanas a problemas reales de su campo, situaciones que no se logran con procesos de aprendizaje de tipo transmisionista.

Bernardo Restrepo ilustra, como parte de la metodología de investigación formativa, el planteamiento de situaciones problemáticas, a veces sin estructurar, con el fin de que el mismo estudiante defina el problema y plantee alternativas de solución. Como metaobjetivo de esta estrategia se plantea lograr que el aprendizaje anterior, sobre todo el metodológico, sirva para el aprendizaje presente y que este último potencie aprendizajes futuros<sup>27</sup>. Se tiene también como beneficio el desarrollo de habilidades como la flexibilidad, adaptabilidad e interdisciplinariedad, siempre y cuando se favorezca el medio adecuado en la universidad.

A este respecto, conviene hacer referencia que los casos en los cuales se ha involucrado la resolución de problemas como estrategia pedagógica<sup>28</sup> permiten evidenciar que es fundamental agregar características muy especiales por parte del docente y del entorno pedagógico para que se consigan los resultados esperados de logro de aprendizajes significativos de tipo verbal, procedimental y actitudinal, así mismo las habilidades de tipo investigativo.

En primera instancia, en la implementación de una propuesta pedagógica basada en investigación formativa es fundamental ofrecer una adecuada mediación a los estudiantes. El papel del docente resulta crucial, ya que no se puede considerar que el proceso de aprendizaje sea completamente mediado por la asignación de un problema para ser resuelto. Teniendo en cuenta que las funciones cognitivas de los estudiantes se

---

<sup>27</sup> RESTREPO, Bernardo. Conceptos y Aplicaciones de la Investigación Formativa, y Criterios para Evaluar la Investigación Científica en Sentido Estricto. En Consejo Nacional de Acreditación. Educación Superior, Calidad y Educación. Tomo I. Bogotá: Alfaomega, 2003. p. 53-69.

<sup>28</sup> La asignatura Sistemas Digitales, presente en los programas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, ha sido desarrollada desde hace varios semestres siguiendo este planteamiento.

deben ir desarrollando dentro del proceso pedagógico es fundamental propiciar por parte del docente una labor de identificación de los niveles de desarrollo cognitivo, de forma que pueda ofrecer experiencias de aprendizaje adecuadas para responderle a los diversos tipos de estudiantes y evitar desmotivarlos con problemas imposibles de resolver en su nivel o, por el contrario, porque su solución no les exige retos de alguna índole. Esta evaluación es fundamental para ofrecerles experiencias que los motiven y provean de herramientas que les permitan resolver situaciones cada vez más complejas.

En este mismo sentido, no es sensato considerar que se está formando en la medida que se asigna un proyecto a los estudiantes y se les deja solos frente a esta tarea. En algunas ocasiones se ha incurrido en este error al definir proyectos de fin de curso con objetivos solamente enfocados al logro de habilidades procedimentales, y poca delimitación de las condiciones de diseño características de ingeniería. Aunque en muchos casos los estudiantes terminan satisfechos por poder “hacer” algo práctico, las técnicas utilizadas y la interiorización proveída por el proyecto no superan un nivel de tipo tecnológico, con un débil sustento de ingeniería.

Lo que se observa en estos casos es el triste resultado de la realización de prototipos sobre preconceptos y técnicas ajenas a los elementos de juicio que se esperaría desarrollar, los cuales no siempre son explicitados a los estudiantes. En algunos casos se encuentra la aplicación de competencias procedimentales básicas más no los criterios de diseño, selección de dispositivos y eficiencia acordes con los contenidos de tipo conceptual y procedimental manejados en el proceso pedagógico que ya superó el estudiante.

En segundo lugar, la responsabilidad que tiene el docente al asignar proyectos tiene que ver con ir dando rigor y atención a aspectos y relaciones que el estudiante, novato en el área, no ve como importantes y que son imprescindibles para las posteriores tareas de tipo profesional. Un ejemplo de ello es la caracterización del ruido para tarjetas de adquisición de datos, elección de dispositivos de procesamiento, selección de alternativas de automatización, etc. A su vez el compromiso del docente es esencial ya que cada

experiencia pedagógica fallida o sin resultados claros para el estudiante genera incertidumbre sobre lo aprendido y no favorece los aprendizajes significativos y creación de conexiones entre aprendizajes. En cierto sentido se estará propiciando la aversión por el conocimiento de tipo verbal y conceptual ya que no se puede verificar su aplicabilidad.

Adicionalmente, se puede observar que existen ejemplos de procesos de aprendizaje colaborativo y activo dentro de la misma universidad y escuela, que muestran una alternativa pedagógica coherente para la solución de la problemática planteada. El trabajo de los profesores del área de Tratamiento de Señales, documentado por Ordoñez, Duarte y Amaya,<sup>29</sup> pone de manifiesto que este tipo de procesos facilita tanto el desarrollo de competencias cognitivas y procedimentales como la formación de competencias actitudinales propias de un proceso educativo activo e integral en campos como el ético (responsabilidad y solidaridad), comunicativo (debates, sustentación y argumentación), emocional (interdependencia positiva, interacción conducente a resultados, apoyo, ayuda mutua, superación de debilidades, logro de resultados, etc.) y actitudinal (compartir conocimiento, mejoramiento continuo, autoevaluación permanente).

Sin embargo, los procesos de aprendizaje colaborativo dentro de la escuela han estado enmarcados en iniciativas de profesores de áreas específicas. Dentro de las dificultades que se han presentado se puede ver la apatía inicial del estudiante por verse obligado a tomar roles mucho más activos y comprometidos que en modelos de enseñanza transmisionista; otro punto crítico es el esquema evaluativo en el cual se ve el apego del estudiante a los resultados de tipo numérico que condicionan y limitan enormemente la colaboración a los otros, el mismo favorecimiento a la individualidad en situaciones pedagógicas previas condiciona y frena a los estudiantes en este sentido.

---

<sup>29</sup> ORDÓÑEZ, Gabriel; DUARTE, Cesar Antonio y AMAYA, José A. Aprendizaje Colaborativo y Su Evaluación. En Revista Docencia Universitaria Cededuis. Vol. 5 de 2004 – ISSN 0123-7969, Bucaramanga. p. 279-285.

Otra de las dificultades para la implementación del aprendizaje colaborativo está en el mismo docente, quien siente que no cumple su papel si no “dicta” su clase, o considera que sólo debe evaluar y realimentar sobre el desempeño de cada estudiante al final del proceso. También está la renuencia a la aplicación de estas estrategias debido al tiempo que exige, la preparación en la disciplina y en pedagogía y la necesidad de contar con una actitud abierta. Por otra parte, cada vez que se acomete un cambio pedagógico se tiene la tendencia a mantener los esquemas de evaluación sumativa que no toman en cuenta los méritos de la realización del mismo proceso. Un proceso educativo novedoso con metodologías de evaluación tradicionales ocasiona desestímulos para el estudiante que no ve recompensada su labor participativa y activa.

Por otra parte, la institución juega un papel importante para la implementación de procesos de aprendizaje exitosos. Ordóñez *et al* señalan que la estructura organizativa y académica de la institución educativa puede convertirse en dificultad en la medida que se consideren grupos con elevada cantidad de estudiantes y la reglamentación respecto a evaluaciones se centre en pruebas escritas como evidencias del aprendizaje, limitados en tiempos y espacios predeterminados.

Cuando se ensayan estrategias de aprendizaje colaborativo es fundamental permitirle al estudiante verificar el grado de significatividad con que aprende. La participación consciente y activa en la evaluación del aprendizaje en los procesos de tipo colaborativo permite aumentar el grado de compromiso del estudiante y la comprensión de sus propios procesos de aprendizaje.

En conclusión, la formación de profesionales hoy en día no puede estar enmarcada en estilos pedagógicos que favorezcan exclusivamente los contenidos de tipo conceptual-verbal, es importante ir tomando elementos de las nuevas propuestas pedagógicas como la resolución de problemas y el aprendizaje colaborativo para formar los profesionales integrales y competentes del mañana.

### **2.3 ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS COMPONENTES DEL APRENDIZAJE**

Asociadas a los retos de la educación superior y a las propuestas curriculares de investigación formativa y de aprendizaje colaborativo se pueden observar algunas características relacionadas con los componentes del aprendizaje que causan preocupación debido a la limitada correspondencia con el ideal de formación activa, participativa y colaborativa. Se tomará la clasificación de Pozo<sup>30</sup> en la cual en el aprendizaje entran en juego contenidos, procesos y condiciones.

En cuanto a contenidos es fundamental tener en cuenta que para que la formación sea completa se deben desarrollar competencias verbales, procedimentales, sociales y conductuales. Si bien los programas de las diferentes asignaturas están asociado a las dos primeras categorías las propuestas pedagógicas de aprendizaje activo y colaborativo favorecen el desarrollo de las dos últimas. Por otra parte es fundamental tener en cuenta que se debe fomentar un aprendizaje de tipo constructivo, dando lugar a la formación de estrategias de aprendizaje, cambio conceptual con reestructuración de esquemas mentales y reformulación de teorías implícitas que orienten el cambio actitudinal y conductual.

La participación del estudiante como autor de su aprendizaje es fundamental. Si este no participa de forma activa en su proceso y se le induce exclusivamente a que recuerde detalles no se estará favoreciendo el desarrollo de los niveles cognitivos superiores. Se espera que los estudiantes tengan capacidad de análisis y síntesis, que integren y extrapolen conceptos y los apliquen a la solución de situaciones verdaderamente problemáticas.

Es muy difundido el mito de que el mejor profesor es el que completa el programa o el que más tema “dicta”. Por esta razón resulta fundamental ir formando al estudiante para que reconozca que no puede aprender en cincuenta horas todo lo que se conoce acerca de

---

<sup>30</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Op. Cit.* p. 87

temáticas tan amplias como la de una asignatura de ingeniería y que es preciso ir resolviendo los problemas de manera integrada, teniendo en cuenta aspectos técnicos de diferentes áreas, aspectos económicos y aspectos sociales.

La brecha entre los contenidos de aprendizaje desarrollados en las universidades y su posibilidad de transferencia a situaciones prácticas se evidencia en la falta de aplicación de criterios sólidos y estrategias adecuadas en el planteamiento de soluciones a situaciones reales. Ya se mencionaba en el apartado anterior la necesidad imperiosa de ofrecer experiencias de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en los futuros profesionales, que les permitan desenvolverse con éxito en las situaciones empresariales y laborales que demanda la sociedad globalizada.

La alarma por el distanciamiento entre los aprendizajes teóricos y su utilización en entornos prácticos no es exclusiva de nuestro medio. Bernstein<sup>31</sup> nos plantea, con lujo de detalles, el problema para estudiantes de ingeniería en universidades norteamericanas. Por las descripciones que realiza se puede concluir que la situación no está tan lejos de nuestra realidad; en ellas se evidencia el hecho sorprendente de profesionales realizando prácticas y tomando decisiones sin el soporte de los fundamentos de la disciplina o el rigor de la academia.

Siguiendo con las categorías de Pozo se debe prestar atención a los procesos por medio de los cuales se va ir formando al aprendiz con el objetivo de crear ambientes de aprendizaje adecuados. Es de resaltar que para superar un poco la situación anterior, hay ejemplos de programas en los cuales se desarrolla la investigación formativa como estrategia para la formación de profesionales. Hazen y Frezza<sup>32</sup> muestran un currículo de

---

<sup>31</sup> BERNSTEIN, Dennis. On Bridging The Theory/ Practice Gap. En IEEE Control Systems Magazine. p 64-70. December 1999.

<sup>32</sup> HAZEN, Samuel y FREZZA, Stephen. An Integrated Embedded Software Engineering Program and Practicum. Department of Electrical Engineering, Gannon University. Sin más datos.

postgrado orientado al desarrollo de software embebido para el área de control; muestran que los resultados son positivos debido a la cooperación de la industria que recibe a los estudiantes y les asigna proyectos relacionados con su quehacer académico. Igualmente resaltan lo fundamental que es ofrecer experiencias para que el estudiante desarrolle competencias de trabajo en equipo, ya que el entorno industrial así lo requiere. Finalmente ponen de manifiesto lo fundamental que es la labor de tutoría tanto por parte de los docentes en la universidad como los tutores en la industria, así como una adecuada comunicación entre los actores.

#### ***2.4 ELEMENTOS RELACIONADOS CON LA ASIGNATURA SISTEMAS DE CONTROL***

El curso de Sistemas de Control, ofrecido tanto para estudiantes de Ingeniería Eléctrica como de Ingeniería Electrónica, es la asignatura de apertura a una línea de especialización de ingeniería. Abarca una gran cantidad de contenidos de tipo verbal y conceptual que incluyen elementos de diferentes áreas del conocimiento sobre sistemas físicos como mecánica, hidráulica, circuitos eléctricos y elementos de matemáticas avanzadas como ecuaciones diferenciales, cálculo, álgebra lineal y tratamiento de señales. Bernstein concluye, desde su experiencia pedagógica, que esta asignatura es una de las más abstractas que puede tener un currículo de ingeniería eléctrica o electrónica<sup>33</sup>.

A propósito de lo anterior, la tendencia pedagógica que se ha seguido es la de mantener un componente teórico fuerte complementado con algunas prácticas de laboratorio en sistemas reales (motores de corriente continua). Durante el curso se realizan cinco prácticas en el laboratorio, con periodicidad quincenal, además de un proyecto de semestre para integrar estos elementos.

---

<sup>33</sup> Recientemente escuché de parte de los estudiantes la apreciación de que Sistemas de Control es la “conciencia de la carrera”, debido precisamente a esta necesidad de integrar elementos de múltiples asignaturas previas o simultáneas.

Se ha observado que si bien las prácticas de laboratorio acercan al estudiante a una situación práctica todavía está bastante lejana del aspecto real de una aplicación de ingeniería. De forma similar las limitantes de disponibilidad de bancos de trabajo suficientes para el número de estudiantes a atender es motivo de preocupación. En la actualidad se cuenta con tres bancos de trabajo para un total de noventa estudiantes, lo que genera un aprovechamiento en laboratorio de hora y media semanal por equipo de trabajo.

Por otra parte la mayoría de los estudiantes (80 %) reclaman hacerla más significativa y transferible a la práctica,<sup>34</sup> esto se ha constatado por medio de entrevistas y por la evaluación de la asignatura.

La aplicación de lo aprendido en la asignatura debería surgir a medida que se desarrollan soluciones para automatización industrial o control automático de procesos; sin embargo es recurrente encontrar que algunos estudiantes de proyecto de grado o profesionales en ejercicio no aplican los conceptos básicos supuestamente aprendidos en la asignatura.

Otro componente importante es el grado de motivación de algunos de los estudiantes de la asignatura. En el caso de los estudiantes de ingeniería electrónica normalmente se tiene una alta motivación debido a que una de sus áreas de especialización es la automatización de procesos y su programa de formación incluye asignaturas que les permiten visualizar más de cerca la utilidad de esta. Sin embargo, para el caso de los estudiantes de ingeniería eléctrica se nota que en ocasiones dejan la asignatura como una de las últimas de su plan de estudios, pues no la consideran fundamental para su desempeño profesional. Una alternativa para motivar a estos estudiantes es la de incluir ejemplos de aplicación hacia el campo de ingeniería eléctrica como lo son los sistemas de generación de energía.

---

<sup>34</sup> VILLAMIZAR, Marlon y SIERRA, Daniel. Diseño de Esquemas Temáticos Basados en Competencias para el área de Sistemas de Control. En Encuentro DEL SECTOR PRODUCTIVO AL AULA: Enfoque Pedagógico Basado en Competencias a Través de la Resolución de Problemas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Octubre 28 y 29 de 2004.

Otra alternativa de acercamiento a situaciones más reales está surgiendo gracias a la interrelación con otras unidades académicas como la Escuela de Ingeniería Química, en la cual se cuenta con un laboratorio de control de procesos. Las posibilidades para llevar a cabo un trabajo exitoso desde un punto de vista interdisciplinario salta a la vista debido a la necesidad de un sustento de instrumentación y sensado electrónico que no tienen los ingenieros químicos tan bien fundamentado como los electricistas y electrónicos.

También existe la posibilidad de tener vínculos estrechos con instituciones como el SENA donde se cuenta con apoyos didácticos muy importantes que en algunas ocasiones se mantienen subutilizados debido a que los técnicos y tecnólogos del país no son preparados en esas temáticas.

Por último, las visitas técnicas constituyen una estrategia de gran utilidad para motivar a los estudiantes al permitirles visualizar de qué forma se pueden ir integrando los contenidos de la asignatura con su quehacer profesional.

### ***CAPÍTULO 3. EL APRENDIZAJE EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA: ¿CÓMO LOGRAR APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y FORMAR HOLÍSTICAMENTE?***

Normalmente se considera a las ingenierías como campos profesionales duros, en los cuales el aprendizaje y utilización de las matemáticas constituyen un referente importante para definir si un candidato está potencialmente apto culminar con éxito su programa de formación profesional.

Nuestra universidad recibe a los bachilleres que han demostrado tener mejores capacidades, según los exámenes de estado; se esperaría de estos un desempeño sobresaliente en las disciplinas que se imparten, salvo las normales excepciones de orientación vocacional equivocada o falta de empeño por parte del estudiante en su formación. Sin embargo, los profesores de ingeniería nos vemos enfrentados a situaciones en las cuales pareciera que se está ante aprendices sin fundamentos adecuados para su buen desempeño en la tarea del aprendizaje. Esta problemática, el que nuestros estudiantes no aprendan lo que les queremos enseñar, será uno de los temas centrales del presente capítulo, y para ello resulta fundamental visualizar los procesos de aprendizaje desde cada una de las teorías que lo explican.

Otro punto a tener en cuenta es la necesidad de formar profesionales en y para una sociedad que reclama que sean competentes no sólo en los aspectos cognitivo y procedimental, sino también en aspectos actitudinales. Las problemáticas detrás de grandes descalabros de la ingeniería no están en los dos primeros componentes sino en el tercero. Bien lo anotaba uno de los peritos internacionales que se contrataron para evaluar el problema de la ruptura de las lozas de Trasmilenio, indicando que lo que falló en las lozas no fue la falta de concreto, sino la falta de ética.

### **3.1 LAS CONCEPCIONES SOBRE EL APRENDIZAJE**

#### **3.1.1 Las Concepciones De Los Estudiantes Acerca Del Aprendizaje**

Antes de realizar la aproximación acerca de las teorías del aprendizaje y cómo estas influyen en los propios procesos pedagógicos se hará una descripción sobre los conceptos encontrados en los estudiantes acerca del mismo aprendizaje. Se realizó el sondeo con estudiantes de cuarto nivel de ingenierías y estudiantes de proyecto de grado. Los estudiantes indagados manejan diversos niveles conceptuales acerca del aprendizaje, aunque se alcanza a percibir una mayor evolución de las ideas hacia concepciones más constructivistas en los estudiantes de final de carrera.

El primer nivel conceptual lo manejan aquellos estudiantes para los cuales el proceso de aprendizaje permite adquirir un conocimiento ya establecido se hace evidente en las siguientes expresiones:

- *“Proceso por medio del cual se llega a aprender algo: Adquirir conocimiento”  
(4 nivel)*
- *“Es un proceso mediante el cual el ser humano adquiere e interpreta nuevo conocimiento de un área específica”(4 nivel)*

Para estos dos estos estudiantes se observa que el aprendizaje constituiría un proceso de tipo transmisionista: Están inscritos en un programa de formación de ingeniería para que les “den” el conocimiento necesario y luego ejercer su profesión.

Para algunos otros el proceso se relaciona con su utilidad y el éxito del mismo medido por medio de la argumentación:

- *“Interpretación de conceptos previamente adquiridos desarrollados en forma teórica o empírica, para utilizarlos en el desarrollo de una tarea o proyecto”(Proyecto de Grado)*

- *“Es una forma de aprender diariamente temas, cosas nuevas para la persona y que servirán a uno para aplicar en su vida cotidiana” (4 nivel)*
- *“Proceso mediante el cual se obtiene conocimiento de algún tema al punto de entenderlo y poder explicarlo a otro”(4 Nivel)*
- *“Es un proceso realizado para adquirir un conocimiento. En cualquier aspecto. Por ejemplo cuando un bebé va a empezar a caminar, primero lleva a cabo un proceso de aprendizaje donde aprender cómo colocar sus piecitos, cómo mantener el equilibrio, etc. Hasta que adquiere la habilidad para caminar y lo hace. Pienso que se realiza un verdadero aprendizaje cuando se está en la capacidad de sustentar lo que se aprendió”. (4 nivel)*
- *“Un proceso que lleva tiempo y esfuerzo. Es una forma de adquirir conocimientos a través de un proceso, es decir, no podemos decir que llegamos al punto en que hemos aprendido todo sobre algo porque siempre existirá algo nuevo que podamos aprender. Tampoco es fácil evaluar si ha sido exitoso el proceso de aprendizaje, pues no existe una forma única de evaluación que logre abarcar todos los conocimientos, luego cada persona sabrá si su proceso de aprendizaje fue exitoso cuando logre aplicar claramente los conocimientos adquiridos”(Proyecto de Grado)*

Estas concepciones ya presentan un nivel de compromiso del estudiante para, por una parte, utilizar eficientemente lo aprendido en situaciones concretas (lo cual sería un indicativo de su competencia frente a la temática) y por otra parte explicitar lo aprendido, lo cual implica no solamente un proceso de asimilación, sino de comprensión.

Se tienen concepciones asociadas al aprendizaje como un proceso renovador del aprendiz, que exige facultades intelectuales superiores y en el cual evoluciona su actitud hacia el entorno:

- *“El proceso donde se adquieren una serie de conocimientos para ser adaptados y hacerlos parte integral de nuestro estilo de vida; para posteriormente colocarlos en práctica en cada uno de los diferentes escenarios sociales de nuestra vida”(4 nivel)*

- *“Independientemente del área que se esté trabajando el aprendizaje debe ser un proceso que involucre en su totalidad las facultades del individuo, con el fin de potencializarlas, de forma tal que permita que el conocimiento trascienda de lo que simplemente sabemos a lo que podemos hacer con eso que sabemos” (Proyecto de Grado)*
- *“Es apropiarse del conocimiento, hacerlo parte de la vida cotidiana del individuo, para que este pueda contextualizarlo en diferentes ambientes, correlacionarlo con otros temas y solucionar dificultades con este, en sentido suyo. Teniendo en cuenta el conocimiento no solo como conceptos teóricos relacionados con un saber en especial, sino como adquisición de experiencias del devenir de cada día”. (4 nivel)*
- *“Cada vez que queremos hacer algo nuevo, necesitamos encontrar la forma de realizarlo y para esto, el razonamiento activa todas las habilidades que estén al alcance, para hacernos comprender, entender y asimilar lo que necesitamos para solucionar el problema al que nos enfrentamos. En últimas es el proceso de cómo solucionar los problemas y cómo llevarlos a feliz término”(Proyecto de grado)*

Se evidencia en estas concepciones una visión más estructurada del proceso de aprendizaje y ya se logra vislumbrar la razón de ser de la competencia: Ese saber hacer en un contexto, el cual puede ser nuevo, pero en el cual se pueden plantear alternativas interesantes si se han estructurado conocimientos en cada una de las categorías y se han logrado los niveles cognitivos del análisis y síntesis para poder extrapolar.

Por último hay quienes unen el concepto de aprendizaje con el de enseñanza, creería que son estudiantes a los que tenemos que mostrarles que el verdadero artífice del aprendizaje es él mismo y que nuestra labor es servir de guía.

- *“Es un proceso de interacción entre alumnos y maestro donde existe un intercambio de ideas de un tema en específico, el cual debe ser repasado por el alumno para que de esta forma se aprovechen al máximo los conceptos estudiados”(4 Nivel)*

Esta última concepción acerca del aprendizaje pone de manifiesto la característica social del proceso de enseñanza-aprendizaje, aunque deja la sensación de que al fin de cuentas el aprendizaje es un proceso por medio del cual el estudiante “recibe” las ideas del profesor.

La diversidad de opiniones acerca del aprendizaje y la forma de redacción de la muestra permiten inferir que aún se manejan concepciones en las cuales el aprendizaje tiene por objeto un algo terminado y absoluto y que el proceso es unidireccional y de tipo transmisionista. Parte de nuestro quehacer docente debe enfocarse a mostrar que la dinámica profesional y social actual obliga a mantener una actitud muy crítica acerca de la información o desinformación que nos llega para poder afrontar exitosamente los diversos problemas que surjan. El planteamiento de experiencias de aprendizaje con componentes metacognitivos permitirá al estudiante ir mejorando su concepción de la realidad para actuar y aprender de manera cada vez más eficiente y autónoma.

### ***3.1.2 Las Concepciones de los Maestros***

Vicente Mellado pone de manifiesto que

‘los cambios en educación dependen de lo que piensan y hacen los profesores, algo tan simple y a la vez tan complejo’. Los profesores no son técnicos que se limitan a aplicar las reformas y las instrucciones elaboradas por los expertos, sino que tienen concepciones, actitudes, valores, y toman decisiones en función de múltiples factores y de su propia historia y situación personal, y de los contextos sociales y profesionales en los que trabajan.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> MELLADO JIMENEZ, Vicente. Cambio Didáctico del Profesorado De Ciencias Experimentales y Filosofía de la Ciencia. En Revista Enseñanza de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona, 2003, Volumen 21 Número 3. p 344.

En este sentido cobra especial importancia la concepción que manejan los profesores sobre el aprendizaje de sus estudiantes, ya que condiciona el desarrollo de las experiencias de aprendizaje que les han de brindar.

En un primer grupo se encuentran los profesores que conciben el aprendizaje solamente como el dominio de los contenidos de una asignatura. Para estos profesores la finalidad de la experiencia dentro del aula es brindar a los estudiantes grandes cantidades de información porque resulta “necesaria” para su carrera. Leonard y Utz<sup>36</sup> plantean que estos profesores tienen dificultad en planear el aprendizaje de los estudiantes por encima del nivel de comprensión debido a que las capacidades analíticas y actitudes no pueden ser mejoradas a través de clases expositivas.

Este caso correspondería a aquel estilo de docente que se dedica a explicar hasta el más mínimo detalle con el objetivo de que los estudiantes salgan felices de su clase porque han entendido todo. Luego el examen se referirá solamente al recuerdo de lo que se expuso en clase. Conclusión: Aunque los estudiantes saben “muy bien” el tema no han desarrollado sus capacidades analíticas, de revisión crítica de los contenidos y menos actitudes para la autonomía.

Una segunda categoría correspondería a aquellos docentes que consideran que la educación consiste en brindarle a los estudiantes la oportunidad de hacer lo que tienen que hacer en su vida profesional. Este grupo se enfoca principalmente hacia las habilidades de tipo pragmático y apoyan la visión de aquellos estudiantes que no valoran las áreas básicas porque no brindan herramientas o destrezas directamente rentables. Para este grupo es más importante que los estudiantes aprendan a fabricar un circuito impreso o a programar en varios lenguajes más que dominar la teoría que hay detrás de ello. Algunos de quienes toman esta visión son docentes que han estado practicando en la industria y se vinculan por horas cátedra.

---

<sup>36</sup> LEONARD, Leo y UTZ, Robert. Building Skills for Competency-Based Teaching. New York: Harper & Row Publishers, 1974. 248 p.

En una tercera categoría está quien considera que la instrucción como dejar a los estudiantes que creen por su propia cuenta. Leonard y Utz señalan que estos docentes deben recordar que la creatividad no es resultado de la aleatoriedad, sino de procesos rigurosos. En algunas clases de ingeniería se estaría propiciando la formación de técnicos en la medida que se les expone el problema de diseño y no se les guía y exige que evalúen la calidad de las propuestas y las implicaciones de las decisiones tomadas.

Por su parte, Julian Weissglass señala que “Los profesores raramente hablan significativamente acerca de su enseñanza, sus creencias sobre la enseñanza y aprendizaje, sus sentimientos acerca de su trabajo y los cambios propuestos...”<sup>37</sup>. Sin embargo, él mismo presenta algunas de las concepciones encontradas en profesores de matemáticas:

- *“Debes dominar el contenido antes de que puedas usar el cerebro para pensar matemáticamente.”*
- *“La gente aprende matemáticas escuchando a alguien hablar acerca de ella y haciendo problemas en casa.”*
- *“La competencia [contra los demás] es necesaria para estimular el aprendizaje.”*
- *“Las matemáticas son muy difíciles de entender por cuenta propia, los estudiantes necesitan que les cuenten.”*
- *“Cometer errores es un signo de debilidad.”*
- *“Es mejor desarrollar la matemática linealmente.”*
- *“Los estudiantes son incapaces de decidir qué aprender. (Esas decisiones las deben tomar los docentes y coordinadores).”*
- *“Es trampa obtener ayuda de otra persona.”*
- *“Es difícil retar a los adultos.”*
- *“Tenemos la habilidad de medir precisamente qué es lo que los estudiantes entienden.”*
- *“Los sentimientos no son parte del ambiente académico.”*
- *“El sistema está bien (después de todo yo logré las metas).”*

Dentro de este grupo de concepciones está implícita la visualización de los estudiantes como personas inmaduras, sin capacidad de decisión, a las cuales no se les debe dar la

---

<sup>37</sup> WEISSGLASS, Julian. Changing Mathematics Teaching Means Changing Ourselves: Implications for Professional Development. En AICHELE, Douglas B, (Ed.) Professional Development for Teachers of Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, 1994. p. 68.

oportunidad de errar. Igualmente se está asumiendo que el proceso de aprendizaje tiene que ser dirigido por el docente y desarrollado en forma lineal e individual, lo cual cierra la puerta a propuestas pedagógicas fundamentales para la formación de valores y aprendizajes significativos como el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje por resolución de problemas.

Finalmente es de resaltar que existen importantes grupos de docentes inquietos por buscar alternativas por una formación integral y promoviendo aprendizajes significativos. Para ellos el aprendizaje es un proceso social, que debe ser favorecido a través de la interacción entre docentes y estudiantes y que debe favorecer tanto el desarrollo cognitivo como el actitudinal. Dentro de esta concepción del aprendizaje se considera que los estudiantes se ven favorecidos en la medida que se les valora la autonomía y se les motiva con procesos de enseñanza y aprendizaje incluyentes y participativos.

### ***3.2 LOS CONTENIDOS DEL APRENDIZAJE***

Los procesos de aprendizaje tienen una amplia gama de resultados, determinados por la intencionalidad de los objetivos de aprendizaje o competencias deseadas, las dinámicas de interacción que se dan en el proceso, las motivaciones y muchos otros factores colaterales. Con el objetivo de ordenar el amplio espectro de resultados que pueden surgir se han propuesto diferentes formas de clasificación. Se trabajará sobre la propuesta de Pozo y la adaptación que hace Valero a las categorías cognitivas de Bloom.

#### ***3.2.1 La taxonomía de Pozo<sup>38</sup>***

Para el caso de Pozo se cuenta con cuatro categorías y tres niveles de profundidad por categoría.

---

<sup>38</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Op. Cit.*

### **3.2.1.1 Aprendizaje de Sucesos y Conductas**

Es un aprendizaje implícito, basado en la asociación de sucesos y conductas que tienden a ocurrir juntos:

1. Aprendizaje de sucesos o adquisición de información sobre las relaciones entre acontecimientos en el ambiente; permite establecer predicciones con objetivos de supervivencia, señalando riesgos o anticipando potenciales placeres, además de generar emociones. Si estas emociones llegan a afectar la vida normal de una persona deben ser intervenidos.
2. Aprendizaje de conductas o adquisición de respuestas eficientes ante sucesos, permiten modificar escenarios para hacerlos más favorables; se debe intervenir en el caso de que existan conductas inadecuadas o situaciones incontrolables.
3. Aprendizaje de teorías implícitas sobre las relaciones entre los objetos y las personas: Informan sobre cómo está organizado el mundo y qué se puede esperar de él, permiten llevar a cabo una generalización de situaciones. Sin embargo en ocasiones es necesario un cambio de teorías implícitas, involucrando procesos de toma de conciencia, reestructuración e integración con otras estructuras de conocimiento.

### **3.2.1.2 Aprendizaje Social**

Adquisición de pautas de conducta y de conocimientos relativas a las situaciones sociales, se adquieren como resultado de las prácticas sociales y a las formas de agrupación.

1. Aprendizaje de habilidades sociales, por medio de la interacción con otras personas en el marco de un grupo social. En algunas ocasiones ciertas habilidades sociales deben ser aprendidas por medio de instrucción explícita.
2. Adquisición de actitudes o tendencias a comportarse de determinada manera con ciertas situaciones o personas. En ocasiones están condicionadas por las presiones de grupo y son las que determinan el sentido de pertenencia y la identificación de

una persona hacia el grupo. Si las actitudes son inadecuadas se utilizan mecanismos de persuasión e influencia social para lograr el cambio actitudinal.

3. Adquisición de representaciones sociales o sistemas de conocimiento social, reconstruyen la realidad de forma más estructurada por medio de modelos. La interacción social es la que nos permite llegar a estas representaciones o modelos sociales, concertados para la sociedad en la cual se vive. Si se necesita cambiar de representaciones sociales se llevará a cabo un proceso de reestructuración.

### **3.2.1.3 Aprendizaje Verbal y Conceptual**

Corresponde a información sobre hechos y datos como aprendizaje explícito, buena parte de la educación formal transmite este conocimiento.

1. Aprendizaje de información verbal, hechos y datos en la memoria, no necesariamente tiene asociado un significado. No implica comprensión sino asociación.
2. Aprendizaje y comprensión de conceptos para dotar de significado a los hechos y datos, desde un punto de vista conceptual. Comprender implica traducir o asimilar una información nueva a conocimientos previos, lo cual implica procesos mentales más elaborados y la existencia de conocimientos previos adecuados.
3. Cambio conceptual o reestructuración de conceptos previos, permite construir nuevas estructuras conceptuales para poder integrar la nueva información y los conocimientos previos. Ocurre ocasionalmente ya que es muy costoso, exigente y motivador de ansiedad; además requiere un buen soporte de lo previo para llegar a nuevas teorías.

### **3.2.1.4 Aprendizaje de Procedimientos**

Adquisición y mejora de habilidades, destrezas o estrategias para hacer algo.

1. Aprendizaje técnicas o secuencias de acciones rutinarias para alcanzar un mismo objetivo, corresponde a un aprendizaje específico para cada situación.

2. Aprendizaje de estrategias para planificar, tomar decisiones y controlar la aplicación de técnicas. Permite adaptarlas para la realización de tareas específicas, requiere reflexionar sobre la actividad y cómo hacerla más efectiva.
3. Aprendizaje de estrategias de aprendizaje: Permite llevar un control sobre cómo hacer más eficientes los procesos de aprendizaje para suplir las necesidades particulares de cada resultado perseguido. El objetivo es lograr cambiar al aprendiz pasivo por uno activo consciente, de sus potencialidades y debilidades cognitivas.

### ***3.2.2 La Taxonomía de Bloom Modificada***

Bloom<sup>39</sup> plantea dos dominios para clasificar los resultados del aprendizaje, el dominio cognitivo y cognoscitivo y el dominio afectivo.

#### **3.2.2.1 Dominio Cognitivo y Cognoscitivo**

Comprende las competencias académicas de tipo cognoscitivo y procedimental. La clasificación resulta muy útil en el momento de definir estrategias o actividades de aprendizaje, ya que va ordenando las diferentes fases según un grado de complejidad creciente. La Tabla 1 presenta una comparación entre los niveles de competencia propuestos por Bloom y una adaptación propuesta por Valero-García y Navarro, para describir la aplicabilidad de la clasificación a un caso de ingeniería.

Valero-García y Navarro exponen la incongruencia existente en muchos programas de formación en ingeniería en los cuales se privilegia la clase expositiva y el desarrollo de procedimientos únicos y cerrados, con una evaluación correspondiente en este mismo nivel. Resaltan la necesidad de proveer experiencias de aprendizaje en los cuales los estudiantes exploren y analicen diversas alternativas para resolver problemas abiertos.

---

<sup>39</sup> BLOOM, Benjamín. *Taxonomía De Los Objetivos De La Educación: La Clasificación De Las Metas Educativas*. 7 ed. Buenos Aires: Ateneo, 1979. 355 p.

**Tabla 1. Comparación de los Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos**

<b>Nivel de Competencia</b>	<b>Versión Bloom<sup>40</sup></b>	<b>Versión Valero-García<sup>41</sup></b>
Conocimiento	Recuerdo de hechos e información, sin implicar comprensión	Recuerdo de información que ha sido suministrada con anterioridad en clases, libros o materiales multimedia.
Comprensión	Habilidad para interpretar y hacer predicciones ejemplo basadas en material previamente aprendido	Capacidad para aplicar un procedimiento conocido, “receta,” para resolver un problema dado con solución única.
Aplicación	Habilidad para resolver nuevos problemas. En este nivel se aplican teorías, reglas y principios a situaciones concretas	Habilidad para elegir y ejecutar un procedimiento (o combinación de ellos) adecuado para la solución de un problema dado, que puede tener diferentes soluciones válidas
Análisis	Habilidad para identificar las partes que conforman un problema, determinar sus relaciones, distinguir información relevante de superflua y reconocer la teoría envuelta en todos los componentes	Su característica principal es que, para tomar la decisión sobre la estrategia a seguir, el estudiante debe construir un modelo que le permita caracterizar todos los elementos del problema.
Síntesis	Habilidad para reunir todos los componentes o elementos para formar un nuevo todo. En sentido amplio se refiere a la creatividad o al menos al pensamiento crítico	Su característica principal es que, para resolver el problema, el estudiante debe crear una estrategia, método o “receta” nueva.
Evaluación	Habilidad para realizar juicios basados en conjuntos de criterios. Determina el valor puesto en el material basado en su consistencia de organización y propósito	El alumno debe dar un juicio de valor (en función de criterios externos o de criterios propios) de la solución a un problema dado, entendiendo que esta solución es el resultado de un ejercicio de síntesis.

Fuente: Autor, basado en Leonard y Utz, Op. Cit. y Valero-García y Navarro, Op. Cit.

Aunque Valero-García y Navarro argumentan razonablemente que las competencias de síntesis y evaluación son superiores y típicas de procesos pedagógicos de postgrado por el carácter innovador que llevan involucrado, es posible aplicar estos niveles a

<sup>40</sup> LEONARD, Leo y UTZ, Robert. *Op. Cit.*

<sup>41</sup> VALERO- GARCÍA, Miguel y NAVARRO, Juan J. Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos en las Ingenierías. [Online]. Ponencia presentada en VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (Jenui 2001), Palma de Mallorca, España, Julio de 2001. [Septiembre 15 de 2004]. Disponible en <<http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/ProcWeb/actas2001/vaniv173.pdf>>.

situaciones de aula. Un ejemplo es el de enfrentar a los estudiantes a situaciones para las cuales no conocen una alternativa de solución y se les pida resolver el problema desde un enfoque novedoso. Naturalmente los estudiantes tienen que ser competentes en el análisis de la situación y luego estructurar posibles vías de solución, lo que constituiría un determinado nivel de síntesis.

Igualmente se favorece el nivel de competencia de evaluación cuando se les exige a los estudiantes ponderar la validez de las propuestas propias y de los compañeros a la luz de criterios como aplicabilidad, eficiencia, o economía.

### **3.2.2.2 Dominio Afectivo**

Leonard y Utz<sup>42</sup> exponen que Bloom, Krathwohl y colaboradores definieron los niveles de aprendizaje del dominio afectivo en su libro “Taxonomía de los Objetivos Educativos: Tomo II: Dominio Afectivo”. Los niveles propuestos son: Recepción, respuesta, valoración, organización y caracterización de valores complejos, los cuales se describen brevemente a continuación.

- **Recepción:** Una disposición o atención de parte del estudiante hacia el material que está siendo presentado. Se cumple en la medida que el estudiante describe, identifica, escucha, se sienta bien.
- **Respuesta:** El estudiante no solo atiende sino reacciona. De acuerdo con Bloom, la disposición o satisfacción en la respuesta puede ser indicativo de interés por parte del estudiante. Las acciones asociadas por parte del estudiante son responder, leer, saludar, desarrollar.
- **Valoración:** Sugiere un compromiso y la valoración que le da un estudiante a un objeto particular, material o conducta. Es difícil identificar las apreciaciones y valores dadas por un estudiante. Sin embargo, se pueden extraer algunas claves

---

<sup>42</sup> LEONARD, Leo y UTZ, Robert. *Op. Cit.* p 82 de 248.

sobre los valores de una persona observando su forma de actuar. Ejemplo de acciones son completar, invitar, ilustrar, explicar, justificar.

- **Organización:** Se refiere a la habilidad de reunir diferentes valores y construir un sistema de ellos. Como ejemplos plantean alterar, arreglar, combinar, generalizar, organizar.
- **Caracterización de valores complejos:** Este nivel se relaciona con el desarrollo de un estilo de vida que cubra un amplio rango de actividades de manera consistente. Se observaría en la medida que el estudiante desarrolle, cualifique, cuestione, influencie.

Se puede observar que la definición de resultados de aprendizaje en Bloom y Krathwohl todavía está demasiado cerrada a conductas directamente relacionadas con el aprendizaje de contenidos cognitivos. Los cuatro primeros niveles están enfocados completamente al acto de aprendizaje mientras que el último nivel intenta cubrir el conjunto de objetivos formativos para “la vida”.

En este sentido se puede contrastar la utilidad del enfoque de Pozo al dar una ponderación y estratificación a cada uno de los resultados de aprendizaje de manera más equilibrada. Simultáneamente con las modificaciones de Valero-García se cuenta con una escala de objetivos cognitivos más directamente aplicable a áreas de ingeniería, lo cual entraría a complementar el enfoque de Pozo.

### ***3.3 TEORÍAS DEL APRENDIZAJE***

Intentar descifrar la forma en la cual se aprende implica revisar las concepciones filosóficas que el desarrollo histórico nos ha dejado. Naturalmente entendemos la realidad ajustándonos a nuestra red de creencias acerca ella.

### 3.3.1 *Perspectivas Epistemológicas Sobre el Aprendizaje*

Pozo<sup>43</sup> plantea tres grandes corrientes para interpretar las diferentes posiciones acerca de la forma de construir conocimiento, y aunque son corrientes derivadas de tendencias filosóficas diferentes y aparentemente contradictorias nos permiten tomar elementos clave para abordar nuestra propia concepción. Nos daremos cuenta que inevitablemente el conocimiento no es algo definitivo y estático a la espera de un aprendiz, como lo sugiere el racionalismo, ni es fruto de la percepción individual, según el planteamiento empirista, porque en ese caso nunca existiría un conocimiento socialmente aceptado y fundamentalmente útil para resolver nuestras situaciones cotidianas.

La primera corriente filosófica que intenta explicar de forma directa el problema de la adquisición de conocimientos es el racionalismo; en este enfoque se considera que toda persona nace con una serie de conocimientos (ideas innatas) a la espera de ser recuperadas por medio del ejercicio de la razón. Estamos condenados a tomar el proceso de aprendizaje como recuerdo de aquello que nos fue dado antes o en el momento de nacer (tal vez por programación genética). El ejercicio de la racionalidad nos llevaría a depurar aquello verdadero de lo falso, es decir, de las sombras que nos han dado los sentidos.

En este orden de ideas, las corrientes psicológicas asociadas al racionalismo no pueden definir una teoría del aprendizaje, porque el proceso no implica construcción de conocimiento nuevo sino un redescubrir de aquel conocimiento que ya tenemos y se nos ha refundido en la memoria.

Una segunda corriente, en la cual sí se considera fundamental al proceso de aprendizaje, es el punto de vista empirista. Se opone directamente a la idea del racionalismo en el sentido de que el conocimiento innato no existe y es la misma experiencia la que nos permite ir adquiriendo un conjunto de ideas, que unidas van formando el conocimiento.

---

<sup>43</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Op. Cit.*

El enfoque empirista implica que los procesos de aprendizaje se desarrollan por asociación y que conllevan a desarrollar ideas que son reflejo o copia de la verdadera estructura del ambiente. El conductismo (asociamiento conductual) es la teoría predominante e intenta asociar estímulos con respuestas, con mecanismos asociativos como la contigüidad, la repetición, la contingencia.

Por su parte el positivismo visualiza a la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos (hechos y teorías) considerados verdaderos por estar sustentados en rigurosos procesos experimentales. Los cambios se dan exclusivamente cuando se haya producido una validación experimental a la luz de metodologías plenamente aceptadas. “Una de las tesis básicas del positivismo lógico es el dogma de unidad y universalidad del método científico.”<sup>44</sup>

Vasquez et al ubican dentro de las principales características del positivismo: 1) hace demasiado hincapié en la verificación; 2) cultiva en exceso la observación; 3) es contrario a la causación, es decir, busca relaciones antecedente-consecuente en lugar de revisar las causas de los fenómenos; 4) no da suficiente importancia a las explicaciones científicas, entre otras.

Si bien en este momento nos resulta lógico pensar que las concepciones para el desarrollo del aprendizaje están relacionadas con las escuelas filosóficas de cada época, Mellado indica que solamente hasta la década de los ochenta se empezó a incluir en los programas de formación docente la filosofía de la ciencia, razón por la cual resulta predominante las conductas de profesores asociadas a concepciones inmaduras e incontroladas sobre la naturaleza de la ciencia, en su mayor parte de tipo positivista<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> VASQUEZ ALONSO, Angel, ACEVEDO DIAZ, José Antonio, MANASSERO MASS, Ma. Antonia y ACEVEDO ROMERO, Pilar. Cuatro Paradigmas Básicos Sobre la Naturaleza de la Ciencia. [Online], Madrid: OEI, 2003. [Abril 1 de 2005]. Disponible en < <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>>.

<sup>45</sup> MELLADO JIMENEZ, Vicente. *Op. Cit.*

Dentro de las propuestas epistemológicas del siglo veinte se cuentan elementos fundamentales para el desarrollo de las teorías constructivistas y de aprendizaje significativo. Dentro de estas propuestas están el realismo crítico de Popper, y las teorías de cambio científico de Lakatos, Kuhn y Toulmin.

Popper plantea en su visión epistemológica, el realismo crítico, que las teorías científicas cambian por su falsación y no por la verificación; en este sentido ataca al positivismo por el principio de inducción, demostrando sus paradojas y falta de validez para la aceptación o el rechazo de las teorías. Mientras que para un positivista la experiencia sirve para probar, para Popper la experiencia es útil para refutar o falsear propuestas científicas.

Vásquez *et al* señalan que para realistas más recientes como Giere se encuentra un vínculo fuerte con el constructivismo, “todas las representaciones son construcciones humanas resultantes tanto de la experiencia tanto individual como social”, y “[...] Los modelos científicos son constructos humanos, pero algunos proporcionan un mejor ajuste con el mundo que otros, y se puede saber que lo hacen.”<sup>46</sup>

En sentido pedagógico, el realismo permite observar que cada aprendiz cuenta con un conjunto de experiencias previas, preconceptos y formas de entender la realidad, en la medida que reconozca las falencias de estos puntos de vista buscará nuevas formas de explicar la realidad, momento en el cual efectivamente se dará el conocimiento.

Mellado señala que para Lakatos los núcleos centrales de cada programa de investigación científica son resistentes al cambio, y que la falsación popperiana solamente lograría desvirtuar hipótesis auxiliares. El cambio científico en Lakatos se dará entonces a través de la competencia entre programas de investigación científica. La sola existencia de insatisfacción no es garantía de cambio, es necesario igualmente que las nuevas teorías sean inteligibles, plausibles y útiles.

---

<sup>46</sup> GIERE, Citado por VÁSQUEZ ALONSO, Ángel *et al. Op. Cit.*

La traducción de este cambio al entorno de aula indicaría que los estudiantes cambiarán sus paradigmas de sentido común en la medida que visualicen las ventajas de los nuevos conocimientos frente a los antiguos. La activación de conocimientos previos en cada uno de los procesos pedagógicos cobra un valor significativo por la posibilidad de contrastar directamente los presaberes con las nuevas teorías o conocimientos. Igualmente la utilidad, plausibilidad y lenguaje adecuado de los nuevos contenidos coadyuvan al desarrollo de aprendizajes más significativos.

En cuanto a Kuhn es de señalar que las teorías o paradigmas científicos cambian cuando no es posible acomodar las teorías para explicar los nuevos fenómenos que se van encontrando<sup>47</sup>. Los procesos de cambio científico no serían habituales y estarían reservados a momentos de crisis en las cuales se dará la evolución. Vásquez *et al* exponen que las propuestas de Kuhn son opuestas tanto al positivismo lógico como al falsacionismo Popperiano, ya que propone que la ciencia evoluciona de forma discontinua.

Sin embargo Mellado indica que es de resaltar en Kuhn la importancia de los aspectos personales y contextuales para el cambio científico y el carácter holístico de las teorías científicas, ya que son resultado de una actividad social y humana.

Finalmente Toulmin considera en su teoría que el proceso de desarrollo científico opera de manera análoga a los procesos evolutivos entre seres vivos; los procesos de ecología intelectual indican que las teorías interactúan dinámicamente forzando la evolución de unas y la desaparición de otras. Naturalmente en estos procesos se da la convivencia de elementos de teorías antiguas con teorías nuevas, lo cual es un indicativo de un cambio más gradual y menos traumático como los planteados por Kuhn o Popper.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> KUHN T. La Estructura de las Revoluciones Científicas. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1971.

<sup>48</sup> MELLADO JIMENEZ, Vicente. *Op. Cit.*

El evolucionismo aporta al proceso pedagógico una característica de gradualidad y de tolerancia a las diferencias. La tensión generada en los estudiantes al desvirtuarles de llenos sus presaberes, actitudes y formas de visualizar el mundo puede llegar a ser desmotivante y contraproducente. Como alternativa se tiene la evolución gradual y sistemática desde concepciones empiristas hasta visualizaciones más coherentes con el cuerpo de conocimientos que se pretende enseñar.

Finalmente Vásquez *et al* recalcan “la complejidad de la filosofía de la ciencia y ... la necesidad de ser precavidos a la hora de adoptar un marco epistemológico y las consecuencias de esta decisión para la enseñanza de las ciencias”<sup>49</sup> pues cada corriente cuenta con sus pros y sus contras y de tomarse ciegamente se podría causar mayores problemas que los que resuelve.

### **3.3.2 Teorías Psicológicas Sobre el Aprendizaje**

#### **3.3.2.1 El Conductismo**

El proceso de enseñanza-aprendizaje, para las corrientes asociacionistas, implicará presentar de la manera más fiel la realidad para que sea copiada o reproducida por el aprendiz. Es el enfoque que nos plantea un famoso comercial de hace algunos años en el cual se muestra al docente como un transmisor de conocimientos (información verbal, no necesariamente con significado) y al estudiante como un simple receptor pasivo. Si bien es cierto que en algunas ocasiones nos vemos enfrentados a la necesidad de tomar mucha información y asimilarla, no debería ser la regla de un proceso que se espera forme personas críticas y dispuestas a aportar soluciones innovadoras más que a seguir pautas de conducta profesional marcadas por la tradición.

Las bases filosóficas de la pedagogía conductista se encuentran en el empirismo y el positivismo. El empirismo plantea que todo conocimiento es adquirido a través de la

---

<sup>49</sup> VÁSQUEZ ALONSO, Ángel *et al.* *Op. Cit.*

experiencia y la percepción a través de los sentidos. El modelo de estímulo-respuesta asociado a los procesos de educación conductista estaría apoyándose en la visualización de los estudiantes como receptores de estímulos para generar respuestas determinadas. La buena educación consistiría entonces de buenas técnicas de estimulación para lograr comportamientos o desempeños deseados en los estudiantes.

Por otra parte, del positivismo se ha dicho que considera que la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos (hechos y teorías) verdaderos por estar sustentados en rigurosos procesos experimentales, con poca inclinación hacia el cambio<sup>50</sup>. Precisamente esta escasa flexibilidad de los procesos pedagógicos basados en una visualización positivista limita la efectividad de los procesos pedagógicos conductistas.

A este respecto, Pozo<sup>51</sup> plantea que el mismo desarrollo de las ciencias ha conllevado a una serie de momentos en los cuales hay necesidad de echar por tierra algunos preconceptos que nos señala el sentido común, para construir modelos más ajustados a la realidad de nuestro entorno. Las experiencias de aplicación del conductismo nos muestran que no hay una única manera de aprender según los resultados de aprendizaje esperados y que es más difícil en la medida que ya haya un conjunto de conocimientos previos por parte del aprendiz.

Si tomamos la perspectiva conductista sobre el aprendizaje estaríamos ante el dilema de encontrar un conjunto de fórmulas pedagógicas para lograr ciertas respuestas en el aprendiz, lo cual constituiría su conocimiento. Estas conductas transmitidas de docentes a aprendices tendrían como característica fundamental la de constituir un todo estático y predeterminado, conllevando a habilidades de tipo técnico y no con el tinte estratégico para enfrentar las nuevas situaciones que vive un profesional en nuestra sociedad de la información, como bien lo anotara Pozo.<sup>52</sup> El aprendizaje se reduciría al repaso puntual

---

<sup>50</sup> MELLADO JIMENEZ, Vicente. *Op. Cit.*

<sup>51</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Op. Cit.*

<sup>52</sup> *Ibíd.*

de los conceptos y ejercicios, más no a su aplicabilidad sobre situaciones concretas que se salen del molde estímulo-respuesta y del formato del ejercicio tipo.

Al margen de la discusión está la formación de ingenieros-maestros como simples tecnólogos especializados en copiar recetas para resolver situaciones pre-especificadas, se necesita con urgencia de profesionales con actitud innovadora ante la gran cantidad de posibilidades del momento actual.

### **3.3.2.2 Constructivismo**

Para el Constructivismo el aprendizaje puede ser concebido como un proceso dialéctico, en el cual el aprendiz debe enfrentar los nuevos hechos que se le presentan con un conjunto de ideas o conocimientos previos; no se puede hablar de adición de hechos, sino de la reestructuración de aquello que se creía saber con la información nueva.

El constructivismo surge como alternativa integradora acerca de los procesos de aprendizaje, y conlleva la noción de cambio o evolución para que las teorías y modelos puedan acomodarse, tanto, cualitativa, como cuantitativamente a los nuevos hechos que día a día afrontamos. Se puede pensar entonces en el desarrollo de modelos cognitivos que aporten soluciones novedosas a los diferentes problemas que se nos presentan, se pueden corregir desequilibrios.

La perspectiva constructivista responde de forma muy completa a la manera como las personas desarrollamos nuestro conocimiento; un aspecto a favor es el tener en cuenta que la historia del desarrollo de la ciencia y el conocimiento está llena de ejemplos en los cuales una persona tiene que reacomodar conceptos según la experiencia que vaya teniendo con el entorno en el cual se desenvuelve. Como se mencionó arriba las teorías del realismo crítico de Popper y de cambio científico de Lakatos, Kuhn y Toulmin fundamentan el planteamiento constructivista<sup>53</sup>.

---

<sup>53</sup> MELLADO JIMENEZ, Vicente. *Op. Cit.*

En el constructivismo se tienen diferentes alternativas de respuesta ante un nuevo conocimiento: Se puede aceptar directamente por estar en armonía con los conocimientos previos, rechazar debido a la incoherencia con las estructuras mentales del aprendiz o modificar la red conceptual para conciliar con el nuevo conocimiento. El plantear tres formas de tratamiento a las nuevas situaciones o hechos corresponde a una analogía exitosa, ya que todas las personas, desde el niño que explora su mundo hasta el científico frente a sus datos experimentales, utilizan estas formas de acomodación.

Ante un experimento con resultados extraños un investigador (niño o profesional) puede desechar los datos por considerarlos erróneos al no abordar fielmente la teoría, otro puede dar una explicación de caso especial y otro, más osado e innovador, puede crear una teoría nueva para reestructurar los conceptos.

Si nos atenemos al desarrollo individual de cada aprendiz se tiene a favor que la construcción de nuevos conocimientos se realiza sobre lo que cada persona tiene y a su propio ritmo, desarrollando nuevas herramientas conceptuales que le permiten abordar de forma diferente los futuros conocimientos. El proceso de aprendizaje se torna menos monótono y más interesante a medida se tiene la recompensa de lograr equilibrar conceptos y experiencias (la expresión de satisfacción de algunos estudiantes así lo demuestra: *“Ahhh, ahora si entiendo...”*).

Por otra parte si consideramos la clasificación de resultados de aprendizaje, consideradas en el anterior numeral, podríamos decir que las habilidades iniciales podrían ser adquiridas con relativo éxito desde un enfoque conductista sin que para esto exista explicación coherente de porqué de debe hacer algo de cierta forma. Lo que llamamos técnica es para muchas personas un conjunto de conocimientos con finalidad netamente práctica y no necesariamente constituyen una teoría, pueden ser hechos aislados para los cuales el sujeto está entrenado.

Naturalmente, cuando un investigador plantea una teoría se casa con ella y deja de lado las demás alternativas, este es el riesgo que corremos cuando nos encontramos frente al

modelo de constructivismo: Se nos ha dado la solución a todos los problemas y tendremos que sentarnos a esperar que nuestros aprendices sigan la regla de crear sus conocimientos desde este enfoque para que su aprendizaje siempre sea significativo. Lo expuesto anteriormente origina que no pocas personas tiendan a señalar y satanizar los procesos de aprendizaje asociativo, siendo en cierta forma una manera de irse al extremo.

Lo que debemos considerar es que el modelo conductista permite el desarrollo de competencias específicas en niveles determinados de las taxonomías mostradas en el numeral 3.2 y que es contraproducente para otros niveles. La tradición nos ha enseñado que tantos siglos de aprendizajes asociativos permiten un desarrollo histórico y tecnológico, de pronto más lento que los procesos activos, pero no tan negativo como se suele tildar.

### **3.3.2.3 Teoría de la Equilibración de Piaget**

Considera a la educación y específicamente al aprendizaje sistemático como una aplicación práctica de la epistemología y pretende crear una pedagogía científica llevando al campo de la educación los progresos obtenidos en la psicología infantil y genética. Para Piaget el proceso de aprendizaje se da de manera individual y sobre la estructura cognitiva del sujeto; es decir, cada dato o experiencia nueva será contrastado con el conjunto de teorías, implícitas o desarrolladas, que tenga la persona. A medida que la persona se nutre de experiencias esta estructura cognitiva (la armazón o boceto sobre el cual se trabaja) se ve enriquecida, pero en algunas ocasiones debe reconsiderarse y modificarse<sup>54</sup>.

Ante un nuevo conocimiento se pueden tomar diferentes actitudes: Si este es coherente con la estructura cognitiva propia será asimilado de forma inmediata y corresponderá a una modificación de tipo aditiva en el conocimiento de la persona; pero si el nuevo dato

---

<sup>54</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata, 1989, p, 177-191.

está en oposición con la estructura cognitiva existen dos alternativas: la primera es ignorarlo, lo cual conlleva a la suspensión del aprendizaje, por no llevar a cabo un cambio cognitivo, y la segunda es acomodar la estructura cognitiva para que esta experiencia resulte coherente con las teorías propias de la persona, esta acomodación es la que conlleva a un cambio cualitativo en la forma de interpretar la realidad y por lo tanto implica un avance significativo en el proceso de aprendizaje.

Naturalmente si se considera una reestructuración de las teorías propias del sujeto, este se verá obligado a contrastar y reinterpretar las experiencias previas y ya aceptadas para lograr contar con una estructura coherente y por lo tanto el cambio cognitivo conlleva un costo elevado debido a la reestructuración o búsqueda de equilibrio que se da.

Si nos atenemos a la definición de Piaget, hay necesidad de crear un nuevo término para definir el aprendizaje de tipo aditivo, ya que él define que sólo hay aprendizaje cuando hay una reestructuración de la estructura cognitiva, es decir solamente hay aprendizaje para Piaget cuando se logran los resultados de aprendizaje del tercer tipo o de cambio conceptual.

Teniendo en cuenta lo anterior, el enfoque constructivista de Piaget nos presenta una alternativa mucho más atractiva, debido a que el aprendiz de ingeniería constituye un sujeto bastante activo que contrasta las nuevas experiencias con su estructura cognitiva precedente, al presentársele nuevos materiales de estudio se llevarán a cabo los procesos de asimilación o acomodación para lograr el equilibrio del cual habla Piaget, sin embargo no podemos aceptar a rajatabla la suposición de que el conocimiento se va formando de manera independiente en cada persona: Los conceptos y procedimientos de la matemática e ingeniería constituyen un todo que debe ser coherente por completo, puede diferir el proceso de construcción de significado, pero siempre se deberá tener el mismo concepto de “función” o de “valor absoluto”.

La principal desventaja que le encuentro al constructivismo de Piaget es la de considerar que el proceso de aprendizaje es netamente individual y espontáneo; si se toma esta

posición de Piaget nos encontraríamos en una sociedad en la cual muy pocos dominarían habilidades no necesarias debido a la falta de acompañamiento en el proceso de aprendizaje; en pocas palabras si el proceso debe ser individual y espontáneo deberíamos regresar a la época de los sabios anacoretas.

#### **3.3.2.4 Teoría Sociocultural de Vigotsky**

La teoría de Vigotsky es atractiva por el carácter social que le imprime, no se puede apoyar ciegamente el postulado de Piaget, de no-intervención en el proceso de aprendizaje, porque sino no hubiésemos llegado al actual desarrollo científico y tecnológico.

Las mediaciones de las cuales habla Vigotsky son precisamente las que nos han llevado a transformar nuestro entorno material, social o conceptual. Estas mediaciones entre estímulo-respuesta permiten llevar a cabo procesos para dar una respuesta ante un estímulo de manera condicionada: Mientras las herramientas son aquellos elementos modificadores de la realidad y constituyen la vía para en lugar de adaptarnos a la naturaleza, adaptarla a ella; los signos son los elementos modificadores de la estructura cognitiva del sujeto y son los que permiten desarrollar un aprendizaje en la persona.

Una teoría no cambia el mundo (es signo), cambia la concepción que tenemos de él, pero la aplicación de la teoría al desarrollo de un equipo (herramienta) conlleva a la modificación del entorno: Una cosa es explicar porqué el ojo es un órgano sensitivo a la luz que tiene lentes y permite la formación de una imagen invertida en la retina (signos) y otra es crear una cámara fotográfica para realizar una función análoga o diseñar unos lentes para mejorar la visión (herramienta).

La perspectiva Vigotskiana conlleva a la creación de signos que nos permitan representar la realidad que se nos presenta. “El proceso desde el exterior hacia el interior es un proceso de transformación o internalización de las acciones externas o sociales en

acciones internas o psicológicas”<sup>55</sup>: desde el problema práctico presentado al aprendiz por parte del docente o del texto hasta la concepción íntima por parte del sujeto que aprende; si este proceso es eficaz se contará con signos y herramientas adecuadas para poder enfrentar con éxito los problemas que se lleguen a presentar.

### **3.4 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

“El aprendizaje significativo ha sido siempre uno de los principales objetivos de la educación, y difiere de las formas más simples de aprendizaje en que supone un entendimiento mientras que los otros se preocupan solo en un cambio comportamental.”<sup>56</sup> Decir que se ha logrado el aprendizaje significativo implica que el estudiante ha logrado construir significado o sentido a partir de las experiencias de aprendizaje, “ha formado relaciones viables entre ideas, conceptos e información.”<sup>57</sup> Jonassen *et al* consideran que esta característica del aprendizaje se logra cuando los estudiantes “saben cómo reconocer y resolver un problema, están en capacidad de comprender nuevos fenómenos, construyen modelos mentales para estos fenómenos, y dada una situación plantean metas y regulan su propio aprendizaje.”<sup>58</sup>

La construcción de aprendizajes significativos es descrita por Fardanesh en tres etapas ampliamente aceptadas en la actualidad: Una primera fase en la cual se tiene el enfrentamiento a la nueva información o contenidos, en esta fase se utilizan formas relativamente simples de aprendizaje (aprendizajes verbales, nemotécnicos, etc.). Luego

---

<sup>55</sup> POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. *Op. Cit.*

<sup>56</sup> FARDANESH, Hashem. Learning Theory Approaches and Teaching Methods. *British Journal of Educational Technology*. Vol 33. Number 1 2002. p. 95-98. Base de Datos ERIC. Agosto 5 de 2005. p. 95.

<sup>57</sup> WILLIAMS, Karen A. y MAREK, Edmund A. Ausubel and Piaget: A contemporary investigation. 2000. Base de Datos ERIC. [Agosto 5 de 2005]. Disponible en [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content\\_storage\\_01/0000000b/80/10/e9/29.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_storage_01/0000000b/80/10/e9/29.pdf). p. 3 de 18.

<sup>58</sup> JOHANSEN, David H., *et al.* Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective (2nd ed.). Upper Sade River, NJ: Merril Prentice Hall, 2003. p. 6 de 256.

en una fase intermedia el estudiante empieza a ver relaciones y similitudes entre las diferentes piezas de información para eventualmente formar estructuras y redes de orden superior. Finalmente las estructuras formadas en la fase intermedia son integradas y manejadas autónomamente, esta fase se enfoca a la resolución de problemas y a la aplicación de los nuevos aprendizajes. Igualmente menciona que estas fases están en concordancia con las fases de acumulación, afinado y reestructuración propuestas por Rumelhart y Norman (1978). Cada uno de las etapas requerirá estrategias didácticas diferentes para lograr su cometido, por lo tanto Fardanesh indica que las teorías de aprendizaje, conductista, cognitiva y constructivista, aportan elementos de utilidad para abordarlas.

#### **3.4.1 Características**

Jonassen *et al* proponen cinco características para que se dan el aprendizaje significativo: Es activo, constructivo, intencional, auténtico y cooperativo. Por su parte Fardanesh recalca que otras características del aprendizaje significativo son la de ser activo, constructivo, orientado, autorregulado y acumulativo.

- **Activo:** En la medida que los estudiantes estén participando activamente del proceso de aprendizaje lograrán resultados mucho más duraderos en su aprendizaje. El aprendizaje como actividad humana es un proceso natural y adaptativo realizado por las personas porque lo necesitan o lo quieren. Los procesos de aprendizaje naturales involucran un alto grado de actividad por parte de la persona quien interactúa con su medio ambiente, manipula los objetos del medio ambiente, observa los efectos de su intervención y construye su propia interpretación de los fenómenos. “El aprendizaje significativo requiere que los aprendices estén activamente involucrados en tareas significativas en las cuales puedan manipular objetos y parámetros del ambiente en el que trabajan y observar el resultado de sus manipulaciones.”<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> *Ibid.* p. 7 de 256.

- **Constructivo:** Además de la vinculación activa del estudiante es necesario que las experiencias provean discrepancias que el estudiante se vea motivado a conciliar lo que observa con lo que entiende. Estas incongruencias son las motivadoras de la construcción de significados porque son las que propician la reestructuración de la red cognitiva previa. La característica acumulativa está directamente relacionada con la construcción de conceptos cada vez más incluyentes y en armonía con toda la red cognitiva previa.
- **Intencional u orientado hacia metas:** Si se especifican los resultados de aprendizaje deseados y se plantean las metas los estudiantes trabajarán de forma más comprometida por el cumplimiento de la misma. Adicionalmente, en la medida que los nuevos aprendizajes resuelvan necesidades sentidas como tales por los estudiantes su grado de vinculación sería mucho mayor.
- **Auténtico:** Los procesos de aprendizaje que involucran problemas en los contextos de la vida real estarán en mejor capacidad de utilizar sus competencias que quien solamente se ha recibido situaciones depuradas. La sobre simplificación de las situaciones de aprendizaje es uno de los elementos que resta vinculación con la realidad a los aprendizajes y por lo tanto disminuye la significatividad.
- **Colaborativo:** Como lo planteó Vigotsky, los procesos de aprendizaje son eventos sociales; si los estudiantes discuten, negocian, buscan alternativas dentro de un colectivo estarán desarrollando conocimientos más significativos. Igualmente se estarán preparando para una realidad profesional cada vez más enfocada a la búsqueda de metas colectivas y no individuales. Los grupos de aprendizaje y de interacción en la vida diaria contrastan ampliamente con la tendencia tradicional de exigir que los aprendizajes se den individualmente.
- **Autorregulado:** Los estudiantes estratégicos o autorregulados están en mejor disposición de tomar decisiones que los lleven a la formación de conexiones entre los aprendizajes previos y los nuevos contenidos. Su disposición para detectar huecos conceptuales y tratar de buscar conciliaciones entre los diferentes elementos los lleva a mejores resultados en sus procesos de aprendizaje.

### 3.4.2 Condiciones

Abarca<sup>60</sup> señala que a partir de las ideas de Toulmin (1977) sobre filosofía de la ciencia, Posner *et al* identifican tres condiciones para lograr el cambio conceptual:

1. Debe producirse insatisfacción con los conceptos existentes.
2. Debe contarse con una concepción inteligible que debe llegar a ser plausible, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno y
3. Debe ser potencialmente fructífera, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación.

Por otra parte se tiene el condicionamiento del carácter social del proceso educativo. La eficacia de este está íntimamente asociada a los elementos lingüísticos utilizados, ya que todas las funciones superiores se originan en actividades sociales. En la medida que los actores del proceso educativo utilicen lenguajes cercanos y correspondientes se logrará un mayor entendimiento, situación que se ve ausente en el docente preocupado por la tecnicidad de su lenguaje y la pureza de su discurso que se hace inalcanzable para los aprendices.

En segunda instancia, resulta fundamental contar con un mínimo de conocimientos y habilidades por parte del aprendiz para abordar con éxito la tarea que le representa el aprendizaje, se observa que hay algunos casos de marcado analfabetismo matemático, lo cual conlleva a la falta de asimilación de los nuevos materiales. Las nivelaciones bien llevadas y las actividades de tipo taller son alternativas adecuadas si se cuenta con tiempo por parte del aprendiz y del orientador (en muchos casos no se toma conciencia de la necesidad de invertir tiempo y esfuerzos para continuar con una mejor disposición).

Por otra parte los esfuerzos en el tema de comunicación no serían aprovechados de forma que generen aprendizaje significativo si no se cuenta con material potencialmente

---

<sup>60</sup> ABARCA FERNÁNDEZ, Ramón R. Teoría del Aprendizaje Constructivista [Online]. Madrid: Abedul, 2001. [10 de junio de 2005]. Disponible en < <http://www.ucsm.edu.pe/rabarcaf/taco00.htm> >.

significativo (planes de estudio con material intencionado y sustancialmente relacionable) y con actitudes y aptitudes favorables por parte del aprendiz<sup>61</sup>.

### **3.4.3 Propuestas**

Para lograr cumplir la primera de las condiciones es labor del docente ser coherente durante la planeación curricular: Las asignaturas básicas no deberían estar desligadas de su utilidad potencial, podrían incluir tópicos o ejemplos de aplicación que motiven a los estudiantes a integrar estas nuevas herramientas para utilizarlas eficientemente y al mismo tiempo retar a buscar la actitud crítica y dialéctica entre los materiales nuevos y la estructura cognitiva previa.

Simultáneamente, es necesario estimular a los estudiantes para que no memoricen fórmulas, algoritmos o procedimientos sino que busquen su significado, lo adecuen con su red cognoscitiva y elaboren las teorías sobre un todo coherente. Por ejemplo, sólo en la medida que el estudiante de álgebra entiende la multiplicación y la interioriza puede llegar a comprender las “caprichosas” leyes de la factorización (Son 10, 12 ó solo 6???) la idea es no saberlas como el decálogo de Baldor sino ir denotando cada una de las situaciones de manera exitosa. Si se le indaga a un excelente estudiante en tercer nivel de ingeniería no dirá más de cinco normas de factorización, pero logrará sortear aquellas que no logra explicitar.

Dada la alta disponibilidad de equipos de cómputo la memorización como estrategia de aprendizaje ha sido desplazada. Los procesos evaluativos podrían permitir el uso de algunas tablas y resúmenes, persuadiendo a los estudiantes más que al acto repetitivo a enfrentarse a situaciones que los reten en el proceso de aprendizaje y a la consolidación de estructuras cognitivas cada vez más evolucionadas.

---

<sup>61</sup> AUSUBEL, D; NOVALK, J; HANESIAN, H. Psicología Educativa: Un Punto De Vista Cognoscitivo. 2 ed. México: Trillas, 1989. p. 46-70 de 623.

Los docentes, como actores fundamentales en la formación de aprendices eficaces y conscientes de su evolución, están condicionados a revisar los resultados de aprendizaje que se desea formar en los estudiantes. Luego se debe seleccionar según estos resultados y el nivel de desarrollo de los aprendices el enfoque más adecuado para lograr conocimientos significativos e integradores. Por último, los métodos de evaluación deben ser coherentes con las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se estén utilizando.

Finalmente Fardanesh indica que muchos investigadores educativos sugieren la utilización de diferentes enfoques de enseñanza según el nivel de cada uno de los estudiantes: comportamentales para estudiantes en etapas elementales y cognitivas y constructivas para estudiantes intermedios y avanzados. Recalca:

Cada enfoque instruccional tiene su lugar, la real tarea de los educadores es: 1) conocer en mayor detalle cada uno de los modelos instruccionales; 2) familiarizarse con las fases del aprendizaje significativo y su desarrollo cualitativo y cuantitativo; 3) reconocer que cada aprendiz, dependiendo de su familiaridad con el objeto de aprendizaje puede estar en una fase específica de aprendizaje y por lo tanto requiere de un enfoque de enseñanza-aprendizaje diferente; 4) evitar la selección de enfoques de enseñanza y aprendizaje basadas exclusivamente en perspectivas epistemológicas, en su lugar, considerar el ajuste entre las perspectivas epistemológicas, la fase en la cual se halle el aprendiz y los objetivos de aprendizaje. El objetivo final es potencializar el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes y ninguna filosofía o enfoque conductista, cognitivo o constructivista debe ser vista como suficiente.<sup>62</sup>

---

<sup>62</sup> FARDANESH, Hashem. *Op. Cit.* p. 97.

## ***CAPÍTULO 4. DISEÑO CURRICULAR DE SISTEMAS DE CONTROL PARA INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA***

La implementación de procesos de pedagógicos favorecedores del aprendizaje significativo y del desarrollo de las competencias profesionales requeridas parte del adecuado diseño y planeación del acto educativo. Si bien los teóricos de diseño curricular difieren sobre el concepto y el enfoque que se le debe dar, todos coinciden en la necesidad de reflexionar profundamente sobre qué se quiere desarrollar en los estudiantes, cómo se va a hacer y en qué se fundamenta la elección.

El presente capítulo ofrece un acercamiento al diseño curricular, para delimitar la hoja de ruta para la asignatura sistemas de control. En la primera parte se revisarán algunas consideraciones generales sobre currículum, luego se expondrá la investigación-acción en el aula como una herramienta de mejora pedagógica y finalmente se presentará el planteamiento curricular para sistemas de control.

### ***4.1 FUNDAMENTOS***

Es necesario tener claridad sobre la diversidad de enfoques para definir y analizar el currículum. En esta sección se expondrá la dificultad para llegar a una definición de currículum, las diferentes componentes del currículum, el proceso de planeación, los principios a tener en cuenta y las tendencias curriculares detrás de esta controversial y fundamental área.

#### ***4.1.1 Concepto de Currículo***

Cada uno de los profesionales dedicados a la docencia universitaria maneja un concepto de currículum y este está asociado a una o varias tendencias que conllevan el sentido que se

le da al proceso educativo. De hecho Posner<sup>63</sup> plantea que entre los docentes se manejan hasta siete diferentes concepciones de currículo:

1. Orientación y secuencia: Corresponde a la descripción de currículo como una matriz de objetivos asignados en sucesivos niveles (secuencia) y agrupados de acuerdo a un tema común (orientación). En esta concepción lo fundamental es la definición de lo que se espera del proceso pedagógico más que cómo se va a lograr.
2. Plan del curso (*syllabus*): El plan para un curso completo, típicamente incluyendo objetivos o propósitos del curso, temas, recursos y evaluación. En resumen expone tanto las salidas como los medios didácticos del curso.
3. Planteamiento de contenidos: Una lista de tópicos cubiertos organizados por tema y subtemas.
4. Estándares: A pesar de no reconocerse directamente como currículo, si aportan elementos importantes en su definición. Para el caso de formación profesional los estándares corresponden a los listados de mínimas competencias o habilidades que debe tener el profesional en cada área. Para nuestro caso los exámenes de calidad de la educación superior (ECAES) reciben la valoración de este tipo e incluso algunas modificaciones curriculares tienden a atender las áreas propuestas por ellos. En ingeniería los lineamientos de ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) juegan un papel importante por su vinculación con la certificación internacional de programas.
5. Libros de texto: Para algunos cursos el elemento delimitador del currículo es el libro de texto, seguido fielmente por el docente y los estudiantes debido a la reputación del autor. La existencia de material didáctico complementario por parte de la editorial acentúa en ocasiones esta costumbre.
6. Plan de estudios: Posner hace la aclaración que etimológicamente curso y currículo provienen de la misma raíz latina *currere*, razón por la cual el currículo

---

<sup>63</sup> POSNER, George J. *Analyzing the curriculum*. 3 ed. Boston: McGraw Hill, 2004. 294 p.

es primariamente entendido como el curso de acción o el conjunto de cursos que debe tomar un estudiante para cumplir una meta académica (en este caso la formación profesional). En esta definición “la educación es un caminar con un destino determinado”<sup>64</sup>.

7. Experiencias planteadas: En esta visualización del currículo se considera, más que un conjunto de contenidos o propósitos, toda la gama de experiencias vividas por los estudiantes en su entorno académico.

Posner termina concluyendo que no hay definición de currículo políticamente neutral porque cada una de ellas tiene implicaciones sobre las funciones que cumple y el nivel de condicionamiento de la experiencia de aula.

Para el caso de educadores en áreas tecnológicas normalmente nuestra preocupación inicial está centrada en contenidos, es decir, se tiende a confundir el currículo con los contenidos del curso o plan de estudios, se considera que a través de la enseñanza de contenidos se puede formar profesionales competentes. Sin embargo el día a día y la reflexión constante nos permite descubrir que cada estudiante es una persona y ser social que se ve afectado positiva o negativamente por cada una de las experiencias que le brindemos dentro de los espacios de formación universitaria.

Una definición de currículo conciliadora correspondería a la complementación de las concepciones de orientación y secuencia, plan de estudios, plan de curso y experiencias planteadas. En la medida que estén delimitadas las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales a formar en el futuro profesional, los recursos con los que se cuenta, los medios para lograr el cometido y el tipo de experiencias que se planea brindar a los estudiantes se tendría el marco de trabajo para asegurar la verdadera formación de profesionales.

---

<sup>64</sup> *Ibid.* p. 11.

## **4.1.2 Componentes Del Currículo**

Teniendo en cuenta la complejidad de los procesos didácticos y la dificultad de definir el currículo, Posner plantea la existencia de cinco currículos diferentes. Con estos cinco tipos se estaría logrando una visión más integral de la realidad educativa. Los cinco componentes del currículo son el oficial, el operacional, el oculto, el nulo y el extracurricular.

### **4.1.2.1 Currículo Oficial**

Es el currículo documentado o escrito en los diferentes formatos institucionalmente reconocidos. Estos formatos pueden ser planes de estudios, guías curriculares, estándares, listas de objetivos o competencias a formar, planes de asignaturas, o contenidos de cursos. Dependiendo de la institución, el programa o el docente este documento puede ser muy general o muy específico en la delimitación de las metas de formación y los medios para alcanzarlos.

### **4.1.2.2 Currículo Operacional**

Corresponde a lo que efectivamente se da en las experiencias didácticas de los estudiantes, es decir lo que realmente es el programa o curso. Por una parte está compuesto por los contenidos enseñados y metodologías empleadas por el docente, ya que diferentes profesores pueden dedicar más o menos tiempo a determinados contenidos o diferir en la forma de propiciar los aprendizajes. En segundo término entra en juego lo que realmente se considera importante que aprenda el estudiante, esto está indicado por la forma de evaluación y las competencias que se tienen en cuenta para la misma.

Por lo general existe poca correspondencia entre el currículo oficial, el enseñado y el evaluado. Por ejemplo, mientras el currículo oficial indica que se espera que el estudiante esté en capacidad de implementar el control a un sistema, el tiempo de clase se puede ir en analizar y plantear soluciones teóricas al problema y la evaluación se puede centrar en encontrar una ecuación que no siempre tiene significado para el estudiante. Posner explica que la razón para esta falta de concordancia está en que “los profesores

tienden a interpretar los documentos a la luz de su propio conocimiento, creencias y actitudes.”<sup>65</sup> En algunas ocasiones el riesgo es que los profesores que no estuvieron involucrados en el planteamiento curricular, preocupados al tiempo por una valoración positiva de los estudiantes decida hacer tratos con los estudiantes para disminuir trabajos o implicaciones fundamentales del plan. “Esto transforma tareas significativas y retadoras en tareas rutinarias, libres de riesgo y convierte el aprendizaje de pensamiento crítico en la memorización de hechos y desarrollo de habilidades de baja exigencia mental.”<sup>66</sup>

#### **4.1.2.3 Currículo Oculto**

Aunque no es oficialmente reconocido por los directivos, planificadores o profesores juega un papel incluso más fuerte en la educación de los estudiantes por su impacto y duración. Está íntimamente relacionado con el conjunto de valores y normas de la institución o entorno académico.

Las concepciones sobre honestidad académica, ética profesional, manejo de decisiones dentro del departamento, tratamiento de situaciones delicadas o recomendaciones recurrentes de los docentes pueden calar más hondo en la forma de actuar de los estudiantes. Así como se dice que se puede reconocer de qué tipo de colegio egresó un estudiante que llega a la universidad por sus actitudes y comportamiento, los profesionales de cada universidad y cada escuela comparten una especie de herencia académica y profesional que los identifica. Si es nuestro deseo formar profesionales con determinado perfil, lo más coherente es brindarles las experiencias y oportunidades para que desarrollen esas actitudes y competencias.

Por ejemplo, un aspecto fundamental en todo profesional es contar con excelentes habilidades de comunicación y liderazgo. En la medida que los docentes seamos líderes en nuestras áreas profesionales, escribamos, publiquemos y divulguemos eficientemente

---

<sup>65</sup> *Ibid.* p. 13.

<sup>66</sup> *Ibid.* p. 13.

lo que se hace al interior de la escuela se estará promoviendo el valor de estas dos cualidades. Igualmente el apoyo o desdén mostrado a las iniciativas de los estudiantes puede causar un efecto significativo en este aspecto.

#### **4.1.2.4 Currículo Nulo**

Consiste de todas aquellas materias, contenidos o competencias no enseñados y para los cuales la única consideración que se hace es *porqué* estos aspectos son ignorados. El análisis cuidadoso de los contenidos del currículo nulo y las razones por las cuales no se atienden en el currículo están directamente relacionados con las tendencias curriculares detrás de cada propuesta, nos comenta Posner.

#### **4.1.2.5 Currículo Extra**

Corresponde a todas aquellas experiencias por fuera del currículo oficial o plan de estudios. Su cualidad fundamental es la de ser voluntario por naturaleza y asociado a los intereses de los mismos estudiantes. Posner aclara que no es oculto en la medida que es una dimensión claramente reconocida en la experiencia escolar. De manera similar al currículo oculto juega un papel importante para la formación. Aspectos como competitividad, grado de participación de los integrantes de la comunidad académica y facilidades para la representación institucional en eventos deportivos o artísticos son mensajes directos a los estudiantes de lo que le es privilegiado o importante.

Posner finaliza recalcando que ante la realidad de tener planeado solamente el currículo oficial y los efectos de los demás componentes sobre la formación de los estudiantes es de suma importancia monitorear cómo están influyendo cada uno de los demás componentes curriculares. Si hay una marcada influencia del currículo oculto o el extracurricular, el acontecer diario y la formación de los estudiantes van por un camino muy diferente del que está en el papel, que normalmente es la muestra de excelencia.

### **4.1.3 La Planeación Curricular**

A pesar de que la responsabilidad de hacer la planeación curricular recae principalmente en los docentes y autoridades académicas, su efectividad y aplicabilidad se dan en la medida que surja a partir del diálogo productivo con la comunidad que se ve afectada por él. “Un currículo es parte de un diálogo continuo entre personas con diferentes creencias e ideales sobre la educación y, en particular, diferentes creencias acerca de lo que la gente debe aprender en la escuela.... [Es] el producto de un grupo de personas enfrentadas con una serie de decisiones técnicas, económicas y políticas, guiados y restringidos por sus propios sistemas de creencias...”<sup>67</sup>

En consecuencia, todo diseño curricular debe ser el resultado de un trabajo mancomunado por parte de los directivos, docentes, estudiantes, egresados y comunidad objetivo para generar como resultado un estilo de vida académica ajustada a criterios democráticos y útiles para la sociedad. Por otra parte es bien conocido que la mejor forma para que las cosas no se hagan es dejar dispersa la responsabilidad. Por tanto, es necesario crear un núcleo de trabajo comprometido que aborde los diferentes estamentos y lidere el proceso de definición curricular para hacerlo real y pertinente.

Si bien es un verdadero reto hablar de establecimiento de proyectos educativos y curriculares como resultado de trabajo en equipo y que induzcan a una efectiva colaboración y coordinación entre el profesorado, es necesario reconocer que es la única vía por medio de la cual formaremos profesionales para un entorno tan cambiante como el actual. De lo contrario, los esfuerzos por decreto “fallarán por intentar cambios en las aulas, que los profesores, habiendo estado ausentes en el desarrollo de los nuevos currículos, serán reacios a tratar de implementarlos.”<sup>68</sup>

---

<sup>67</sup> *Ibid.* p 33.

<sup>68</sup> WALKER, Decker F. *Fundamentals of Curriculum: Passion and Professionalism*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. p. 51 de 335.

El compromiso institucional juega un papel fundamental para poder llevar a feliz término un proyecto curricular para la autonomía, es de esperar que cuando un docente o grupo de docentes utilizan estrategias novedosas y creativas los estudiantes plantean la inquietud de porqué con aquel o tal profesor es diferente la situación. Si como institución no acatamos los lineamientos de apertura a la pedagogía dialógica, al debate, a la utilización de espacios alternativos para la pedagogía acabaremos, como lo menciona Pozo, derrotados ante los más atractivos medios de transmisión de información, aunque no sean formativos de los profesionales que necesita la sociedad.

Uno de los esquemas de planeación curricular más extendidos por más de cincuenta años corresponde al modelo de Ralph Tyler<sup>69</sup>. En la propuesta de Tyler se cuenta con cuatro preguntas orientadoras de la reflexión curricular:

1. ¿Qué propósitos educacionales deben perseguirse en la escuela o departamento?
2. ¿Qué experiencias educacionales podrían ser proveídas para la consecución de estos propósitos?
3. ¿Cómo se pueden organizar efectivamente estas experiencias?
4. ¿Cómo se puede determinar si estos propósitos fueron alcanzados o no?

Leo Bradley<sup>70</sup> clarifica que una interpretación del currículo de Tyler sugiere que las fuentes para la solución de estas preguntas residen en las necesidades de los aprendices, las materias de importancia para los especialistas y los valores de la sociedad.

Plantea que se debe partir de las necesidades de los estudiantes, considerando qué tan cercanos están al estudiante típico que se supone en los libros de texto o materiales disponibles, o qué características los hacen especiales y requieren ser atendidas. A este respecto se puede identificar que generalmente se desea que el estudiante ingrese a nuestro curso de ingeniería sabiendo leer y escribir críticamente, que sus herramientas

---

<sup>69</sup> POSNER, George J. *Op. Cit.* p 16.

<sup>70</sup> BRADLEY, Leo H. *Curriculum Leadership: Beyond Boilerplate Standards*. Lanham, MD: ScarecrowEducation, 2004. p. 69 de 157.

matemáticas sean adecuadas y sólidas o que sea competente para manejar equipo de medición electrónica. Si esto no se está cumpliendo como lo deseamos para los estudiantes que ingresan, más que culpar a las etapas previas se debería responder la pregunta ¿de qué forma planteo tareas de aula que propicien el cubrimiento de los temas de mi asignatura y el fortalecimiento de alguna de las competencias antes mencionadas en cierto nivel?

Por otra parte es necesario considerar la visión de los expertos sobre las competencias que se deben educar. En este sentido cobra vigencia el valor de tener a los docentes directamente vinculados con los procesos de definición curricular y no dejar la tarea al especialista en “currículo,” quien al fin de cuentas es un asesor metodológico. Debido a que normalmente los docentes están en cierta forma distanciados de la realidad empresarial y profesional es de suma importancia propiciar el diálogo con los posibles empleadores, mantener el vínculo con las sociedades de profesionales y revisar constantemente las opiniones de los expertos nacionales e internacionales en el área.

Finalmente Bradley plantea que la correlación de los valores de la sociedad con el desarrollo curricular puede ser todo un desafío si hay divergencia entre la sociedad y el colectivo de docentes. La discusión permanente sobre los valores subyacentes en el modelo pedagógico y su poder de transformación de la sociedad cobra una amplia vigencia. Los procesos de identificación de valores esperados por la sociedad o la escuela resultan fundamentales en este último punto.

Tal como se plantea, el modelo de definición lineal del currículo de Tyler es de utilidad porque permite partir del profesional deseado y requerido por la sociedad para ir definiendo luego las estrategias, ambientes, cursos, métodos pedagógicos y de evaluación que sean más adecuados. Sin embargo, como varios críticos de Tyler han señalado, es fundamental tener en cuenta la utilidad de regresar cuantas veces sea necesario a redefinir las preguntas anteriores en cualquier momento que se encuentren dificultades o incoherencias en el diseño.

A este respecto Leo Bradley puntualiza la necesidad de visualizar el currículo como un proceso circular, en mejoramiento continuo, agregando como pregunta de cierre “¿estamos esforzándonos para mantener una relación dinámica (holística) y de pensamiento sistémico sobre las actividades curriculares definidas en las primeras cuatro preguntas por medio de la reformulación y re-respuesta a estos interrogantes?”<sup>71</sup>

La redefinición y visualización crítica de los objetivos de formación planteados en el currículo, de las experiencias y los métodos de evaluación aseguraría una correlación más cercana entre el currículo oficial y el operacional e incluso sacar a la luz elementos ocultos o nulos. En la medida que se logre el dinamismo planteado por Bradley a la luz de las necesidades de la sociedad, de los medios con los cuales se cuenta, de la retroalimentación dada por los egresados y de la atención a las características de las nuevas generaciones se podrá decir que estamos formando profesionales para servir a la sociedad con liderazgo y competencia.

#### ***4.1.4 Principios Curriculares***

John McNeil<sup>72</sup> indica que los cinco principios para el desarrollo de experiencias de aprendizaje propuestos por Tyler son: Práctica apropiada, satisfacción, éxito, múltiples enfoques y múltiples resultados.

##### **4.1.4.1 Práctica Apropiada**

Indica que las oportunidades de aprendizaje deben favorecer directamente el desarrollo de las competencias deseadas. Por ejemplo, si se espera que el estudiante esté en capacidad de resolver problemas lo más adecuado es que él mismo tenga la oportunidad de enfrentarse a problemas durante sus actividades de clase.

---

<sup>71</sup> *Ibid.* p. 18 de 157.

<sup>72</sup> McNEIL, John. Curriculum: A Comprehensive Introduction. 5 ed. New York: HarperCollins College Publishers, 1996. 466 p.

Para el caso de competencias procedimentales es muy importante que los estudiantes realicen las actividades que se espera que estén en capacidad de ejecutar. Si no es posible que los estudiantes se enfrenten a la situación profesional típica se puede hacer uso de simulaciones o entornos virtuales.

#### **4.1.4.2 Satisfacción**

Las oportunidades de aprendizaje deben ser satisfactorias para los estudiantes, “a menos que los estudiantes disfruten del proceso, ellos no cruzarán fronteras inesperadas”<sup>73</sup>. Estas satisfacciones pueden surgir de diferentes maneras: del éxito en sus diferentes tareas de aprendizaje, de la tendencia natural a resolver enigmas, de la interacción con otros, o de la confluencia de diferentes campos temáticos o actividades.

Diseñar experiencias de aprendizaje satisfactorias para los estudiantes no implica reducir el rigor o hacer de la clase un circo. Implica conectar sus expectativas, madurez personal y cognitiva, metas de aprendizaje y estilos de aprendizaje. Igualmente es necesario preparar a los estudiantes para ambientes de desempeño profesional no siempre ajustados a sus estilos cognitivos y de trabajo.

Un ejemplo en ingeniería lo constituyen los concursos de robótica móvil: Más que esperar que los estudiantes fabriquen y vendan robots se les está dando la oportunidad de aplicar los conceptos de diversas áreas de su formación en problemas de dificultad variable y con una componente altamente lúdica.

#### **4.1.4.3 Éxito**

Requiere determinar si la actividad de aprendizaje está dentro del rango de posibilidades de los estudiantes. McNeil indica que los conocimientos previos de los estudiantes son cruciales, por lo tanto resulta fundamental diseñar experiencias de aprendizaje que

---

<sup>73</sup> *Ibid.* p. 150.

conecten experiencias previas y prerrequisitos con tareas críticas. En otras palabras, es importante enseñar en la zona de desarrollo próximo de Vigotsky.

Por otra parte McNeil expone el trabajo de Sheila Tobias, quien encontró dentro de los factores determinantes del bajo éxito en el aprendizaje de las matemáticas: 1) falta de un adecuado conocimiento previo o marco de trabajo; 2) enseñanza enfocada a “demostrar” formalmente más que a entender (para nuestro caso el objetivo del matemático es diferente al del ingeniero); 3) clases desarrolladas linealmente, por lo cual una simple distracción hace perder definitivamente el hilo; 4) los estudiantes necesitan pensar sobre ideas; 5) algunas palabras pueden causar confusión; 6) los estudiantes muchas veces están interesados en los *porqué*, mientras los docentes en el *cómo*.

#### **4.1.4.4 Múltiples Enfoques**

Consiste en buscar diferentes tipos de actividades para conseguir un mismo propósito. McNeil señala la creatividad como uno de los aspectos más gratificantes de la docencia. Sin embargo normalmente los docentes utilizamos solamente ejercicios de papel y lápiz o seguimos al pie de la letra el libro de texto. El uso de simulaciones, proyectos, visitas técnicas abre el panorama a actividades de aprendizaje más variadas.

#### **4.1.4.5 Múltiples Resultados**

Toda actividad de aprendizaje generará diferentes resultados porque cada estudiante interpreta y aplica lo aprendido en función de sus expectativas, conocimientos previos y habilidades. Resulta prioritario considerar qué resultados o conexiones pueden llegar a surgir de la experiencia de aprendizaje y monitorearlos para entender más de cerca cómo aprenden los estudiantes.

Cada una de las asignaturas de ingeniería se conecta con las demás y con temas de interés para los estudiantes. Por ejemplo, el estudio de los filtros en electrónica, simultáneo con el diseño de controladores ofrece una oportunidad para conectar los campos temáticos. Igualmente los criterios de implementación de un sistema de control pueden ser

contrastados con los de un sistema de comunicación; mientras para este es fundamental la fidelidad, para el primero es relegada por la importancia de la estabilidad.

#### **4.1.5 Tendencias Curriculares**

En la medida que cada currículo corresponde a una elección sobre cómo desarrollar la educación, está profundamente influenciado por las concepciones de quienes lo desarrollan y la formulación del problema curricular.

Cada tendencia curricular es el resultado de una serie de asunciones que responden a cuestionamientos fundamentales sobre la educación. Una adaptación de las preguntas señaladas por Posner, que delimitan las tendencias curriculares sería:

- ¿Cómo se aprende y cómo se facilitan los procesos de aprendizaje?
- ¿Qué objetivos son centrales y cómo se deben expresar?
- ¿Qué contenidos son más importantes y cómo deben organizarse dentro de los procesos pedagógicos?
- ¿Cómo se debe evaluar el progreso educativo?
- ¿Cuál debe ser la relación entre la universidad y la sociedad?

En consecuencia, las tendencias curriculares propuestas por los diferentes autores son variadas. Dentro de ellas encontramos la tradicional, la experimental, la disciplinar, la comportamental, la constructivista y la tecnológica.

##### **4.1.5.1 Tendencia Tradicional**

Se enfoca en la educación como una forma de transmitir la cultura y conservar las raíces que definen a cada sociedad. En palabras de Dewey, uno de sus principales críticos, “el aspecto de importancia para la educación consiste en cuerpos de información y habilidades que han sido desarrolladas en el pasado; por lo tanto la principal función de la escuela es transmitirlos a las nuevas generaciones....”<sup>74</sup>

---

<sup>74</sup> DEWEY, 1938, citado por POSNER, George J. *Op. Cit.* p. 46.

A pesar de que el enfoque tradicionalista cuenta con múltiples críticas y falencias, aún goza de popularidad. Muchas de las propuestas progresistas surgen como respuesta a esta tendencia.

#### **4.1.5.2 Tendencia Experimental**

En esta tendencia se considera que el proceso educativo debe atender a las problemáticas y vivencias de los estudiantes. En la medida que la educación responda a los problemas de su diario vivir, se podrá asegurar el crecimiento personal y la formación de mejores ciudadanos.

Posner plantea que esta tendencia es un desarrollo del siglo veinte y se basa en la incongruencia entre las teorías psicológicas en vigencia y la consideración de los estudiantes como receptores pasivos de información. Con ella se empieza a expandir la idea de currículo como lo planeado para la clase a toda la experiencia educativa vivida por cada estudiante y que involucra pensamientos, tendencias y sentimientos.

Uno de los principales proponentes de esta tendencia fue Dewey, quien señalaba las deficiencias de apoyarse exclusivamente en la filosofía racionalista o la empirista. En el primer caso básicamente se entrenaría la mente llevando a un currículo académico e intelectual, mientras en el segundo se estarían entrenando los sentidos en propuestas vocacionales y sociales. Para Dewey, en palabras de Posner:

[La] realidad no es externa al individuo; es encontrada dentro de la experiencia del individuo, el compuesto de las reacciones internas del individuo, como pensamientos y sentimientos, y las reacciones externas, acciones, a las influencias del mundo externo.... La única forma de conocer si una creencia es cierta es pesar las consecuencias de la prueba en acción.<sup>75</sup>

En consecuencia la tendencia experimental considera que las propuestas curriculares combinan tanto el racionalismo como el empirismo. El desarrollo curricular por lo tanto giraría en tres ejes: el entrenamiento de la mente, el desarrollo de habilidades socialmente

---

<sup>75</sup> POSNER, George J. *Op. Cit.* p. 49-50.

útiles y el crecimiento de la experiencia del los estudiantes. Es decir, toda actividad curricular debería aportar al crecimiento intelectual, social y personal.

#### **4.1.5.3 Tendencia Disciplinar**

En esta tendencia se centra el planteamiento curricular en la mirada a la estructura de las disciplinas que se enseñan en la escuela, debido al gran distanciamiento entre lo que los expertos consideran importante y lo que realmente se promueve en las aulas de clase. Todo estudiante debería ser motivado a manejar las ideas fundamentales de cada disciplina y desarrollar confianza en sus capacidades intelectuales y entendimiento de un rango amplio de fenómenos.

La tendencia surgió a mediados del siglo veinte con las inconformidades de profesores universitarios sobre la educación que estaban recibiendo los estudiantes que llegaban a sus aulas. Un grupo de matemáticos de *University of Illinois* y un grupo de físicos de *MIT* y *Harvard* trabajaron propuestas paralelas para el mejoramiento de la educación media en sus respectivas materias en concordancia con lo que realmente correspondía a los fundamentos de estas áreas.

En este contexto, explica Posner, es cuando se empieza a proponer la necesidad de establecer prioridades para cubrir en experiencias educativas limitadas en tiempo y recursos cuerpos de conocimiento en verdadera explosión. Igualmente se reconoce que cada ciencia es dinámica y rápidamente creciente, así como usuaria de un método particular. Jerrold Zacharias propondría la solución para física, que luego se expandió para otras ciencias, la cual implicaba enseñar solamente los conceptos más fundamentales y enseñar cómo derivar el resto del conocimiento a partir de estos conceptos.

En la visualización del estudiante como un científico se asume una participación activa del estudiante por medio de la reflexión científica, el rol dominante de los expertos, y la importancia de enseñar los principios fundamentales de la disciplina.

#### **4.1.5.4 Tendencia Comportamental**

Esta tendencia se enfoca hacia los requerimientos de salida del proceso educativo, es decir a las habilidades o competencias del estudiante al finalizar su curso o programa. Una propuesta curricular en esta tendencia involucrará claridad sobre qué se requiere de los egresados en términos mensurables, identificación de habilidades prerequisites, definición de oportunidades para la práctica por parte de los estudiantes de estas habilidades, con realimentación de los docentes, y evaluación del desempeño.

Posner plantea que sus inicios se remontan a mediados de los años veinte con las propuestas de Franklin Bobbit y resalta la percepción general de que el planteamiento era muy conservativo para estar al tanto de cuerpos de conocimiento en permanente cambio. Sin embargo, las propuestas de Tyler en los años cincuenta han sido la guía central para el desarrollo curricular y constituyen la base para el planteamiento de los trabajos de Bloom, incluyendo su taxonomía de los objetivos educacionales.

Entre las principales críticas a esta tendencia está la de considerar los procesos de aprendizaje de una manera condicionada al modelo estímulo-respuesta, lo que en muchas ocasiones ha favorecido una sobre-simplificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

#### **4.1.5.5 Tendencia Constructivista**

Surge a partir la búsqueda de aprendizajes significativos en los estudiantes y el desarrollo de pensamiento productivo y creativo. Considera que el currículo debe permitir a los estudiantes construir su propio conocimiento basados en los conocimientos previos, e igualmente usar ese conocimiento en actividades con propósito que les exijan toma de decisiones, resolución de problemas y establecimiento de juicios.

Posner indica que la tendencia nace con los trabajos de Piaget acerca del desarrollo de la inteligencia, en los cuales provee un acercamiento profundo a los procesos necesarios para el aprendizaje, y especialmente a la asimilación y reacomodación de la estructura cognitiva, lo que constituye la base del constructivismo moderno.

Por otra parte señala la importancia de los trabajos de Chomsky sobre la adquisición del lenguaje, los cuales han sido fundamentales en resolución de problemas, lenguaje, toma de decisiones, y docencia. Dentro de los elementos destacados está su planteamiento de la existencia de estructuras innatas para la adquisición del lenguaje y la distinción entre competencias y desempeños. Las competencias en Chomsky están asociadas a las capacidades innatas, mientras que los desempeños son el comportamiento observable.

Finalmente remarca los trabajos de Ausubel como determinantes en el estudio de los problemas de aprendizaje. La teoría del aprendizaje significativo presta especial atención a considerar en el proceso de aprendizaje no solo los contenidos que se van a adquirir sino la estructura mental del estudiante, “el determinante más importante del aprendizaje es lo que ya sabe el aprendiz, [es necesario] investigarlo y enseñarle en concordancia.”<sup>76</sup>

En consecuencia, el diseño curricular en la tendencia constructivista involucra conocer en un determinado nivel el perfil de entrada de los estudiantes para en consecuencia determinar las experiencias de aprendizaje que les reporten mejores resultados y los estimulen a aprender significativamente. Debido a que el diseño curricular es realizado con anterioridad al encuentro con los estudiantes en particular, la evaluación diagnóstica y el ajuste del currículo según los resultados de esta favorecerán el desarrollo de mejores aprendizajes.

#### **4.1.5.6 Tendencia Tecnológica**

Para McNeil, “La tecnología como perspectiva curricular se enfoca en la efectividad de los programas, métodos, y materiales en el alcance de fines o propósitos especificados.”<sup>77</sup> Igualmente, la tecnología influencia el desarrollo curricular en dos formas, dotando de herramientas y proveyendo teorías.

---

<sup>76</sup> AUSUBEL (1968) citado por POSNER, George J. *Op. Cit.* p. 63.

<sup>77</sup> McNEIL, John. *Op. cit.* p. 57.

En primera instancia brinda herramientas para la mejora de las prácticas pedagógicas, tales como computadores, proyectores o video beam. A medida que surgen nuevos adelantos tecnológicos estos han sido incorporados en las aulas para mejorar los aprendizajes. Así como en los años setenta se introducía el televisor y el video para la instrucción, hoy en día todo proceso didáctico es susceptible de ser apoyado por medio de simuladores, software especializado o presentaciones multimedia.

Por otra parte, las teorías tecnológicas son útiles en el desarrollo y evaluación curricular, ya que los procesos de desarrollo tecnológico proveen reglas para el aseguramiento de resultados más predecibles. Estas enfatizan la especificación de los objetivos de la instrucción, el desarrollo de actividades de aprendizaje precisamente controladas para el logro de los objetivos y criterios de desempeño y evaluación. La constante retroalimentación para ajustar los procesos es fundamental para el logro de la eficiencia.

Sin embargo, al enfocarse solo al cumplimiento de los objetivos explicitados hace que la propuesta tecnológica sea menos flexible para el establecimiento de procesos pedagógicos con resultados múltiples.

McNeil concluye que esta tendencia más que buscar dar respuesta a la pregunta de *qué* se va a enseñar se enfoca al *cómo* lograr los objetivos planteados.

#### ***4.2 MEJORA DEL CURRÍCULO POR MEDIO DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN***

La investigación acción en el aula es un proceso de trabajo mancomunado entre docentes y estudiantes con el objetivo primordial de mejorar las prácticas académicas. Su objetivo fundamental es el permitir detectar los problemas más significativos asociados a la calidad del proceso educativo, constituyendo uno de los elementos más trascendentales para lograr el desarrollo de los docentes y de los estudiantes.

Como menciona Arbeláez de Moncaleano<sup>78</sup>, es muy común encontrar que la mayoría de quienes nos iniciamos en la docencia contamos con el soporte de la profesión de origen, pero no contamos con un conocimiento profundo y sustentado sobre la pedagogía, lo cual se constituye en un reto a superar durante toda la vida profesional. Es en este contexto como la investigación acción “... posee el potencial de cambiar la educación, de mantener nuestra docencia evolucionando. ... en un universo físico [que] está constantemente cambiando, expandiéndose, moviéndose hacia el caos y el desorden.”<sup>79</sup>

Igualmente los estudiantes encuentran a través de la investigación acción en el aula la oportunidad de hacer de su aprendizaje una experiencia mucho más democrática y favorecedora de la metacognición, ya que se les da la oportunidad de involucrarse directamente con los procesos de mejora de su aprendizaje.

Los beneficios obtenidos de la investigación acción son de dos categorías: Por una parte se logra entender y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y por otra parte se logran construir aprendizajes significativos en la disciplina, soportados con una visión menos totalitaria de la realidad científica.

El objeto de la investigación es explorar la práctica educativa tal y como ocurre en los escenarios naturales del aula. Esta situación es problemática, o susceptible de ser mejorada. Se resalta la importancia de que el objeto de investigación sea reconocido como tal tanto por profesores como por estudiantes.

La IA es acción que debe conducir a un cambio social estructural, resultado de una reflexión sobre la realidad abordada, no solamente para conocerla sino para transformarla.

---

<sup>78</sup> ARBELÁEZ DE MONCALEANO, Ruby. Investigación en el Aula. Bucaramanga: Cededuis, 2005. 131 p.

<sup>79</sup> JOHNSON, Andrew P. A Short Guide to Action Research (2nd Ed). Boston: Pearson, 2005. p. 187 de 201.

Los agentes y quienes desarrollan la investigación son los profesores y los estudiantes de manera imprescindible, a veces con apoyo de expertos. Los profesores inducen los cambios y los estudiantes participan de las reflexiones que se lleven a cabo y ejecutan su parte en la investigación.

Johnson plantea que la IA tiene una importancia determinante en la reducción de la brecha entre teoría y práctica, ya que logra generar una doble vía de comunicación entre las teorías y la mejora de la práctica; en tanto que la investigación aplicada solo presenta la vía de mejorar las prácticas a través de las teorías, la IA incluso puede aportar elementos para la redefinición de las teorías (aunque no las construye).

Como segundo elemento de importancia Johnson menciona la posibilidad de liberación que ofrece la IA a los docentes en sus propios ámbitos de trabajo, ya que los convierte en diseñadores de su propio estilo de enseñanza.

Finalmente recalca lo crucial que es la IA para el desarrollo profesional de los docentes al permitirles desarrollar nuevos conocimientos asociados con sus propias situaciones docentes, promueve una enseñanza reflexiva, expande su repertorio pedagógico, los promueve a ser directores de su propio trabajo y arte, refuerza el enlace entre práctica y logros estudiantiles, les permite una apertura hacia nuevas ideas y perspectivas y les provee prácticas efectivas.

#### ***4.2.1 Desarrollo Histórico***

Mary W. Olson<sup>80</sup> expone que el término “Investigación- Acción” normalmente se acredita a John Collier, quien usó el término para describir el esfuerzo colaborativo de administrativos, científicos e indígenas para mejorar las prácticas agrícolas indígenas. Sin

---

<sup>80</sup> OLSON, Mary W (Ed.). Opening the Door to Classroom Research. Newark, NJ: International Reading Association, 1990. p. 1-20 de 154.

embargo el verdadero impulso se le debe a Kurt Lewin, quien estudiaba la dinámica de las interacciones de grupos y planteó la utilización de investigación con intervención, con el objetivo de mejorar la adaptación de obreros en las fábricas.

Lewin consideraba que los problemas sociales podrían servir como el impulso para la reflexión social, tomando dos posibles formas: investigación comparativa de las condiciones y efectos de varias formas de acción social e investigación que respondiera a un conflicto social particular y llevara directamente a la acción social<sup>81</sup>.

Olso agrega que prontamente surgieron algunas propuestas de aplicación de la metodología al plano educativo, específicamente por parte de Stephen Corey en el *Institute of School Experimentation at Columbia University*. Corey planteaba que profesores, supervisores y administrativos podrían tomar mejores decisiones para la pedagogía si las sustentaban en la investigación. Por su parte Oja y Smulyan indican que Corey fue de los primeros en experimentar la dificultad de producir tanto teorías educacionales definidas tradicionalmente, como la mejora de la práctica a través de la investigación acción. Desafortunadamente sus propuestas fueron desatendidas debido a que los intereses de los investigadores en pedagogía apuntaban hacia otras temáticas y se criticaba la investigación acción de su falta de rigor y generalidad.

La necesidad de llevar a cabo procesos sociológicos para la atención de las clases menos favorecidas propició el desarrollo de movimientos de IA en América Latina, involucrando a los sujetos de investigación como elementos activos. Arbeláez de Moncaleano indica que se resaltan los trabajos de Fals Borda en Colombia, Pablo Freire y la propuesta de Investigación Acción Participativa en Chile.

A comienzos de los años setenta se vuelve a considerar la IA en el plano internacional, cobrando como objetivo la transformación de las prácticas educativas, de las personas

---

<sup>81</sup> OJA, Sharon Nodie y SMULYAN, Lisa. Collaborative Action Research: A Developmental Process. Social Research and Educational Studies Series. Londres: The Falmer Press, 1989. 232 p.

involucradas y del entorno en el cual se desenvuelven. Carr y Kemmis indicarían que “la investigación no es sobre la educación o acerca de la educación sino *en y para* la educación<sup>82</sup>.” Por su parte Olson indica que para Rainey la investigación acción ayuda a los profesores a manejar los problemas inmediatos del salón de clase mientras desarrollan una apertura mental a través del cuestionamiento.

Fue precisamente a mediados de los años setenta que se empezó a gestar la investigación acción colaborativa, realizada por docentes e investigadores. Olson indica que en Estados Unidos se destacan el Instituto para Investigación en Docencia de la Universidad de Michigan y el *Far West Laboratory for Educational Research and Development (San Francisco)* por implementar los primeros equipos de trabajo colaborativo e ir eliminando la barrera entre “hacer investigación” e “implementar resultados de investigación”.

Otro ejemplo de este enfoque es la propuesta de Schaefer, en donde se proponía que los profesores “debían usar la investigación acción para hacer de sus escuelas centros de cuestionamientos más que centros de distribución de la información,”<sup>83</sup> con esto se lograría la mejora de las prácticas y el desarrollo de conocimiento para ser aprovechado inmediatamente.

Por su parte en Gran Bretaña, Lawrence Stenhouse dirigía en 1973 el “Proyecto del Currículo de Humanidades” cuyo objetivo era que los profesores mejoraran sus prácticas docentes, mediante un enfoque de investigación acción en el aula reflexivo, crítico y sistemático. De este proyectos surgieron múltiples trabajos y proyectos, ampliamente divulgados.

Dentro de los autores más recientes e influyentes se encuentran Kemmis y McTaggar, quienes plantean que la investigación acción es “una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales con objeto de mejorar la

---

<sup>82</sup> CARR y KEMMIS, citados por ARBELAEZ de MONCALEANO, Ruby. Op. Cit. p. 15.

<sup>83</sup> OJA, Sharon Nodie y SMULYAN, Lisa. Op. Cit. p. 7 de 232.

racionalidad y la justicia de sus prácticas sociales o educativas, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar<sup>84</sup>.”

Por su parte Reason y Bradbury describen la investigación acción de una forma más amplia como:

Un proceso participativo y democrático relacionado con el desarrollo de conocimiento práctico para el alcance de propósitos humanos de importancia, basados en una visión participativa del mundo que creemos esta surgiendo en este momento histórico. Nos puede brindar juntas acción y reflexión, teoría y práctica, en participación con otros, en la búsqueda de soluciones prácticas a problemas que afectan a la gente, y más generalmente al florecimiento de personas individuales y sus comunidades.<sup>85</sup>

#### ***4.2.2 Principios y Características de Investigación Acción***

Stringer presenta como principios de trabajo para la investigación acción las relaciones, la comunicación, la participación y la inclusión<sup>86</sup>. Buenas relaciones de trabajo permiten a los individuos y a los grupos confiar en los demás, provee altos niveles de motivación y es la base para continuar actividades de investigación. Las buenas relaciones se pueden mantener, en gran parte, gracias a las habilidades de comunicación efectivas. La calidad, consistencia y honestidad de la comunicación tienen un efecto vital en las interacciones entre individuos y grupos. Uno de los propósitos de la investigación acción es la de involucrar la experticia natural y experiencia a todos los participantes, en la medida en que las personas sean persuadidas a involucrarse en actividades, mayor será su compromiso y dedicación.

---

<sup>84</sup> KEMMIS, Stephen y McTAGGAR, Robert. *Cómo Planificar la Investigación Acción*. Laertes, 1982. p. 5 de 207.

<sup>85</sup> Citado por STRINGER, Ernie. *Action Research in Education*. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2004. p. 4 de 248.

<sup>86</sup> STRINGER, Ernie. *Op. Cit.*

Por su parte, la participación activa es enriquecedora, especialmente para aquellos que tienen baja autoestima. También se da la oportunidad para demostrar las competencias y fortalezas particulares de cada quien e ir las fortaleciendo a través del tiempo. Finalmente la inclusión es vital porque en ocasiones los docentes tratan de resolver las situaciones por cuenta propia, desconociendo que sus decisiones afectan a muchas personas y estas mismas pueden aportar elementos valiosos para la solución de los conflictos.

En cuanto a características propias de la IA, Johnson plantea las siguientes: Su carácter sistemático debido a la necesidad de planeación, observación metódica y metodología investigativa; empieza sin respuestas que desvíen la imparcialidad de la investigación, no se hace IA para mostrar que lo que se hace está bien, sino para averiguar cómo mejorar las prácticas, concepciones y entornos; no necesita contar con una IA complicada o elaborada para ser riguroso o efectivo, lo más útil es empezar siendo modestos; implica hacer un adecuado plan de estudio antes de empezar a recoger datos; las observaciones deben ser regulares, pero no necesariamente largas; la IA está fundamentada en la teoría; es cualitativa y sus resultados son limitados.

Debido a que cada uno de los sujetos-investigadores está involucrado dentro del proceso y que los cambios sociales no se pueden dar por iniciativa individual la investigación acción debe ser participativa, es decir debe envolver a todo el grupo, vinculando, escuchando y recibiendo aportes de cada uno de los estudiantes y docentes. En una frase debe recordarse que la investigación y la ciencia deben estar al servicio de la colectividad.

De la necesidad del compromiso de cada uno de los integrantes del grupo surge la noción de Investigación Acción Colaborativa, ya que con esta propuesta se logran promover dinámicas de grupo mucho más democráticas, favorecedoras de aprendizajes integrales para el ser y el convivir. Profesor y estudiantes se unen en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, intercambiando sus roles en la medida de lo necesario, se favorece la interdependencia positiva y la responsabilidad de cada miembro con su aprendizaje y el

de sus compañeros y finalmente se favorece la acción como agente fundamental para el cambio.

En la medida que se plantea que la investigación acción deber ser desarrollada tanto por profesores como por estudiantes es fundamental considerar que el estilo de trabajo a desarrollar debería ser colaborativo. La investigación se realiza dentro de los mismos problemas educativos para poder mejorarlos.

Carr y Kemmis mencionan que este tipo de investigación apunta a objetivos para el mejoramiento de la práctica educativa por parte de docentes y estudiantes, en procesos de reflexión crítica colectiva, para el desarrollo de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, y asociados también al mejoramiento de las situaciones o circunstancias en las cuales se circunscribe la práctica<sup>87</sup>.

En una IAC es necesario considerar que la objetividad se logra mediante procesos de acción – reflexión crítica por parte de todos los integrantes del colectivo. “Implica la presencia real, concreta interrelacionada de la investigación y la acción,”<sup>88</sup> inmersas en procesos participativos e incluyentes para todos los actores involucrados. En una expresión, se investiga “con la comunidad y para la comunidad.”<sup>89</sup>

Es investigación en la medida que se fundamenta en un proceso sistemático, orientado por los conocimientos preexistentes en docentes y estudiantes, originando acciones producto de la reflexión continua para la transformación de la práctica. Debe ser participativa porque involucra comunicación y retroalimentación constante entre los integrantes del colectivo para la planificación, toma de decisiones y ejecución. La colaboración surge en la medida que se unen fortalezas de algunos miembros para contrarrestar debilidades de otros y del grupo.

---

<sup>87</sup> CARR, Wilfred y KEMMIS, Stephen. *Becoming Critical: Education, Knowledge, and Action Research*. London: The Falmer Press. 1986. 249 p.

<sup>88</sup> ARBELAEZ de MONCALEANO, Ruby. *Op. Cit.* p. 53.

<sup>89</sup> *Ibid.* p. 53.

### ***4.2.3 El sentido de la investigación en el aula para la formación de Ingenieros***

Como profesionales de ingeniería y personas con una marcada tendencia hacia la racionalidad y objetividad, los docentes de ingeniería tendemos a esperar que estas características sean suficientes para lograr el éxito en los procesos académicos, sin embargo la realidad es diferente y poco a poco tenemos que afrontar la llamada a la revaloración de las concepciones que fundamentan la práctica docente. La IA es una oportunidad de oro para conjugar el ejercicio de la actividad de investigación y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. De igual manera se puede trascender a visiones más holísticas de la realidad.

Para los estudiantes, al mismo tiempo que se logra la mejora de los procesos de aprendizaje se le estará formando para el ejercicio crítico de sus diferentes tareas, teniendo en cuenta la naturaleza subjetiva asociada a toda realización humana.

### ***4.2.4 Objetivos a potencializar con la propuesta***

El principal objetivo de las acciones de investigación en el aula es la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sobre este norte se deben encaminar los procesos de reflexión-acción evolutivos que constituyen la propuesta.

Las etapas de reflexión involucran para los docentes la oportunidad de concretar el diagnóstico de la situación para luego debatirlo junto con los estudiantes y todo el colectivo vinculado con la propuesta, son fases de reconocimiento de la trascendentalidad de la labor docente.

Por su parte para los estudiantes las fases de reflexión ofrecen la oportunidad de mejorar o iniciar una actividad metacognitiva de utilidad para toda la vida; los estudiantes se pueden ir haciendo conscientes de la importancia de controlar y buscar maneras eficientes de aprender.

Durante la planeación y acción se evidencian las transformaciones de las prácticas, con las subsecuentes ventajas al verificar el sentido de los esfuerzos dedicados al proceso de investigación: Un conocimiento más sólido y profundo de los procesos de aprendizaje particulares tanto para estudiantes como para docentes, el desarrollo de aprendizajes significativos en los estudiantes gracias al uso de técnicas eficientes y el ejercicio de la metacognición, competencia fundamental en la sociedad sobreinformada actual.

#### ***4.2.5 Espacios de investigación en la formación en ingeniería***

Para el caso de ingenierías los espacios de desarrollo académico lo constituyen las aulas de clase tradicional, los laboratorios, centros de simulación y eventualmente la misma industria.

La propuesta de investigación-acción dentro del área de sistemas de control tiene la ventaja de poder vincular todos los elementos anteriormente descritos. La actividad académica en el aula de clase ha ido evolucionando desde una clase tradicional a una sesión con una participación activa por parte de los estudiantes mediante la resolución de problemas. Los estudiantes valoran positivamente el darles la oportunidad de ir explorando la búsqueda de soluciones en forma colaborativa.

Sin embargo un punto en el cual todavía existen reparos por parte de los estudiantes es en las actividades de laboratorio, ya que debido a que muchas veces estas prácticas son dirigidas por un profesor diferente a quien maneja la parte teórica y se ciñe exclusivamente a algunas guías tradicionales.

En este sentido la investigación debe enfocarse a aprovechar la potencialidad de estudiantes que en cierto sentido están motivados a tomar parte activa en sus procesos de aprendizaje y a la existencia de algunos elementos de laboratorio para ser aprovechados en su verdadero potencial.

Paralelamente se puede favorecer el aprovechamiento de bases de datos con información actualizada sobre avances en los temas de la asignatura, como formación para su futuro ejercicio profesional.

#### ***4.2.6 Conexiones y apoyo con la estrategia de resolución de problemas***

En primera instancia la IAC es un proceso en el cual los participantes trabajan juntos en todas las fases del proyecto, para conseguir objetivos comunes. En el caso de la estrategia de resolución de problemas se busca que los procesos de aprendizaje estén diseccionados por un problema con un grado de complejidad elevado a ser resuelto por el colectivo de estudiantes y con el apoyo del docente.

De lo anterior surge la correspondencia directa de los dos procesos: Mientras en la IAC se busca mejorar la práctica educativa, en la segunda se espera que el aprendizaje surja gracias al trabajo mancomunado para la solución de una situación problemática. En ambos resulta fundamental la colaboración entre cada uno de los miembros del colectivo, se debe fomentar la reflexión continua, la planificación de acciones y la ejecución inteligente de los planes.

El reconocimiento de sí mismo es imprescindible en los dos procesos, ya que se parte de la premisa de que el objetivo es el mejoramiento común y no solo el alcance de metas individuales. Igualmente en ambos procesos los participantes mejoran sus juicios profesionales, asumen responsabilidades complejas y adquieren el poder de crear conocimientos curriculares y de guiar la acción educativa.

En los escenarios colaborativos, los estudiantes intercambian sus ideas, consultas y logros, para coordinar sus acciones en la consecución de los objetivos compartidos. Frente a las dificultades en el proceso la comunicación abre la puerta a una interacción fundamental para el logro de los aprendizajes.

Ambas prácticas rescatan la característica socializadora de la educación, involucrando a la comunidad estudiantil en el compartir de aprendizajes previos y la adquisición de nuevos.

#### **4.2.7 Retos por superar**

Stringer plantea que una de las dificultades más importantes para implementar la investigación acción es la vinculación decidida y de corazón por parte de los estudiantes y la relaciona con la complejidad de las situaciones que se viven en las escuelas. Teniendo en cuenta que las personas tienen sus propios puntos de vista sobre la vida, muchos de ellos por mejorar, expone como fundamental la apertura de canales de comunicación efectivos para la modificación de estas presunciones.

Esta orientación a la investigación busca mejorar los sentimientos de competencia de las personas e incorporarlas en procesos que les provean una afirmación propia, de sus amigos, sus familias y sus comunidades. Nuestro trabajo con otros –estudiantes, colegas, padres, administrativos- nos permite mantener una visión constructiva de ellos mismos, aferrándolos en una perspectiva productiva de sus mundos, y permitiéndoles trabajar fácil y confortablemente con aquellos en su alrededor. Comprometer el corazón significa prestar atención, de forma continua, a aquellas facetas de la experiencia humana que hacen la diferencia en la calidad de sus vidas diarias. Cuando hablamos del corazón de la situación, o comprometer el corazón de la gente, estamos hablando de sus sentimientos de orgullo, dignidad, identidad, responsabilidad y ubicación<sup>90</sup>.

En este sentido un reto por superar mediante las dos propuestas es la del aprendizaje individualista, que premia los avances de los estudiantes por medio de la comparación con el grupo y por lo tanto favorece actitudes de tipo egoísta en los estudiantes. Naturalmente esta es una característica que se ha venido promoviendo colateralmente por los procesos de educación tradicionales, pero que puede y debe ser mejorada.

---

<sup>90</sup> STRINGER, Ernie. *Op. Cit.* p. 39 de 248.

Otra característica por superar es el riesgo de dejar todo el trabajo de aprendizaje a los estudiantes. Decir que ellos están llamados a tomar parte activa de sus procesos de aprendizaje y de la investigación en el aula no implica que deban asumir solos una tarea ya bastante delicada, lo que surge es la necesidad de redefinir la labor docente para lograr ser esos generadores de cambio de los cuales se habla en los procesos de investigación-acción.

Una tercera característica por evitar es el afán de protagonismo o activismo dentro de las clases. Como diría un colega, no nos han contratado para ser payasos o para ser verdugos, la investigación implica un adecuado balance entre la reflexión con sustento teórico y la acción en los espacios académicos.

Finalmente es necesario tener en cuenta que cada uno de los procesos de cambio se da dentro de estructuras plenamente establecidas y se debe considerar la validez de las propuestas de cambio frente a los objetivos de formación amplios que se persiguen en el programa de formación y en la institución. En ciertas ocasiones la burocracia de esta última condiciona o limita los procesos de cambio.

#### ***4.3 PLANEAMIENTO DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DE CONTROL***

El planeamiento de una asignatura y específicamente la definición y secuenciamiento de los contenidos implica la restricción de acomodarse a unos estándares definidos por la institución. Es imperativo hacer encajar los objetivos de cada curso con los de la carrera o programa que cursan los estudiantes, por esto la formación holística y la mirada hacia disciplinas conexas es imprescindible.

Para el caso de la asignatura *Sistemas de Control* se parte del programa y objetivos curriculares definidos en el proceso de reforma de los programas curriculares de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, sin embargo estos deben redefinir y ajustar según las particularidades del grupo con el cual se trabaja y los cambios que suscita tanto la investigación en el aula como en ingeniería. Igualmente es importante considerar

centrales aquellos contenidos que ofrezcan una posibilidad de trabajo integrador respecto a todo el trabajo académico, con el fin de lograr aprendizajes más significativos.

El planteamiento de actividades como situaciones propicias para que los estudiantes actúen resulta uno de los elementos cruciales el momento de llevar a la realidad todo lo planteado en un esquema curricular, es innegable la necesidad de favorecer el crecimiento de todas las personas en el curso, a pesar de sus diferentes estilos, intereses y conocimientos previos. En la medida que se le exige a cada estudiante explicitar sus ideas y dificultades se logra la formación más significativa de conceptos y a una componente importante de evaluación formativa, inmediata y en la cotidianidad de la clase.

#### ***4.3.1 Características de la Asignatura Sistemas de Control***

El curso de Sistemas de Control está dirigido tanto a estudiantes de ingeniería eléctrica como ingeniería electrónica, se considera ubicado en nivel básico-profesional de los dos programas. Además de buscar la formación de competencias en el área específica de modelado de sistemas físicos y control clásico permite a los estudiantes de ingeniería integrar elementos de otras asignaturas previamente vistas o simultáneas. El curso se desarrolla en 64 horas de trabajo en el aula y 16 horas de trabajo en laboratorio, los estudiantes cursan la asignatura en el séptimo nivel de su programa.

El objeto de estudio de la asignatura es el modelado y control: Lograr que un determinado sistema (*e.g.* sistemas de generación de energía, plantas industriales, máquinas, procesos, etc) opere de manera adecuada según unos indicadores de desempeño. Para conseguir este control de sistemas es indispensable que se desarrollen habilidades para: a) Representar matemáticamente el comportamiento del sistema bajo estudio; b) Determinar la cercanía del sistema a controlar a los estándares de desempeño deseados y c) Plantear y materializar estrategias para modificar la dinámica en aras de lograr los objetivos deseados.

### **4.3.2 Objetivos Generales de la Asignatura**

El proceso de definición de los objetivos de la asignatura es permanente, sin embargo dos frentes de trabajo directamente relacionados con la asignatura han sido el proceso de reforma curricular y el proyecto de grado de Marlon A. Villamizar. El trabajo de reforma de los programas de ingenierías eléctrica y electrónica se inició en el año 2001 y actualmente se encuentra en su fase final, para el área de sistemas de control los profesores a cargo fueron Roberto Martínez Angel, Daniel Alfonso Sierra, y Carlos Rodrigo Correa.

Por su parte el trabajo de grado de Marlon Villamizar<sup>91</sup>, estudiante de ingeniería electrónica, fue dirigido por Daniel Alfonso Sierra y tenía por objetivos la delimitación y organización de los objetivos formativos de la asignatura utilizando el análisis funcional para identificar las competencias tanto en el ámbito académico como en el industrial<sup>92</sup>. Se presenta un resumen y adaptación de las competencias, en los ámbitos cognitivo, procedimental y actitudinal.

#### **4.3.2.1 Objetivos y competencias cognitivas**

- ✓ Identifica los parámetros o variables necesarios para caracterizar completamente el sistema, y su influencia en el funcionamiento del mismo.
- ✓ Comprende y crea modelos matemáticos de diferentes sistemas físicos continuos en el tiempo, utilizando herramientas clásicas y de espacio de estados.
- ✓ Representa gráficamente el funcionamiento de un proceso por medio de diagramas de bloques.

---

<sup>91</sup> VILLAMIZAR, Marlon Augusto. Propuesta Pedagógica Para La Asignatura Control I (Sistemas De Control Analógico) Basada En El Estudio De Competencias. Bucaramanga, 2005. 104 p. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico): Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

<sup>92</sup> El trabajo de grado estaba enmarcado dentro del proyecto patrocinado por COLCIENCIAS “Del Sector Productivo Al Aula: La Resolución De Problemas En El Desarrollo De Competencias Para Una Nueva Organización Del Trabajo,” desarrollado por el grupo de investigación Resolución de Problemas (RESPROM) de la Universidad Industrial de Santander, dirigido por Claude Ewert, 2004.

- ✓ Describe e interpreta el comportamiento de un proceso por medio de la lectura de la curva de respuesta en el tiempo de las entradas y salidas involucradas en el mismo.
- ✓ Analiza el desempeño de los sistemas dinámicos: Errores en estado estacionario, estabilidad, características de la respuesta en el tiempo.
- ✓ Identifica la influencia de factores externos o perturbaciones en el funcionamiento del sistema.
- ✓ Diseña compensadores que garanticen un desempeño eficiente del sistema desde el enfoque de control clásico (controladores continuos en el tiempo) tanto por los métodos tradicionales como por variables de estado.

#### **4.3.2.2 Objetivos y Competencias Procedimentales**

- ✓ Plantea en forma clara y sistemática los problemas a resolver y la solución a implementar.
- ✓ Utiliza las unidades y dimensiones para cada una de las variables físicas involucradas en el proceso.
- ✓ Maneja software especializado para la simulación de procesos y el diseño e implementación de sistemas de control.
- ✓ Crea y simula modelos matemáticos de diferentes sistemas físicos continuos en el tiempo, utilizando herramientas clásicas y de espacio de estados.
- ✓ Reconoce las características básicas de equipos de instrumentación y control existentes en el mercado.
- ✓ Implementar compensadores en sistemas reales, utilizando electrónica analógica o sistemas digitales basados en PC o microcontrolador.
- ✓ Obtiene e interpreta material bibliográfico en idioma español e inglés, en especial manuales técnicos de los equipos.

#### **4.3.2.3 Objetivos y Competencias Actitudinales**

- ✓ Trabaja en grupo y distribuye el trabajo de acuerdo a las capacidades y conocimientos de cada integrante del equipo de trabajo.
- ✓ Maneja las situaciones problemáticas y de conflicto con serenidad, toma decisiones dentro de su equipo de trabajo.
- ✓ Se comunica eficientemente con los compañeros y con los docentes.
- ✓ Mantiene relaciones cordiales, respetuosas con todos los miembros de la comunidad.
- ✓ Entrega informes y trabajos en los plazos propuestos.
- ✓ Valora los aportes dados por los compañeros.

- ✓ Cuestiona la validez y pertinencia de las ideas discutidas.
- ✓ Hace uso eficiente y responsable de los equipos de cómputo y de laboratorio.

### **4.3.3 Contenidos y Objetivos Específicos de la Asignatura**

El curso se encuentra dividido en cuatro bloques temáticos plenamente diferenciados:

#### **4.3.3.1 Aspectos Introdutorios**

Incluyen definiciones sobre el área de trabajo, clasificación y utilización de los sistemas de control en la industria y una breve historia del desarrollo de los sistemas de control.

Las competencias a desarrollar son:

- Reconocer los sistemas de control como un área de estudio tecnológico.
- Identificar y describir situaciones reales y procesos en los cuales es aplicable el área de sistemas de control.
- Conocer y utilizar la terminología asociada con los sistemas de control.
- Reconocer los periodos de desarrollo tecnológico en el área.
- Identificar y describir conceptos como *planta, proceso, controlador, perturbación, sensor, actuador*.
- Identificar y diferenciar el *control en lazo abierto* del *control en lazo cerrado*.

#### **4.3.3.2 Modelado Matemático de Sistemas Físicos.**

En este primer gran bloque temático de la asignatura se trabaja en el desarrollo de competencias para representar matemáticamente la dinámica de un sistema físico (eléctrico, mecánico, hidráulico o térmico). Dentro de los conceptos matemáticos a utilizar se destacan la transformada de Laplace, función de transferencia, diagramas de bloques y espacio de estados. Dentro de los conceptos físicos es fundamental tener en cuenta las leyes que gobiernan cada uno de los sistemas (por ejemplo las leyes de Newton para los sistemas mecánicos).

Las competencias asociadas son:

- Reconoce y aplica las leyes asociadas a un sistema físico.
- Reconoce los componentes físicos de cada sistema y representa adecuadamente su dinámica.
- Representa la dinámica de un sistema físico a través de ecuaciones diferenciales.
- Calcula la función de transferencia de un sistema.
- Reconoce la diferencia entre función de transferencia propia e impropia.
- Identifica la ecuación característica del sistema.
- Reconoce y calcula los polos y ceros del sistema, a partir de la función de transferencia o la ecuación característica.
- Calcula y representa gráficamente la respuesta en el tiempo ante señales de prueba típicas.
- Relaciona los tipos de respuesta en el tiempo con la ubicación de polos del sistema.
- Construye la representación en diagrama de bloques y diagrama de flujo de señal para un sistema.
- A partir de una representación en diagrama de bloques o diagrama de flujo se extrae un modelo de función de transferencia o un modelo de espacio de estados.
- Identifica el número de estados asociado a un sistema físico.
- Calcula la representación en espacio de estados de un sistema.
- Transforma adecuadamente de representación en espacio de estados a función de transferencia y viceversa.
- Calcula la ecuación característica de un sistema a partir de la representación en espacio de estados.
- Reconoce la información proveída por cada una de las matrices A, B, C, y D de la representación en espacio de estados.
- Simula eficientemente un modelo desarrollado.

- Obtiene información para el modelado a partir de pruebas de laboratorio y lectura de hojas de datos de dispositivos.

#### **4.3.3.3 Estabilidad y Comportamiento de Sistemas en Lazo Cerrado.**

Una vez se tiene modelado el sistema físico es necesario evaluar sus desempeño desde el punto de vista de estabilidad, precisión y rapidez de respuesta. Para esto se prueba el sistema con algunas señales típicas, se analiza el error de estado estable, las características de respuesta en el tiempo y la estabilidad (métodos variados).

Las competencias asociadas son las siguientes:

- Identifica y aplica señales de prueba típicas según los requisitos prácticos del sistema, a nivel de análisis, de simulación y de prueba en campo.
- Relaciona la respuesta ante señales de prueba típicas con las características dinámicas del sistema.
- Identifica y aplica el concepto de error de estado estable, relacionándolo con el correspondiente valor físico y su utilidad para definir la precisión del sistema.
- Relaciona el error de estado estable con el número de polos en el origen del sistema de lazo abierto.
- Calcula analítica y/o gráficamente el error de estado estacionario para un sistema.
- Reconoce las características fundamentales a evaluar en una respuesta a entrada escalón y su relación con la rapidez y estabilidad del sistema.
- Calcula las características de desempeño desde la gráfica de la respuesta, o de forma analítica para el caso de sistemas de segundo orden.
- Verifica la relación entre características y ubicación de polos.
- Identifica el rango de aceptación de las características para sistemas reales.
- Identifica la relación existente entre polos de lazo cerrado y estabilidad.

- Verifica la estabilidad de un sistema a partir de los diferentes métodos de trabajo: Lugar de las raíces, tabla de Routh-Hurwitz, Criterio de Nyquist, gráficas de Bode.
- Identifica la utilidad particular de cada método de análisis.
- Complementa, integra y sintetiza un análisis a partir de diferentes herramientas. (Superior).
- Interrelaciona la información de las herramientas para análisis de estabilidad en lazo cerrado con las posibles respuestas en el tiempo. (Superior).
- Determina los márgenes de estabilidad para un sistema y su rango de aceptabilidad para casos prácticos.

#### **4.3.3.4 Diseño e Implementación de Sistemas de Control**

El diseño del sistema de control corresponde a la determinación del proceso dado a la información de error para garantizar un comportamiento del sistema cumpliendo los requerimientos de precisión, estabilidad y rapidez requeridos. Involucra el desarrollo de los dos contenidos temáticos anteriores. La realidad de la industria colombiana señala que es fundamental preparar a los estudiantes para sintonizar y montar controladores de tipo PID (clásicos y sencillos); sin embargo, estos no son útiles en algunas ocasiones y por esto se introduce en el diseño e implementación de controladores de otros tipos (adelanto, atraso, adelanto-atraso y en espacio de estados).

Las competencias a desarrollar son:

- Reconoce el efecto de cada tipo de controlador sobre la dinámica del sistema, como guía para la selección de la topología más adecuada a implementar.
- Interpreta o define las especificaciones de desempeño del sistema.
- Compara las condiciones de desempeño del sistema con las requeridas.
- Selecciona la topología de controlador según los requerimientos más críticos por cumplir.

- Si el controlador es PID aplica eficientemente los algoritmos de sintonización y verifica el adecuado desempeño
- Identifica los parámetros de cada tipo de controlador (función de transferencia para controladores clásicos o vector de ganancias para el caso de ley de control).
- Calcula los parámetros del controlador que cumpla las especificaciones de desempeño base, verificando las características secundarias.
- Determina los rangos de aplicabilidad del diseño propuesto.
- Verifica por completo las características de desempeño, en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
- Implementa el controlador en situaciones prácticas, bien sea por electrónica analógica o por programación de PC o microcontrolador.

#### ***4.3.4 Estrategias Didácticas***

El curso cuenta por estrategia didáctica central la resolución de problemas. Sin embargo debido a la gran cantidad de objetivos por cubrir y al grado de abstracción e integración de la asignatura se llevarán a cabo actividades de tipo expositivo por parte del docente en forma paralela al desarrollo de actividades de tipo colaborativo de resolución de problemas. Las sesiones de trabajo en aula son cuatro horas semanales, de las cuales al menos la mitad se dedicará a la realización de trabajo por parte de los estudiantes, en grupos colaborativos de cuatro personas, con la guía del docente y el auxiliar de la asignatura.

Durante las sesiones de tipo expositivo se favorecerá la participación activa de los estudiantes por medio de preguntas a estudiantes específicos, planteamiento de problemas y reflexión sobre los logros alcanzados.

Debido a la falta de computadores para todos los estudiantes en el aula de clase, durante algunas sesiones se trabajará en el centro de cómputo y se privilegiará la asignación de

tareas para su desarrollo utilizando tanto el análisis manual como la utilización de herramientas de simulación.

Al final de cada sesión de dos horas se le pedirá al estudiante relatar brevemente lo que aprendió o pudo clarificar durante la misma. Eventualmente se le pedirá construir mapas conceptuales para afianzar conceptos.

La sesión en laboratorio será ejecutada centrada en la resolución de un problema asignado en los mismos grupos colaborativos de la sesión teórica.

Durante el desarrollo del curso se debe plantear y ejecutar un proyecto en el cual se construya un sistema físico prototipo, se modele y controle siguiendo los criterios desarrollados en la asignatura y aceptados para la práctica profesional.

#### ***4.3.5 Estrategias de Evaluación***

La evaluación no corresponde únicamente al proceso de calificación posterior a las prácticas de enseñanza y de aprendizaje, en sentido integral constituye un elemento dinamizador de los mismos procesos. La evaluación en sus formas diagnóstica, formativa y sumativa deberá aprovecharse íntegramente en los procesos pedagógicos que se asuman.

La evaluación diagnóstica, llevada a cabo al inicio del curso, permitirá detectar fortalezas y debilidades de los estudiantes, con las cuales se pueden plantear actividades que refuercen y aprovechen las primeras en pro de la superación de las últimas y el cumplimiento de los propósitos del curso.

El considerar varios elementos para los procesos de evaluación formativa y sumativa y el plantearlos al inicio del curso, junto con los objetivos del curso, permite debatirlos y llegar a consensos útiles para la dinámica de trabajo. El grado de compromiso se incrementa y la transparencia de los procesos hace que el proceso de evaluación sea más justo, esto complementado con una actitud democrática y de respeto a las diferencias.

La evaluación del curso se realizará integrando los elementos de tipo conceptual, procedimental y actitudinal descritos en los numerales anteriores, distribuidos en cuatro componentes.

Un primer componente para la evaluación es el seguimiento de la participación y cumplimiento de las tareas encomendadas dentro de las sesiones de trabajo colaborativo. Se privilegiará y motivará la colaboración de cada estudiantes para con los compañeros de equipo. La actividad durante las sesiones de trabajo dará indicativos valiosos sobre el grado de desarrollo de las competencias esperadas en los estudiantes de manera más rápida e informal que la espera a la evaluación tradicional una vez se haya concluido el tema. Igualmente permite tomar correctivos en las prácticas pedagógicas, en el evento de observar desempeños por debajo de lo esperado.

En segunda instancia, se realizarán tres evaluaciones teóricas la semana siguiente a la finalización de cada bloque temático, cada evaluación consta de dos partes: Evaluación conceptual, de procedimientos básicos y presencial de valor 70% y evaluación de diseño para realizar en un tiempo definido con ayudas computacionales, pero individualmente por 30%. La componente conceptual privilegiará la evaluación de competencias de nivel medio (comprensión, aplicación), mientras que en el diseño se espera que los estudiantes analicen y eventualmente sinteticen resultados.

Por su parte, las prácticas de laboratorio involucran una evaluación integral de preparación para cada una de las sesiones, de actitudes, trabajo colaborativo y actitud investigativa durante la sesión, y realización de un corto informe ajustándose a normas internacionales de divulgación científica después de la sesión.

Finalmente el proyecto de final de curso permitirá evaluar hasta qué punto están aplicándose efectivamente las competencias pretendidas durante el curso.

## ***CAPÍTULO 5. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN***

Los procesos de enseñanza y aprendizaje, además de formar competencias en el campo disciplinar de cada profesional deben propender por el desarrollo de las competencias metacognitivas en los estudiantes. Igualmente el uso estratégico de los recursos y espacios de aula incrementa el grado de significatividad en los aprendizajes y el cumplimiento de las metas educativas.

En este capítulo se abordará en primera instancia el valor de la metacognición como objetivo de aprendizaje, los conceptos de estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, y se profundizará en la estrategia de resolución de problemas como propiciadora de competencias metacognitivas y aprendizajes significativos.

### ***5.1 LA METACOGNICIÓN Y LA ENSEÑANZA ESTRATÉGICA***

Según Javier Burón<sup>93</sup>, la *Metacognición* está directamente relacionada con el estudio de los mecanismos y procedimientos que posibilitan el conocimiento, esto quiere decir que abarca las operaciones cognitivas ejecutadas por el estudiante en sus labores académicas. Sin embargo, el sólo conocimiento de las operaciones cognitivas no resulta de valor si no se implementa en situaciones reales de aprendizaje de manera pertinente. Para que haya metacognición es fundamental saber *cómo*, *cuándo* y *para qué* se usan operaciones como percepción, atención, memorización, lectura, escritura, comprensión, comunicación (condición necesaria más no suficiente). Por lo tanto parte de la labor docente implica el

---

<sup>93</sup> BURÓN, Javier. Concepto y Estudio de la Metacognición. Tomado del libro BURON, Javier. Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición. Bilbao: Mensajero, p. 9-27 de 157.

abrir espacios para el análisis de los procesos que se dan, las dificultades que se tienen, las estrategias que se usen durante el acto de aprendizajes, en pocas palabras es fundamental enseñar a aprender.

Un error de muchas prácticas pedagógicas es el no desarrollar en los estudiantes una actitud crítica hacia los propios procesos de aprendizaje y permitir la continuidad de prácticas de estudio ineficientes en los diferentes niveles de trabajo. Esta situación a veces se da incluso por la alta soberbia intelectual de los docentes, que les impide reconocer que también tienen debilidades, limitaciones y muchos puntos por mejorar. Muchas veces se entrega al estudiante diciéndole la responsabilidad de realizar tareas para mejorar la condición de desventaja; sin embargo es mucho mejor evaluar junto con él las fallas, trazar programas de mejora y colaborarle con la supervisión del cumplimiento de metas razonables. El trabajo colaborativo, el apoyo de los auxiliares y las sesiones de consulta son un potencial gigantesco para la ayuda a estudiantes con graves deficiencias.

Uno de los objetivos de los procesos pedagógicos es lograr la madurez metacognitiva de nuestros estudiantes. “Un estudiante metacognitivamente maduro es aquel que sabe *qué* es comprender y *cómo* debe trabajar mentalmente para comprender.”<sup>94</sup> La educación universitaria, sino la secundaria, debería graduar profesionales metacognitivamente maduros, para que estén en capacidad de enfrentar eficientemente los retos de una constante re-educación en su área de trabajo y para interpretar críticamente la realidad en la cual se desenvuelven.

Para lograrlo es necesario que los docentes abramos espacios en el aula a los procesos de reflexión alrededor de cómo se dan los procesos cognitivos, para ir conociendo cómo funcionan y detectar las mejores estrategias para obtener resultados de calidad en los procesos de aprendizaje y de formación en general. Aunque aparentemente se le quite tiempo a los aprendizajes disciplinares en favor de la reflexión sobre el aprendizaje estas

---

<sup>94</sup> *Ibíd.* p. 12.

actividades permiten formar estudiantes más autónomos. Contando con estudiantes metacognitivamente maduros se logrará que transiten por procesos de aprendizaje mucho más eficientes y por lo tanto se revierte el tiempo invertido.

Si un docente está comprometido con el desarrollo de habilidades metacognitivas no puede casarse con una sola estrategia docente, por buena que parezca. Una primera razón es la necesidad de apoyar y fomentar el desarrollo de estudiantes en grupos altamente heterogéneos. No todos los estudiantes pueden aprovechar de igual manera cada una de las estrategias debido a que sus estilos de aprendizaje difieren. Por ejemplo, si el profesor acostumbra solo a escribir en el tablero, favorece a los estudiantes predominantemente visuales, pero deja desatendidos a los estudiantes auditivos.

El desconocimiento de las necesidades de los estudiantes marca un distanciamiento muchas veces crítico para el desarrollo de los aprendizajes, ya que en la medida que un estudiante vea que los métodos o estrategias utilizadas por el docente no se acomodan a su estilo y nivel de desarrollo de funciones cognitivas no podrá desempeñarse con igual competencia.

Por otra parte, para enseñar y propiciar el uso de estrategias adecuadas de aprendizaje es necesario tener en mente que la diversidad de resultados de aprendizaje y de contenidos es tan amplia que resulta una simplificación peligrosa trabajar con un solo tipo de estrategia de enseñanza, ya que no se está entregando al estudiante la posibilidad de evaluar porqué se usa una estrategia u otra en un momento determinado.

Solamente en la medida que el docente desarrolle su trabajo utilizando variadas y pertinentes estrategias de enseñanza, explique su elección y guíe en la selección de estrategias de aprendizaje acordes con las metas del curso o la actividad se puede esperar que los estudiantes desarrollen la habilidad de manejar eficientemente las diferentes estrategias.

Al finalizar un proceso de enseñanza (plan de estudios, curso o sesión individual) se espera que el estudiante egrese con un nivel de autonomía mayor al que entró, porque

más adelante encontrará nuevas necesidades de aprendizaje, en condiciones diferentes: Contenidos de diversa índole, profesores o tutores de estilos diferentes e incluso limitadores de procesos. Creo que es fundamental irle dando la madurez al estudiante para que en experiencias futuras él mismo esté en capacidad de obtener los resultados de aprendizaje que se trace, aprovechando los recursos disponibles, sin dejar de lado el valor de los docentes y los referentes bibliográficos en cualquier época de nuestras vidas.

Si se entiende enseñanza estratégica como aquella que promueve la autonomía del estudiante, el concepto involucraría no solamente la formación disciplinar, sino también la promoción de cualidades de autonomía en los procesos de aprendizaje; como organización, capacidad de planear el trabajo, autoevaluación, motivación. Es importante tener en cuenta que la autonomía no es independencia total de la mediación, sino la “facultad de tomar decisiones que permitan regular el propio aprendizaje para aproximarlos a una determinada meta, en el seno de unas condiciones específicas que forman el contexto de aprendizaje.”<sup>95</sup>

Naturalmente pasar de un estudiante dependiente del docente a uno autónomo no es tarea de un solo paso. Es fundamental evaluar cuál es la verdadera situación de desarrollo de los estudiantes y según esto plantearles actividades progresivamente más abiertas, de tal forma que puedan explorar diferentes niveles de responsabilidad y libertad para la toma de decisiones.

---

<sup>95</sup> MONEREO, Carles. La Enseñanza Estratégica: Enseñar para la Autonomía. En MONEREO, Carles *et al.* Ser Estratégico y Autónomo Aprendiendo: Unidades Didácticas de Enseñanza Estratégica. Barcelona: Graó, 2001. p. 11.

## **5.2 ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA**

Frida Díaz y Gerardo Hernández definen las estrategias de enseñanza como “los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos.”<sup>96</sup>

Igualmente recalcan que aunque ambos tipos de estrategias, de enseñanza y de aprendizaje, propenden al desarrollo de aprendizajes significativos, las estrategias de enseñanza están relacionadas con el diseño, programación, elaboración y realización de las actividades pedagógicas por parte del docente. En el caso de las estrategias de aprendizaje el aprendiz es quien debe seleccionarlas y aplicarlas.

Una característica fundamental de las estrategias, tanto de enseñanza como de aprendizaje, es la de ser procedimientos a ser empleados de manera flexible y adaptada a las circunstancias específicas de cada experiencia.

### **5.2.1 Clasificación**

Existen diferentes formas de clasificar las estrategias de enseñanza. Por una parte se pueden describir según el momento del proceso pedagógico en el cual se dan en preinstruccionales (si se dan antes de un contenido curricular específico), coinstruccionales (durante) y posinstruccionales (después)<sup>97</sup>.

Se puede hacer otra clasificación según el tipo de proceso cognitivo favorecido por cada estrategia. En este sentido Díaz y Hernández plantean la existencia de estrategias para activar o generar conocimientos previos, para la generación de expectativas apropiadas en actividades de generación de información previa; para orientar y mantener la atención;

---

<sup>96</sup> DÍAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Méjico: McGraw Hill. 1998. 232 p.

<sup>97</sup> *Ibíd.*

para promover la organización de la información a través de la mejora de conexiones internas o conexiones internas.

### ***5.2.2 Ejemplos de Estrategias de Enseñanza***

- Objetivos o propósitos del aprendizaje (preinstruccionales, activadores de conocimientos previos)

Son enunciados que exponen con claridad los propósitos de cada actividad de aprendizaje y los resultados esperados. Es fundamental explicitar los objetivos orientados hacia los estudiantes. En la medida que sean conocidos y comprendidos por los aprendices se les estará invitando a tomar parte activa de un proceso en el cual son los directos beneficiarios.

Díaz y Hernández señalan que los objetivos cumplen la función de orientar los procesos de atención y de aprendizaje, sirven como criterios para discriminar aspectos relevantes de los contenidos curriculares, permiten la generación de expectativas adecuadas y dan criterios a los estudiantes para saber qué se espera de ellos al término de la clase, episodio o curso

Estas funciones ponen de manifiesto el valor de explicitar a los estudiantes la finalidad de cada práctica de aula, trabajo o tarea. El sentido de dirección y la atención que se gana por tener certeza hacia dónde se avanza son un aporte clave de los objetivos.

- Resúmenes (pre, co o postinstruccionales, organizadores de las conexiones internas)

Como estrategia de enseñanza es elaborado por el profesor para proporcionárselo a los estudiantes. Por su brevedad respecto a los contenidos que han de aprenderse

permite la visualización de la estructura general del tema. Debe ser claro, preciso y ágil en la expresión de la información relevante.

Dentro de las funciones principales se destacan: Ubicación del estudiante dentro de la configuración del material a aprender, énfasis a la información importante, introducción de nuevos materiales, organización de la información adquirida y familiarización con el contenido para facilitar el aprendizaje.

- Ilustraciones (coinstruccionales, orientadoras y retenedoras de la atención)

Son una estrategia muy empleada debido a que de por sí son interesantes. Por lo tanto es fundamental seleccionar el material visual que se emplee de manera cuidadosa para evitar la distracción de los estudiantes. Hartley plantea que su valor emerge en áreas científicas y tecnológicas y son más recomendables para comunicar ideas de tipo concreto, de bajo nivel de abstracción, conceptos de tipo visual o espacial, eventos que ocurren de manera simultánea o para ilustrar procedimientos<sup>98</sup>.

- Organizadores Previos (preinstruccionales, integradoras de conexiones externas)

Constituyen una clase de estrategia de enseñanza típicamente preinstruccionales porque sirven de introducción a los contenidos que se van a trabajar. Según Díaz y Hernández son materiales compuestos por un conjunto de proposiciones y conceptos con un grado de inclusión mayor que la información nueva que se va a aprender. También señalan que no se deben confundir con los resúmenes porque estos están directamente relacionados con el tema de estudio, mientras que el organizador brinda un enlace entre lo que el estudiante ya sabe y lo que se le pretende enseñar.

---

<sup>98</sup> *Ibíd.*

- Preguntas intercaladas (coinstruccionales, orientadoras y retenedoras de la atención)

Son planteadas a los estudiantes durante el desarrollo de las situaciones de enseñanza y tienen por objetivo facilitar el aprendizaje. Pueden hacer referencia a tema ya cubierto o a temas posteriores, en el primer caso para llamarlo a profundizar sus concepciones y en el segundo para que aprenda específicamente la información a la cual se hace referencia. Para que las preguntas sean efectivas como estrategia de enseñanza se debe ofrecer una retroalimentación correctiva, indicándole si la respuesta es correcta o no y porqué. Igualmente sirven como elemento de evaluación formativa al proveer información sobre el avance gradual del estudiante.

- Mapas Conceptuales y Redes Semánticas (co o postinstruccionales, organizadora de conexiones internas)

Estas dos estrategias son representaciones gráficas de conocimientos conceptuales y sus interrelaciones. Díaz y Hernández señalan que pueden ser usadas para mostrarle a los estudiantes el significado conceptual de los contenidos curriculares que aprenderá, está aprendiendo o ya ha aprendido.

Un mapa conceptual está formado por conceptos, proposiciones y palabras de enlace. Las proposiciones enlazan conceptos de una manera jerárquica de tal forma que se puedan reconocer las interrelaciones y el nivel de generalidad o inclusividad de cada concepto.

Por su parte las redes semánticas muestran interrelaciones entre conceptos pero sin tener en cuenta la organización jerárquica. Existe mayor libertad para rotular los conectores entre conceptos que en el caso de los mapas conceptuales.

Dentro de las funciones de los mapas conceptuales y las redes semánticas Díaz y Hernández destacan: representar gráficamente los conceptos estudiados o bajo

estudio y sus interrelaciones, facilitar la exposición de conceptos, permitir una negociación de significados entre profesor y estudiantes en la medida que se discuta en clase o se le permita a los estudiantes crear sus representaciones. Igualmente son de amplio valor para comprender un episodio didáctico amplio o el rumbo de las sesiones de aprendizaje. Finalmente como herramienta evaluativa permiten explorar conocimientos previos y determinar el nivel de comprensión de los temas estudiados.

### **5.3 ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**

“Las estrategias de aprendizaje son procedimientos que un estudiante adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas.”<sup>99</sup> El aspecto diferenciador respecto a las estrategias de enseñanza es que estas son ejecutadas voluntaria e intencionalmente por el mismo estudiante.

#### **5.3.1 Clasificación**

Díaz y Hernández plantean que existen variadas clasificaciones para las estrategias de aprendizaje. La clasificación de Pozo (1990) tiene en cuenta los procesos cognitivos involucrados y la finalidad perseguida. En cuanto a procesos pueden ser de aprendizaje memorístico con estrategias de recirculación de la información, procesos de aprendizaje significativo a través de estrategias de elaboración y organización y procesos de recuerdo en estrategias de recuperación.

Las estrategias de recirculación son consideradas las más primitivas y suponen un procesamiento superficial de la información. El repaso constituye su más claro ejemplo y son de utilidad cuando los materiales a aprender carecen o tienen poca significatividad lógica.

---

<sup>99</sup> *Ibíd.*

Las estrategias de elaboración implican una integración de la nueva información con los conocimientos previos. Dependiendo del nivel de profundidad del procesamiento se pueden considerar simples o complejos. Estas estrategias permiten el desarrollo de aprendizajes significativos porque se atiende directamente a los fundamentos del material a aprender.

Las estrategias de organización de la información tienen por finalidad reorganizar la información a aprender, en búsqueda de una representación adecuada de la información y sus relaciones con la estructura mental previa.

Díaz y Hernández recalcan que con las estrategias de elaboración y organización se está favoreciendo el aprendizaje significativo debido a la construcción de contenidos y a la búsqueda de sentido en la información.

Las estrategias de recuperación son aquellas que buscan optimizar el recuerdo de información almacenada en la memoria de largo plazo.

Por su parte la clasificación de Alonso tiene en cuenta como eje de trabajo los materiales que se deben aprender. Para Información factual propone estrategias de repetición, de organización categorial y de elaboración simple. Para información conceptual plantea las representaciones gráficas, estrategias de elaboración, resúmenes y elaboración conceptual.

### ***5.3.2 Ejemplos de Estrategias de Aprendizaje***

Siguiendo la clasificación de Pozo, presentada por Díaz y Hernández, se pueden enunciar las siguientes estrategias:

- De Recirculación de la Información: Repaso simple, como apoyo están el subrayar, destacar y copiar.
- De Elaboración: Para procesamiento simple se tiene el uso de palabras clave, rimas, imágenes mentales, parafraseo. Para procesamiento complejo elaboración de inferencias, resúmenes, analogías, elaboración de conceptos.

- De Organización: Para clasificar el uso de categorías. Para jerarquizar y organizar creación de mapas conceptuales, redes semánticas y uso de estructuras textuales.
- De Recuperación: Seguir la pista o búsqueda directa.

#### **5.4 ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

La resolución de problemas constituye, junto con el aprendizaje colaborativo, una de las estrategias más útiles para la formación de profesionales competentes, puesto que favorece el desarrollo de competencias no solamente dentro de su propia disciplina, sino para asumir los retos de actualización continua y autónoma impuestos por la actual sociedad sobre-informada. García destaca la importancia de la resolución de problemas para el desarrollo de la democracia, la generación de desarrollo social y el aprendizaje de la cultura por parte de los individuos<sup>100</sup>.

La democracia se ve favorecida en la medida que los procesos de aprendizaje por resolución de problemas requieren capacidad de decisión y de participación de los individuos, así como la toma de responsabilidad por las consecuencias de los actos y decisiones. De forma similar la capacidad para resolver problemas y la creatividad han sido fundamentales para afrontar las dificultades de cada sociedad en todos los órdenes, especialmente el económico y el social. “El desarrollo por parte de los sujetos para acometer la resolución de problemas, es la base de la cultura del futuro, es la base de la cultura del cambio<sup>101</sup>.”

Sin embargo, el papel de la resolución de problemas encuentra su retribución de manera casi inmediata al favorecer el desarrollo de aprendizajes, el apoyo a la transmisión y conservación de la cultura ya que aborda los procesos de enseñanza y de aprendizaje de una forma mucho más cercana al desarrollo cognitivo de las personas. Los aprendizajes

---

<sup>100</sup> GARCIA GARCIA, José Joaquín. Didáctica de las Ciencias. Bogotá: Magisterio, 2003. 209 p.

<sup>101</sup> GARCIA GARCIA, José Joaquín. *op cit.* p. 26 de 209.

desde la temprana infancia surgen y cobran significado en la medida que tienen referentes problemáticos concretos por resolver.

El grado de compromiso del estudiante para con su proceso de aprendizaje igualmente se ve favorecido mediante la estrategia de resolución de problemas, ya que se fomenta la formación de actitudes, intereses y valores asociados con el campo disciplinar estudiado mediante la vinculación de los contenidos con situaciones de la vida cotidiana<sup>102</sup>.

De manera complementaria el estudiante no solo resuelve un ejercicio tradicional, sino debe esforzarse en la resolución de un problema, utilizando sus procesos cognitivos básicos, conocimientos disciplinares previos, estrategias y conocimiento metacognitivo. Igualmente debe diagnosticar su capacidad de abordar el problema identificando qué conocimientos o habilidades tiene que desarrollar, qué fortalezas y debilidades tiene para asumir la tarea. Todo esto bajo la orientación del profesor, actor complementario pero fundamental dentro del proceso.

La estrategia de resolución de problemas es cercana a las de aprendizaje basado en problemas. Aunque las dos tienen ciertas diferencias en su concepción y área de enfoque comparten el uso de “escenarios problemáticos para motivar a los estudiantes a involucrarse en su proceso de aprendizaje”<sup>103</sup>. Savin Baden y Major hacen la salvedad que estas estrategias no deben ser confundidas con prácticas en las cuales los estudiantes se dedican a responder preguntas suministradas por sus docentes; Igualmente reportan que el aprendizaje basado en problemas empezó a trabajarse desde los años cincuenta.

---

<sup>102</sup> CORREDOR, Martha *et al.* Aula Virtual: Una Alternativa en Educación Superior.\_Bucaramanga: Ediciones UIS, 2003. 130 p.

<sup>103</sup> SAVIN-BADEN, Maggi y HOWELL MAJOR, Claire. Foundations of Problem-Based Learning. Berkshire, UK: Open University Press, 2004. p. 3 de 197.

Por su parte, Campanario menciona que el aprendizaje por resolución de problemas empezó a tomar fuerza desde los años sesenta y setenta<sup>104</sup>.

En este apartado se realizará una fundamentación de la resolución de problemas como estrategia para fomentar tanto el desarrollo de aprendizajes significativos como el de competencias metacognitivas. En este sentido, se abordará la reflexión sobre el concepto y principios que fundamentan la estrategia, su sustento filosófico y pedagógico, los propósitos que busca cubrir, el concepto de problema, los principios para su aplicación y las alternativas de evaluación que involucra.

#### ***5.4.1 Concepto y Principios de la Estrategia***

La resolución de problemas es una estrategia pedagógica en la cual los procesos de aprendizaje se encuentran enmarcados dentro de situaciones problemáticas relacionadas con los contenidos cognitivos que se quieren enseñar y simultáneamente propiciadoras del desarrollo de competencias en los ámbitos actitudinal, metacognitivo y social.

Corredor *et al* exponen que los estudiantes en grupos colaborativos reciben un problema con un determinado nivel de complejidad tal que no les resulta inmediata su solución, pero que normalmente surge a partir de procesos propios y grupales.

Después de haber asumido el reto, y ante la necesidad de buscar solución al problema, cada estudiante seguirá una serie de pasos, definidos por él mismo haciendo uso de su conocimiento estratégico, para clarificar los objetivos que debe cumplir, definir un plan de acción, ejecutarlo y evaluar la validez de su solución. La estrategia prestará atención no solamente al resultado dado por los estudiantes como solución al problema, sino a cada una de las etapas del proceso, favoreciendo por lo tanto el desarrollo o

---

<sup>104</sup> CAMPANARIO, J. M. La Enseñanza de las Ciencias en Preguntas y Respuestas. Madrid: Universidad Alcalá de Henares. [online]. [28 de mayo de 2005]. Disponible en <<http://www2.uah.es/jmc/webens/INDEX.html>>.

perfeccionamiento de las estrategias de aprendizaje y solución de problemas por parte del estudiante.

Savin-Baden y Major por su parte mencionan como características fundamentales del modelo clásico de la estrategia:

- El foco de organización para el aprendizaje son situaciones del mundo real, complejas, que no necesariamente tienen una respuesta “correcta”. Esto genera un enlace entre la teoría y la práctica. La utilización de situaciones no depuradas y cercanas a la realidad del estudiante incrementa su motivación frente a la labor educativa. Así mismo en la medida que se visualizan los nuevos contenidos de aprendizaje en contexto se estará facilitando la aplicación de las nuevas competencias a situaciones reales que afronte el estudiante.
- Trabajo de los estudiantes por equipos para afrontar el problema, identificar vacíos de aprendizajes y desarrollar soluciones viables. El poder del trabajo colaborativo es innegable porque potencia el desarrollo de competencias para la democracia, favorece el apoyo mutuo entre estudiantes y los enfrenta a lo que es una realidad para todas las etapas de la vida: En la medida que se coopera y se trabaja en equipo se pueden lograr mejores resultados. Básicamente se plantea que las dos estrategias, resolución de problemas y aprendizaje colaborativo, aparecen interrelacionadas y complementándose.
- Los estudiantes adquieren nueva información a través de aprendizaje auto-dirigido, favoreciendo el desarrollo de su autonomía. Esta característica no implica que los estudiantes se enfrentan solos ante los problemas, sino que deben ir desarrollando habilidades para buscar, clasificar y seleccionar información de utilidad para la tarea específica que se le plantea. La autonomía corresponde a la competencia de cada estudiante de determinar que tan capacitado está para asumir la tarea educativa de forma regulada y estratégica.
- Los docentes actúan como facilitadores, lo cual implica asignar problemas realizables y proveer la guía necesaria para que los estudiantes no “naufraquen” en el intento de la solución. Como se ha discutido anteriormente, la labor del

docente ha cambiado radicalmente de ser el poseedor y transmisor de los conocimientos a ser una guía y orientación de los procesos de aprendizaje. La nueva labor es ardua en la medida que es fundamental conocer el nivel de desarrollo cognitivo y el grado de autonomía de los estudiantes para asignarles labores pertinentes y favorecedoras de avances en ambos campos. La motivación y el liderazgo proveído por los docentes es otro aspecto fundamental.

- Los problemas conllevan al desarrollo de capacidades para la resolución de problemas, comunicativas, e interpersonales. No solamente se busca el desarrollo de conocimientos en el área conceptual de la asignatura sino en el desarrollo de las competencias transversales que debe tener todo profesional, para esto es fundamental propiciar procesos democráticos, participativos y adaptados a la capacidad de los estudiantes.
- Las situaciones preferentemente son de tipo interdisciplinar. Es difícil encontrar problemas de la vida real que estén relacionados con un único campo temático. La organización curricular por asignaturas surge más como una necesidad logística que como un resultado de la diferenciación abierta de campos conceptuales. En la medida que los estudiantes se vean retados con problemas de tipo interdisciplinar se les estará obligando a construir relaciones conceptuales entre aquellas áreas que anteriormente asumía independientes.

Dentro de las características asociadas a la estrategia se puede observar que al plantearse al estudiante un problema, sin solución directa a la vista, se le está retando a exigirse a fondo con procesos de pensamiento racionales y estructurados con el objetivo llegar a una solución determinada, además de desarrollar diferentes habilidades y utilizar diversas estrategias. En consecuencia, García plantea que la estrategia privilegia el desarrollo de la creatividad, precisamente uno de los elementos fundamentales del quehacer de ingeniería.

Por otra parte, en la medida que se le exige al estudiante plantear vías para la solución o planes de acción se le está exigiendo hacer uso de procesos cognitivos asociados al desarrollo de aprendizajes significativos por la elaboración y organización que lleva

implícitos. Dentro de estos procesos Corredor *et al* mencionan: análisis, síntesis, evaluación y creatividad y actividades cognitivas como identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables, elaborar conclusiones.

#### **5.4.2 El Sustento Pedagógico de la Estrategia**

Las propuestas pedagógicas de aprendizaje basado en problemas y aprendizaje por resolución de problemas tienen su fundamento en las teorías cognitivistas y constructivistas del aprendizaje. Sin embargo García considera que se puede hacer una conexión con diferentes teorías como la asociacionista y la de procesamiento de la información.

##### **5.4.2.1 Relaciones con la Teoría Asociacionista**

El paradigma asociacionista corresponde a una de las primeras explicaciones sobre los procesos de resolución de problemas. En esta teoría se considera que el proceso se da por la prueba de diferentes respuestas hasta llegar a la solución, en consecuencia se considera que el aprendizaje de respuestas habilita para la resolución de problemas. La aparición de soluciones de manera inesperada es explicada por procesos mentales de selección de respuestas.

Se considera que la solución de un problema sigue los siguientes pasos: 1) enfrentamiento a la situación y aplicación por ensayo y error de diversos procedimientos; 2) selección de las respuestas más adecuadas a los interrogantes del problema; 3) establecimiento de relaciones entre respuestas y estímulos (preguntas) por medio de asociaciones válidas; 4) construcción de familias jerárquicas de hábitos después de solucionar un número significativo de situaciones; 5) aplicación hacia problemas similares.

Se puede concluir que las teorías asociacionistas brindan herramientas para entender cómo se resuelven situaciones ajustables a parámetros predeterminados pero no verdaderos problemas, ya que estos no tienen solución a la vista. Sin embargo García

argumenta que este paradigma ofrece una argumentación coherente y de utilidad en teorías contemporáneas sobre la memoria y aprendizaje.

#### **5.4.2.2 Relaciones con la Teoría de la Gestalt o Teorías Cognitivas**

Las teorías cognitivas del aprendizaje se centran en los procesos mentales que sigue el estudiante en su aprendizaje, es decir, tratan de explicar cómo los individuos aprenden y qué ocurre en sus cerebros cuando este aprendizaje se da. Se considera que la nueva información tiene que ser interpretada en términos de los conocimientos previos y de las experiencias del aprendiz; por lo tanto la estructura cognitiva es el principal factor que afecta el aprendizaje significativo.

La resolución de problemas implica en su aplicación una visualización de todo el proceso de aprendizaje. Los estudiantes deben tratar de encontrar la estructura general del problema, posteriormente la identificación de vacíos e incongruencias cognitivas son estímulos para el aprendizaje. El dejar problemas abiertos se convierte en una herramienta más que un obstáculo por la inducción a la búsqueda de alternativas de solución.

Por otra parte Campanario hace claridad que un aspecto fundamental para el aprendizaje por resolución de problemas contar con habilidades para el pensamiento formal. Piaget, en su teoría constructivista, fue quien acuñó el término para denotar aquellos procesos de pensamiento de orden superior, presentes en adolescentes y adultos que permiten afrontar situaciones de tipo problemático o incierto. En este sentido la utilización de la estrategia está condicionada a la verificación de un dominio de procesos de pensamiento básico por parte de los estudiantes y se enfocaría a la potencialización de habilidades de tipo superior.

Si esta condición no se da es fundamental prestar atención y diseñar experiencias de aprendizaje ajustadas a al nivel de desarrollo verdadero de los estudiantes. En otras palabras, aprovechando la terminología de Vigotski, el problema se debe diseñar de tal forma que se ubique en la Zona de Desarrollo Potencial de los estudiantes.

Finalmente, uno de los elementos cruciales de las estrategias de aprendizaje por resolución de problemas y basado en problemas es ser totalmente coherente con las propuestas constructivistas en el sentido que se privilegia y se da la oportunidad a los estudiantes para que vayan construyendo su conocimiento por sí mismos, con interacción con sus compañeros y tutores e incrementando y refinando sus propios conocimientos y estrategias gracias a la experiencia.

#### **5.4.2.3 Relaciones con la Teoría del Significado**

La teoría del significado de Ausubel considera que en la mente de los individuos existen estructuras cognoscitivas desarrolladas por acciones y experiencias pasadas, las cuales condicionan las respuestas de la persona ante situaciones nuevas. La asimilación corresponde a la búsqueda de un esquema mental apropiado para relacionar la nueva información. En la medida que se produzcan relaciones se construyen los significados.

Para esta teoría la solución de un problema se da en consonancia con la estructura conceptual previa y por lo tanto implica un proceso de reestructuración que conlleva a un aprendizaje significativo. El estudiante debe ser capaz de dar significación a través de la relación de las nuevas informaciones con los esquemas previos.

Para Ausubel<sup>105</sup> la presencia en la estructura cognoscitiva de conocimientos antecedentes pertinentes, claros, estables y discriminables, relacionados con el tópico del cual trata el problema facilita su resolución.

#### **5.4.2.4 Relaciones con la Teoría del Procesamiento de la Información**

La teoría del procesamiento de la información se fundamenta en la visualización del ser humano como un procesador de información. En la medida que se describe al problema bajo un esquema de entrada/salida, la resolución de un problema implica la definición de sus estados inicial y final para describir luego los procedimientos que permitan alcanzar

---

<sup>105</sup> AUSUBEL, D.; NOVALK, J. y HANESIAN, H. *Op. Cit.*

desde el estado inicial el estado final. Los procedimientos reciben el nombre de operadores.

García denota la propuesta de Cagne con los siguientes pasos: 1) Atención y selección de la información, con codificación y asimilación de la misma; 2) Almacenamiento en forma organizada de la información en la memoria de largo plazo; 3) Recuperación constructiva de la información con ayuda de la memoria de corto plazo y 4) Utilización y transferencia de la información en la resolución de situaciones problemáticas nuevas.

Sin embargo García plantea como una de las fallas de esta teoría el estar demasiado ligada al procesamiento serial de los computadores y no a la naturaleza organizativa del cerebro, el cual procesa paralelamente la información.

#### ***5.4.3 El Sustento Filosófico de la Estrategia***

El aprendizaje por resolución de problemas está en concordancia con muchas de las corrientes filosóficas a través del tiempo, sin embargo la conexión más directa se encuentra con los planteamientos epistemológicos del siglo pasado.

La relación con las corrientes filosóficas clásicas se encuentra en el entregarle al aprendiz el protagonismo en su proceso de aprendizaje, además de favorecer procesos de raciocinio. Sócrates es precisamente el primer filósofo de la antigüedad que busca la autonomía en sus seguidores; la mayéutica constituye su método de acercamiento a la verdad y considera que cada persona debe buscar sus argumentos por cuenta propia al tratar de explicar algo. Por su parte la importancia fundamental al ejercicio de la razón y a la observación para la solución de las situaciones problemáticas son propias de las propuestas platónica y aristotélica, respectivamente<sup>106</sup>.

En cuanto al empirismo se resalta la propuesta por el uso de los sentidos y los métodos deductivos e inductivos para la adquisición del conocimiento. Hoy en día la

---

<sup>106</sup> SAVIN-BADEN, Maggi y HOWELL MAJOR, Claire. *Op. Cit.*

experimentación y toma de información a través de procesos de medida son fundamentales en cualquier propuesta de ingeniería. Se considera que en la medida que los estudiantes se enfrenten a las situaciones problemáticas de forma directa estarán desarrollando aprendizajes más significativos que si se les transmite solamente cantidades de información.

De la fenomenología Savin-Baden y Major hacen claridad que fue Kant el primero en identificar la distancia entre teoría y práctica, al afirmar que “entre teoría y práctica, sin importar cuán completa sea la teoría, es necesario un término medio que provea una conexión y transmisión”<sup>107</sup> y que la educación es precisamente el medio para llenar el vacío, por medio de experiencias que acerquen al estudiante a situaciones reales.

Dentro de las propuestas epistemológicas del siglo XX, García destaca las propuestas de Popper, Kuhn y Toulmin como apoyo directo a la propuesta de aprendizaje por resolución de problemas.

Karl Popper considera que el desarrollo de la ciencia está determinado por la capacidad de afrontar nuevos problemas, nuevos interrogantes; es precisamente esta finalidad de la ciencia la que la diferencia de otros campos de conocimiento. El carácter de falibilidad de la ciencia y la convicción de que las teorías no son definitivas determina la incoherencia de promover y mantener puntos de vista dogmáticos en el aula de clase. Popper hace un llamado a asumir cada vez en más profundidad el análisis racional de los problemas: “[si] enunciamos nuestro problema lo más claramente que podamos y presentamos nuestra solución en una forma lo suficientemente definida, es decir que pueda discutirse

---

<sup>107</sup> KANT, Immanuel. *Perpetual Peace and Other Essays on Politics and Moral*. Indianapolis: Hackett Publishing Company Inc., 1983, p 61. Citado por SAVIN-BADEN, Maggi y HOWELL MAJOR, Claire. *Op. Cit.*

críticamente,”<sup>108</sup> se logrará avanzar en la búsqueda de soluciones más profundas y generales.

Por su parte Kuhn considera que la ciencia está fundamentada en paradigmas, que se mantienen constantes y explican y resuelven una determinada cantidad de problemas. Sin embargo lo que considera ciencia normal constituiría los llamados ejercicios, ya que implica la aplicación del paradigma como fórmula de solución; para el campo pedagógico se puede decir que la ciencia normal tendría el mismo efecto que la asimilación de contenidos que no están en contravía de la estructura conceptual previa. Los verdaderos problemas, aquellos que no tienen solución, son abordados en la ciencia a través de las revoluciones científicas, que son la fase productiva de nuevos paradigmas; los procesos de aprendizaje por reestructuración del esquema mental previo se relacionan directamente con la naturaleza revolucionaria del avance científico en Kuhn.

Mientras Kuhn considera que los cambios son eventuales y extraordinarios, para Toulmin estos constituyen el “elemento principal de la racionalidad”<sup>109</sup>. Esta racionalidad corresponde a la posibilidad que tienen los individuos de modificar e incluso cambiar sus ideas. Los problemas de conocimiento son el motor de cambio en las ciencias y los procesos de resolución de problemas científicos incluyen la selección y evolución de ideas y conceptos. Toulmin igualmente considera fundamental el papel de la aproximación colectiva para la solución de los problemas científicos y la incidencia de condicionantes históricos.

#### ***5.4.4 Los propósitos del uso de la estrategia***

Ya se mencionó que a largo plazo la estrategia de resolución de problemas proveerá el desarrollo de competencias para la vida democrática y para el desarrollo social. En un

---

<sup>108</sup> POPPER, Karl. *La Lógica de la Investigación Científica*. México: Rei, p 262. Citado por GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. *Op. Cit.* p. 28.

<sup>109</sup> GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. *Op. Cit.* p. 28.

plano más inmediato se puede considerar que la estrategia tiene tres frentes de trabajo como objetivos primordiales: El desarrollo de procesos de aprendizaje activo que favorezcan los aprendizajes significativos, el aprendizaje de la misma resolución de problemas y el cambio actitudinal en los estudiantes.

Schroeder y Lester plantean para el caso de la enseñanza de las matemáticas que

los problemas son valorados no solamente como un propósito para el aprendizaje de las matemáticas, sino como uno de los primeros medios para hacerlo. La enseñanza de un tópico en matemáticas empieza con una situación problemática que involucra aspectos claves del tópico, y las técnicas matemáticas son desarrolladas como respuestas razonables a problemas razonables.<sup>110</sup>

El anterior planteamiento se puede extrapolar a la enseñanza de las ciencias y a los cursos de ingeniería. Las situaciones problemáticas, que tienen valor debido a que serán encontradas en el ejercicio profesional pueden ser utilizadas como un vehículo de aprendizaje del pensamiento crítico, creativo y autónomo. En la medida que es probable que con la actual dinámica evolutiva del conocimiento el profesional no se vea enfrentado al mismo problema estará en capacidad de implementar estrategias para la solución del problema específico.

Por otra parte el enfrentamiento con situaciones del interés de los estudiantes y su participación activa dentro de la dinámica de clase favorece aprendizajes mucho más significativos y duraderos. Se estará exigiendo al estudiante reestructurar su red de conocimiento si debe conciliar contradicciones entre sus conocimientos previos y los nuevos problemas, y si la solución respectiva implica la búsqueda de nuevos elementos conceptuales en los cuales soportarse.

---

<sup>110</sup> SCHROEDER y LESTER, 1989, citados por LESTER, Frank *et al.* Learning How to Teach via Problem Solving. En AICHELE, Douglas B, (Ed.) Professional Development for Teachers of Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1994. p. 153.

Lester *et al*<sup>111</sup> sugieren que cuando a los estudiantes se les estimula y requiere para ser reflexivos en su trabajo, ellos desarrollan mejores habilidades de pensamiento reflexivo, su entendimiento de los contenidos se aumenta y empiezan a visualizar y hacer conexiones entre los conceptos. Desde su campo de trabajo concluyen que los estudiantes también empiezan a hacerse los tipos de preguntas que rutinariamente hacen los investigadores de su campo: ¿Qué sucederá si...? ¿Por qué este caso no sigue el patrón? ¿Trabaja esto en general?

Finalmente, García recalca:

La enseñanza de las ciencias debe propender por la formación de actitudes, intereses y valores en los estudiantes para hacer de ellos individuos interesados por la ciencia, pero de manera concomitante las actitudes positivas hacia las ciencias, por parte de los estudiantes, son un ingrediente fundamental para que ellos aprendan el conocimiento científico, ya que sin estas se hace bastante difícil lograr éxito en los aprendizajes....Es posible pensar que el desarrollo de actitudes hacia las ciencias en los individuos, pueda ser generado por procesos de intervención pedagógica que impliquen una enseñanza adecuada de las ciencias....un modelo que además de generar actitudes adecuadas hacia las ciencias provoque desarrollos en la independencia cognoscitiva, la capacidad creativa y la construcción de conocimientos en los estudiantes<sup>112</sup>.

Para García las actitudes son aprendizajes que predisponen la respuesta a una situación, objeto o mensaje. Igualmente enuncia que una actitud tiene tres componentes: el cognitivo, el afectivo y el comportamental.

El componente cognitivo está representado por la estructura de ideas, creencias, opiniones, conceptos y en general toda la información construida acerca del objeto social determinado, que conlleve a respuestas positivas o negativas hacia él.

---

<sup>111</sup> LESTER, Frank *et al.* Learning How to Teach via Problem Solving. En AICHELE, Douglas B, (Ed.) Professional Development for Teachers of Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1994. p. 152-166 de 307.

<sup>112</sup> GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. *Op Cit.* p. 39.

El componente afectivo involucra los sentimientos y la motivación positiva de estudiante hacia el objeto social, y muestra el acuerdo o desacuerdo con una conducta o ante un hecho o fenómeno. Dos actitudes básicas asociadas son la aceptación, o ejecución con agrado de las tareas y actividades relacionadas con el objeto social y el rol activo, es decir la participación activa y comprometida del estudiante en las mismas actividades y tareas. “Estas dos actitudes se favorecen en la medida que se den condiciones comunicacionales, espacio-temporales y organizacionales propicias en el aula y a partir del diseño de actividades y situaciones problemáticas que generen intereses cognoscitivos en los estudiantes.”<sup>113</sup>

Otras dos actitudes afectivas señaladas por García corresponden a la preferencia y la persistencia. Expone que estas se ven desarrolladas en procesos aprendizaje por resolución de problemas en la medida que el estudiante interactúe con los contenidos, ideas cognitivas y procesos a través de instrumentos como heurísticos, y cartas de resolución de problemas que le ayuden a afrontar las situaciones y persistir en ellas.

Por su parte el componente comportamental, según García, especifica la relación entre la actitud del individuo y el objeto social en términos de acciones específicas. La divide en dos clases, una de acción y la otra metodológica, mostradas en detalle en la Tabla 2 y la Tabla 3 respectivamente.

Las actitudes mencionadas se desarrollan en el proceso de enseñanza a través de la resolución de situaciones problemáticas. Igualmente se debe fomentar el trabajo por equipos generando la discusión colectiva para construir soluciones y dar una mirada crítica a los problemas y sus soluciones. Este trabajo provoca cambios o transformaciones de las ideas de los alumnos mediante: a) interaccionan teoría con práctica; b) las estructuras teóricas de los estudiantes evolucionan; c) se encuentra la aplicabilidad de los conceptos a la vida cotidiana; y d) cuando los individuos encuentran que la resolución de un problema los conduce a enfrentarse con otros nuevos y superiores.

---

<sup>113</sup> *Ibíd.* p. 41.

**Tabla 2. Actitudes Comportamentales de Acción Desarrolladas por la Estrategia de Resolución de Problemas**

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Apoyo Ofrecido</i>
Multicausalidad	Reconocimiento de la existencia de múltiples causas para un fenómeno. Rechazo al absolutismo y al determinismo	Análisis desde diferentes puntos de vista, planteamiento de diferentes vías de solución a un problema.
Multicontextualización	Disposición a relacionar conocimientos con el ámbito sociocultural en el que se produjo y con otras áreas de conocimiento	Los problemas propuestos relacionan los marcos conceptuales con los marcos problemáticos del medio ambiente y del contexto socio-cultural.
Pensamiento Divergente	Disposición para conocer y explicar los fenómenos por nuevos caminos y usando otros conceptos	Problemas creativos en el aula, ambientes creativos para su solución.
Enfoque teórico-práctico	La teoría dirige el proceso investigativo pero ha de ser contrastada y valorada con la acción razonada.	Representación y reformulación de los problemas. Vinculación de las soluciones con los contextos reales donde se aplica. Evaluación y análisis de aplicabilidad de las soluciones.
Tolerancia o apertura cognitiva	El permitir el análisis y discusión de otras explicaciones para los fenómenos. Rechazo al escepticismo y a la individualización del conocimiento.	Etapas finales de discusión, análisis y comunicación de resultados. Sustentación de planes de acción y resultados con tolerancia a la crítica.

Fuente: Autor, basado en GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. Op. Cit.

#### **5.4.5 Definición de Problema**

García plantea que un problema puede ser definido como tal en la medida que presente un grado adecuado de dificultad para quien lo debe resolver y sea reconocido como tal. Dentro de las características asociadas a está el de motivar una búsqueda razonada de solución debido a la novedad de la situación y el reto personal implicado. García menciona varios autores aportando elementos a esta definición, destacándose dentro de estas la propuesta de Garret, en la cual se plantea la existencia de un *umbral de problematicidad* diferente para cada persona debido a la multiplicidad de experiencias y aprendizajes previos de cada individuo. Lo que para una persona es un problema para

**Tabla 3. Actitudes Comportamentales de Tipo Metodológico Desarrolladas por la Estrategia de Resolución de Problemas**

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Apoyo Ofrecido</i>
Abordaje Analítico-sintético	Reconocimiento del problema como un todo, uso del análisis como herramienta de trabajo.	Análisis comprensivo del enunciado, su representación y establecimiento de relaciones entre las ideas u conceptos clave.
Planeación Flexible	Capacidad de decisión entre alternativas, posibilidad de plantear cambios procedimentales.	Identificación del problema, planeación de estrategias, discusión de plausibilidad del plan y seguimiento de la ejecución.
Carácter Social del conocimiento	Capacidad de reconocer el conocimiento como producto de la interacción con otros.	Trabajo en grupo, discusión colectiva y comunicación creativa
Enfoque relacional	Capacidad para situar el objeto del conocimiento dentro de un sistema y en relación con otros fenómenos o factores.	Establecimiento de relaciones clave al analizar el problema y estructuración de posibles vías de solución al problema.

*Fuente: Autor, basado en GARCÍA GARCÍA, José Joaquín, Op. Cit.*

otra puede ser solamente un ejercicio o *puzzle* debido a que ya conoce una vía de solución para el mismo, caso en el cual la situación no constituye una oportunidad para la reacomodación cognitiva sino para la asimilación de un nuevo factor estimulado el conocimiento previo.

Para García un problema es

una situación que presenta una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y en la cual se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas entre un grupo de factores y variables...la solución de un problema significa reorganización cognitiva, involucramiento personal con una situación problemática y desarrollo de nuevos conceptos y relaciones, es decir construcción significativa de conocimientos, desarrollo actitudinal positivo y desarrollo de las capacidades creativas.<sup>114</sup>

---

<sup>114</sup> *Ibid.* p. 45.

Por su parte, Barbara Duch<sup>115</sup> menciona como características de un buen problema las siguientes:

1. Un problema efectivo debe involucrar a los estudiantes, fomentando su interés y motivación para que trabajen por mejores entendimientos de los conceptos bajo aprendizaje. Debe vincular el material de la asignatura con el mundo real tanto como sea posible. Si el problema se ubica en un contexto en el cual los estudiantes están familiarizados, ellos sentirán que están en capacidad de abordarlo.
2. Muchos problemas para aplicar en la metodología son diseñados con múltiples etapas, para írselas entregando a los estudiantes paulatinamente a medida que avancen en la solución del problema. Una etapa puede dar información adicional relacionada con aspectos tratados en las anteriores.
3. El problema debe ser lo suficientemente complejo que requiera la cooperación de todos los miembros del equipo en la búsqueda de una solución. La longitud y complejidad del caso o problema debe ser tal que los estudiantes se den cuenta pronto que la estrategia de “divide y vencerás” no es efectiva. El poder de la estrategia recae en la habilidad del grupo para sintetizar qué es lo que se ha aprendido y conectar este nuevo conocimiento con el marco conceptual que se quiere desarrollar.
4. Las preguntas iniciales en la primera etapa de un problema debe ser abierta, conectada con conocimientos previos, y posiblemente controversial, de tal manera que los estudiantes sean llevados a una discusión del tópico. Esta estrategia mantiene a los estudiantes funcionando como grupo y además les ayuda a recordar que efectivamente conocen y pueden hacer ciertas conexiones del nuevo problema con los conceptos previos.

---

<sup>115</sup> DUCH, Barbara J. Writing Problems for Deeper Understanding. En DUCH, Barbara J., GROH, Susan E. y ALLEN, Deborah E. (Eds.). The Power of Problem Based-Learning. Sterling, Virginia: Stylus. 2001. p. 47-53 de 274.

5. Los objetivos conceptuales del curso deben estar incorporados en los problemas, conectando previo conocimiento con nuevos conceptos y nuevo conocimiento con conceptos en otros cursos o disciplinas. Las preguntas del problema deben retar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento de alto nivel, llevándolos más allá de los niveles básicos de conocimiento y comprensión de Bloom hacia el análisis, la síntesis y la evaluación, habilidades fundamentales para los estudiantes de cualquier profesión.

Finalmente aunque García reconoce la retribución de los problemas de tipo cuantitativo para el desarrollo de habilidades para clasificar algoritmos y contar con herramientas para la resolución de los problemas duros tienen el riesgo de disminuir el razonamiento y espíritu crítico de los estudiantes al tratar de buscar una respuesta numérica y repetitiva. Propone la utilización de mayor número de problemas sin contenido numérico cuya solución solamente sea de tipo verbal, gráfica o activa.

Estos problemas de tipo cualitativo tienen un aspecto ambiguo, en el sentido que no se enmarcan en un modelo previamente concebido o no están claramente formulados, cuentan con elementos hipotéticos a ser probados en el proceso de resolución y carecen de datos para hacer un llamado a la construcción de los mismos a través del proceso de resolución.

Concluye que en la medida que los problemas cualitativos obligan al estudiante a analizar críticamente la situación para buscar las relaciones significativas que le pueden llevar a la solución, en lugar de tratar de operar con datos e incógnitas en procesos ciegos, la comprensión conceptual se ve favorecida.

Igualmente para Duch no toda la información necesaria para resolver el problema deber ser expuesta. Los estudiantes pueden verse obligados a realizar alguna pesquisa, descubrir nuevo material, y llegar a juicios y decisiones basados en la información encontrada. El problema puede tener más de una respuesta aceptable, basada en las presunciones que los estudiantes hagan.

#### **5.4.5.1 Ejercicios Vs Problemas**

García señala que existe una marcada confusión de los docentes entre lo que es un ejercicio y lo que es un problema, razón por la cual los currículos normalmente están saturados de ejercicios. Menciona que para Pomés Ruiz la diferencia radica en que los problemas exigen el aporte de algo nuevo y desconocido por parte del sujeto durante su solución. Igualmente concluye que los ejercicios solamente requieren “recordación, selección y aplicación de ... fórmulas, algoritmos o patrones de resolución.”<sup>116</sup>

Considero fundamental recalcar que la existencia de ejercicios no puede ser estigmatizada en todas las situaciones de aula. De la misma manera como García compara esta diferenciación con la existente entre ciencia normal y revolución científica de Kuhn, existen situaciones en las cuales es necesario propender por el entrenamiento de habilidades específicas a través de su marcada característica repetitiva. Un ejemplo lo constituiría el aprendizaje de técnicas de soldadura en electrónica, se espera que quien se desempeñe en esta área esté adiestrado para realizar trabajos en el taller o laboratorio utilizando estos conocimientos de manera eficiente. Las técnicas de disección para un futuro cirujano son otro ejemplo de ejercicio de gran utilidad para su desempeño profesional.

Sin embargo la sobreutilización de ejercicios es la que puede atentar contra el desarrollo de las actitudes mencionadas en el apartado anterior y los aprendizajes significativos. Es en este punto es cuando cobra vigencia el poder de los verdaderos problemas como dinamizadores del aprendizaje.

#### **5.4.6 Implementación de la Estrategia**

La estrategia de resolución de problemas debe ser planeada y acondicionada desde el mismo momento de la definición de las metas y propósitos curriculares con el fin lograr

---

<sup>116</sup> GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. *Op. Cit.* p. 46.

los mejores resultados. García plantea que aunque muchos currículos actuales son muy cerrados ya se están dando avances para privilegiar el trabajo sobre situaciones problemáticas abiertas. Las razones para estas transformaciones las sustenta en la insostenibilidad de currículos orientados a la información, a los nuevos paradigmas ético-filosóficos asociados a la educación y al reconocimiento de la resolución de problemas como una destreza importante por ser desarrollada.

Debido a que las experiencias pedagógicas deben estar cohesionadas a través de un hilo conductor curricular es fundamental definir las unidades básicas de asimilación del programa, los objetivos a cumplir y los recursos a utilizar para luego ir definiendo las situaciones problémicas más adecuadas según las particularidades de cada experiencia de aula.

Para Duch y Groh<sup>117</sup> La claridad en la escritura de los objetivos de aprendizaje y su vinculación directa con los estudiantes resulta crucial en procesos de aprendizaje basados en problemas. Igualmente deben estar conectados con los métodos de evaluación que se piensa seguir. Algunas preguntas que ayudan a definir objetivos coherentes para el curso son:

- ¿Qué es lo que los estudiantes deben saber al final del curso?
- ¿Qué deben los estudiantes estar en capacidad de hacer?
- ¿Qué aspectos se considera que los estudiantes deben valorar?

Los pasos propuestos por García<sup>118</sup> para la organización de los contenidos son:

- Determinar los contenidos a estudiar, dividiéndolos en unidades secuenciales de trabajo.

---

<sup>117</sup> DUCH, Barbara J y GROH, Susan E. Assessment Strategies in a Problem-Based Learning Course. En DUCH, Barbara J., GROH, Susan E. y ALLEN, Deborah E. (Eds.). *The Power of Problem Based-Learning*. Sterling, Virginia: Stylus, 2001. p 95-106 de 274.

<sup>118</sup> GARCÍA GARCÍA, José Joaquín. *Op. Cit.* p. 89.

- Elaborar una estructura de problemas de conocimiento referidos a la a estructura conceptual previamente definida.
- Organizar la estructura de problemas en un programa de actividades secuenciales con un orden creciente de dificultad y abstracción, pueden ser de naturaleza práctica, teórica o especulativa.

De igual forma García plantea que es importante buscar situaciones que le permitan al estudiante encontrarse con su entorno y con los demás, como forma de lograr dinamizar los procesos colaborativos en los cuales se favorezca la comunicación, colaboración y la interacción comunitaria. Esta ambientación permitirá también el acercamiento a problemas sociales, morales y éticos de la actualidad; promoverá el pensamiento en los estudiantes, creará una *zona de interés óptimo* en donde es más probable lograr aprendizajes significativos debido a la promoción de conexiones entre conocimientos previos y nuevas situaciones.

Para la selección de situaciones problémicas es indispensable que estas cumplan dos objetivos básicos: Ser capaces de crear motivos de estudio y constituir una dificultad cognitiva, factible de resolver.

Dentro de las fuentes para la generación de problemas se pueden contar procesos de resolución de problemas actuales, pasados o históricos de interés directo para la humanidad, la profesión o los estudiantes. Barbara Duch<sup>119</sup> considera que una posible fuente de problemas son magazines, periódicos, artículos, problemas de investigación, situaciones encontradas en las industrias e incluso casos reales relatados por practicantes en el campo. Igualmente considera que la adaptación es un paso fundamental para asegurar la efectividad del problema, hacerlo interesante, y posiblemente sin estructura para retar a los estudiantes a ir más allá de una serie de pasos predeterminados.

---

<sup>119</sup> DUCH, Barbara J. *Op. Cit.* p. 51.

Para que se logren aprendizajes significativos cada situación problémica debe referirse a la construcción de cómo mínimo un concepto y cada concepto debe ser abordado por más de una situación. La inclusión de unidades conceptuales ya construidas en un problema determinado permite un afianzamiento de los aprendizajes y cimienta los nuevos. Igualmente cada situación debe estar relacionada con un campo de significado y preferentemente tener un componente lúdico.

Finalmente la selección y secuenciación de los problemas se debe hacer de forma gradual, de tal forma que se vayan desarrollando las habilidades de pensamiento y procesos cognitivos de los estudiantes de forma paulatina. Por ejemplo, mientras en una situación se les exige a los estudiantes la comprensión de una situación para plantear alternativas de solución, en otra posterior se les puede inducir a evaluar entre posibilidades.

García menciona que hay cuatro enfoques para el desarrollo de la resolución de problemas en el aula: La exposición problémica, la búsqueda parcial, la conversación heurística y el método investigativo. Para esta propuesta es de interés la búsqueda parcial, ya que en esta metodología se plantea el problema y se permite que el estudiante lo resuelva, bajo el control y regulación de los procesos cognitivos por parte del docente.

Igualmente, según nos plantean Lester *et al*:

los estudiantes son motivados a reflexionar sobre cómo trabajan para entender un problema, evaluar los procesos de solución, decidir si la solución tiene sentido, justificar sus generalizaciones, conectar conceptos matemáticos, entender soluciones al problema diferentes a la propia, extender el problema, monitorear sus procesos de pensamiento y comunicar sus ideas a otros estudiantes y al docente<sup>120</sup>.

En cuanto a los enfoques de aula se puede tener el de las lecciones centradas en problemas o el uso de materiales en una clase centrada en problemas. García aconseja para la utilización del enfoque basado en lecciones el dar a los estudiantes suficientes

---

<sup>120</sup> LESTER, Frank *et al. op cit.* p. 155.

fuentes bibliográficas adecuadas para enfrentar la resolución del problema y renombrar las cuestiones y problemas que los estudiantes no comprendan.

Para el de la clase centrada en problemas sugiere proveer una amplia variedad de materiales de clase, incluidos los elaborados por el profesor, tomar una gama de áreas de interés, hacer el ambiente de la clase lo más sistémico y organizado posible; y ayudar a los estudiantes para encontrar y usar los materiales que ellos puedan suplir.

Para el caso específico de sistemas de control se propone el uso de lecciones centradas en problemas debido a la gran cantidad de conceptos que se quieren desarrollar y a la necesidad de ir contextualizando y clarificando conceptos.

#### **5.4.7 *El Rol del Docente Durante las Actividades de Aula***

Un aspecto fundamental de la enseñanza a través de resolución de problemas es el cambio de ver la actividad de enseñanza como un acto de transmisión de información a estudiantes pasivos a un acto de guiado de los estudiantes para que construyan entendimientos profundos de las ideas y procesos...: Creando, conjeturando, explorando, probando, y verificando. Este cambio de punto de vista requiere un cambio fundamental en el rol de los docentes dentro del salón de clase. Más que servir como la última autoridad y el dispensador de conocimiento, el profesor alternativamente juega los roles de guía, entrenador, interrogador, y cooperador para la resolución de problemas (Algunas veces todos estos roles al mismo tiempo)<sup>121</sup>.

Mifflin y Price plantean una dificultad muy importante al momento de implementar procesos de aprendizaje activo: La tendencia a creer que la labor del docente desaparece. En el caso que reportan muestran cómo había confusión acerca del concepto de autodirección del estudiante en el nuevo currículo. El concepto de auto-dirección, en palabras de Mifflin y Price, en un currículo basado en problemas “significa esencialmente que el aprendizaje que los estudiantes logran está basado y es conducido por las

---

<sup>121</sup> *Ibid.* p. 154.

deficiencias de aprendizaje que identifican al tratar de resolver un problema.”<sup>122</sup> Sin embargo, incluso los profesores interpretan al auto-dirección en una forma diferente, incluyendo a quienes diseñan el currículo y entrenan a nuevos docentes.

“La auto-dirección para el aprendizaje continuo es un objetivo (producto) de un currículo basado en problemas, más que todo el proceso de aprendizaje por medio del cual se logra.”<sup>123</sup> No se puede esperar que dejando solos a los estudiantes frente a los problemas logren la anhelada autonomía, el proceso debe ser paulatino y empezar por un acompañamiento y guiado cercano para luego ir dejándolos asumir libremente sus tareas de aprendizaje.

Si consideramos el enfoque de Lester *et al* encontraremos que la labor del docente involucra en algunas ocasiones actuar como el experto para resolver algunas situaciones problémicas. El hablar mientras se resuelve el problema, exponiendo las indecisiones o razones para tomar un camino específico, les ayuda a los estudiantes a estar conscientes que incluso los expertos no tienen todas las respuestas en la palma de la mano. Los expertos también deben detenerse a pensar cuando encuentran un verdadero problema.

La acción del docente o un monitor debe estar encaminada a asegurarse que el estudiante no deje de lado información importante y forzar al estudiante a justificar su solución de la estrategia. Durante la actividad de resolución de problemas, el monitor modela las preguntas de cuestionamiento que ayudan en el desarrollo de monitoreo interno, la característica clave de un experto.

El desarrollo de las habilidades de metacognición o monitoreo interno también se ven favorecido mediante las discusiones en clase. Estas habilidades facilitarán la exitosa

---

<sup>122</sup> MIFLIN, Barbara and PRICE, David. Why Does the Department Have Professors if they Don't Teach? En SCHWARTZ, Peter; MENNIN, Stewart y WEBB, Graham (Eds.). Problem-based Learning. Case Studies, Experience, and Practice. Londres, UK: Kogan Page, 2001. p. 99.

<sup>123</sup> *Ibid.* p. 101.

resolución de problemas por parte de los estudiantes y permitirá disminuir paulatinamente la dependencia de un revisor externo (en este caso el docente).

### ***5.5 ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN***

La evaluación del aprendizaje, junto con la propia enseñanza y el aprendizaje son los tres procesos fundamentales para poder formar personas y profesionales competentes para una sociedad en permanente cambio. Es fundamental tener en cuenta que la evaluación no constituye un momento específico dentro de los procesos pedagógicos, sino que inmerso en las mismas dinámicas de enseñanza de los docentes puede dinamizar el aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación está planteada como la serie de estrategias y mecanismos por medio de los cuales se puede llegar a diagnosticar y dar un juicio valorativo sobre qué aprenden nuestros estudiantes, cómo lo aprenden, qué factores favorecen el aprendizaje, en qué medida se les dificulta el aprendizaje y debería conllevar a una reflexión profunda, tanto del docente como de los estudiantes sobre cómo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Como anota Santos Guerra<sup>124</sup> cuando se comprende por medio de la evaluación cada uno de los factores que condicionan el cumplimiento de los objetivos pedagógicos inevitablemente se suscitará un cambio, un cambio que debería ser para mejorar. Hay que tener en cuenta en este punto que para poder mejorar es necesario estar de acuerdo en sobre qué se va a mejorar y para qué, de tal forma que la comunicación y claridad sobre los objetivos de la evaluación y la concertación en las aulas de clase en el momento de clarificar las estrategias de evaluación resultan fundamentales.

---

<sup>124</sup> SANTOS GUERRA, Miguel Angel. Mucha Evaluación y Poco Cambio. Entrevista en UN Periódico, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. #45. Abril 20 de 2003.

Sin embargo, Corredor y Arbeláez<sup>125</sup> señalan que la participación de los jóvenes desaparece cuando de evaluación educativa y, específicamente, de evaluación del aprendizaje se trata. La pasividad de los estudiantes en el momento de enunciar los logros (objetivos, metas o competencias) que se quieren alcanzar, el desconocimiento de los indicadores tenidos en cuenta como evidencias de la calidad del aprendizaje logrado además de los instrumentos utilizados y la negación de parte de los estudiantes para participar, disentir, rectificar riñen con el principio de democracia en las aulas de clase y conlleva a procesos evaluativos sesgados e incompletos.

El ejercicio de la docencia conlleva pues la tarea de implementar estrategias de aula en las cuales surja el compromiso de cada uno de los actores involucrados en el proceso educativo (docentes y estudiantes) para que las decisiones tomadas respecto al ejercicio académico estén fundamentadas en el sano intercambio de ideas. Si bien es el docente quien debe definir y explicitar al inicio del curso o de la sesión las metas u objetivos a lograr, se debe brindar el espacio para que se definan o seleccionen las evidencias y herramientas que indicarán el alcance de los logros propuestos. Estos objetivos cubren los tres ejes de desarrollo cognitivo, procedimental, y actitudinal<sup>126</sup>.

Igualmente es fundamental considerar a la evaluación como una herramienta para trabajar con tacto y cautela. Si se favorece la diferenciación de los estudiantes y la competitividad agresiva entre los estudiantes, e incluso entre docentes o instituciones, se estará reforzando “el triunfo de las leyes del mercado, la exacerbación de la competencia en ‘detrimento de la colaboración,’ como un nuevo darwinismo social, en el que se beneficiarán los mejores, los más preparados y los más audaces.”<sup>127</sup> Lo que constituye la

---

<sup>125</sup> CORREDOR, Martha Vitalia y ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. Evaluación y Formación Integral. En Revista Docencia Universitaria. Bucaramanga: CEDEDUIS. Vol 4 No 1 mayo 2003. pp. 121-131.

<sup>126</sup> ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación Como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Bucaramanga: Cededuis, 2005. 77 p.

<sup>127</sup> DIAZ BARRIGA, Angel. Evaluar Lo Académico. Organismos Internacionales, Nuevas Reglas y Desafíos. México: Centro de Estudios sobre la Universidad, UNAM. 19 p. Sin más datos.

antítesis de las anheladas competencias para la democracia y el aprendizaje de la convivencia.

Debido a que la enseñanza por resolución de problemas requiere un diferente tipo de pedagogía y nuevas y diferentes expectativas de los estudiantes, también requiere nuevas formas de evaluación del crecimiento de los estudiantes. En el pasado la evaluación frecuentemente se pensaba como un sinónimo de medir o probar, y su resultado era usado primordialmente para dar una nota. Sin embargo se necesita un concepto más amplio de evaluación.

Teniendo en cuenta que la evaluación es un proceso continuo por medio del cual se establecen juicios valorativos sobre el aprendizaje es importante recalcar que implica un proceso de indagación. El problema con el cual nos encontramos en muchas situaciones de aula es que esta indagación surge de forma impuesta en la forma de un examen escrito y desconoce la riqueza de información que proveen los diferentes momentos de desarrollo de las prácticas de aula.

La evaluación como tal puede ser enriquecida en la medida que se tomen elementos de medición a lo largo de todo el proceso educativo, esto conlleva al establecimiento de acuerdos explícitos sobre qué, cómo, quiénes evalúan. Si el objetivo es aprovechar al máximo las oportunidades para mejorar los procesos de aprendizaje debemos tomar atenta nota de qué es lo que ocurre en el aula, cuáles son las dificultades dentro del proceso, cuál es la causa y qué alternativas de mejora se podrían ir implementando.

Duch y Groh<sup>128</sup> por su parte plantean que la evaluación debe estar en concordancia con los objetivos de aprendizaje. Se debe tener en cuenta qué es lo que los estudiantes saben, valoran y son capaces de hacer al fin del curso y conectarlo con las evidencias que indiquen el nivel en el cual se han conseguido estos propósitos.

---

<sup>128</sup> DUCH, Barbara J y GROH, Susan E. *Op. Cit.*

Cada una de los momentos de evaluación está diseñado para cumplir unas funciones muy importantes, tanto para el estudiante como para el docente, y por lo tanto es fundamental implementar dentro de las actividades de aula la evaluación diagnóstica, como herramienta para determinar la condición de entrada del grupo al proceso, la evaluación formativa para ir acondicionando las prácticas a los desempeños observados, seleccionar mejores alternativas y corregir deficiencias y la evaluación sumativa con el objeto de certificar la aprobación o no de los cursos y generar indicadores de calidad.

Está pendiente construir otro paradigma para las tareas de evaluación, un paradigma que se centre en una concepción formativa de la evaluación, cuyo objetivo sea la mejora *in situ* de la tarea educativa. Esto es, no una evaluación que juzgue o califique los resultados de la acción educativa cuando el proceso ha concluido y esos resultados no puedan modificarse o, como acontece en nuestros días, una que se encuentre ligada a intereses y procedimientos de financiamiento institucional. Por el contrario, la evaluación formativa parte de otra concepción sobre los procesos pedagógicos y busca detectar las dificultades y carencias del trabajo educativo en el propio proceso, de suerte que la mejora y modificación se de antes de que termine la tarea educacional.<sup>129</sup>

En la medida que día a día nos acerquemos a los procesos evaluativos con sinceridad y deseos de utilizarnos no para hacer inadecuado uso del poder sino para ir formando a nuestros estudiantes en la autodisciplina y la rigurosidad e ir mejorando nuestras prácticas pedagógicas, se logrará el objetivo de que la evaluación se convierta en un elemento dinamizador de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### **5.5.1 Una Mirada al Caso de Ingenierías**

Los procesos de evaluación desarrollados en materias de ingeniería como Sistemas de Control deben tener en cuenta las competencias profesionales a las cuales van encaminadas y contener elementos de tipo conceptual, procedimental y actitudinal. Para cumplir con estos propósitos no es suficiente considerar que la evaluación se realiza en el

---

<sup>129</sup> DÍAZ BARRIGA, Ángel. *Op. Cit.* p. 17.

espacio de dos horas de trabajo individual, bajo presión y con papel y lápiz, las cuales son las características de los exámenes tradicionales de ingeniería.

No se puede decir que se crean competencias para plantear soluciones de ingeniería pertinentes y eficientes si se le quita o esconde al estudiante la herramienta con la cual va a tener que trabajar en su vida profesional computador, normas, etc. y se le incita a trabajar en una individualidad alienadora y desfavorecedora de las competencias para el trabajo interdisciplinario y de equipo.

Es necesario llevar a cabo procesos de evaluación en los cuales se exija a los estudiantes a resolver problemas estructurados (más complejos), con ayudas tecnológicas y en determinados plazos; ya que la situación de desempeño profesional exige competencias procedimentales como el manejo de herramientas informáticas, el planteamiento de soluciones estructuradas a problemas complejos, la búsqueda de información y competencias actitudinales como el cumplimiento de plazos, la capacidad de trabajo en equipo, la tolerancia a la diferencia.

Aunque se dice que las evaluaciones de asignaturas de corte científico o tecnológico (matemáticas, física, circuitos) deben concentrarse en la realización de ejercicios o solución de problemas, la inclusión de elementos evaluativos de tipo conceptual asociadas a comprensión, aplicación o análisis de los contenidos y procesos permite generar conciencia sobre las competencias asociadas a la asignatura y no deben ser despreciadas.

Algunas razones para usar más que pruebas escritas y quices para la evaluación en una clase de matemáticas son, según Lester *et al*<sup>130</sup>: la evaluación debe estar incrustada en el trabajo de clase y debe estar alineada con los métodos de clase. Por ejemplo, la evaluación grupal cobraría sentido en la medida que el trabajo en grupo es la norma de trabajo. Otra razón es que el uso de técnicas de evaluación alternativas puede dar una

---

<sup>130</sup> LESTER, Frank *et al.* *Op. Cit.*

descripción mucho más realista de lo que los estudiantes piensan, creen y conocen que la obtenida por un solo método. Finalmente es necesario tener en cuenta que las notas son menos importantes que cómo se ha profundizado en el entendimiento de un individuo.

Algunas de las estrategias de evaluación manejadas por Lester *et al* son la observación e interacción dentro del aula, resolución grupal de problemas durante una prueba, y presentaciones y proyectos de grupo. A pesar de que su trabajo está enfocado a cursos de matemáticas son perfectamente aplicables a cursos de ingeniería.

#### **5.5.1.1 Observación e interacción dentro del aula**

En la medida que el docente observa y escucha a los estudiantes mientras trabajan en sus equipos, se estará captando información valiosa sobre los entendimientos y dificultades de los estudiantes, lo cual permitirá tomar mejores decisiones respecto a la continuidad del proceso educativo.

Adicionalmente se puede obtener información sobre el clima de trabajo en los equipos: ¿Están los estudiantes involucrados? ¿Trabajan eficientemente dentro del equipo? ¿Están frustrados por el ritmo de trabajo o los problemas a resolver? Conocer los sentimientos de los estudiantes respecto a su aprendizaje es especial valor si estamos en un proceso de formación.

Por otra parte en la medida que el docente hace preguntas de profundidad y motivadoras de la reflexión en los estudiantes se les estará invitando a considerar la importancia de los procesos y conceptos más que las respuestas, igualmente se dan cuenta de la necesidad de comunicar claramente y de forma precisa lo que se está haciendo.

En resumen, la observación e interacción es de utilidad tanto para docentes como para estudiantes, para el primero como acercamiento a la realidad de los procesos de aprendizaje y herramienta para la toma de decisiones y a los últimos para reconocer los aspectos valiosos de la actividad dentro de la disciplina y la necesidad de refinar la comunicación.

### **5.5.1.2 Resolución grupal de problemas durante una prueba**

Debido a que las actividades de evaluación deben ser coherentes con las estrategias de aprendizaje se sugiere llevar a cabo la parte grupal de una prueba en dos fases:

En la primera fase el equipo de trabajo desarrolla una sola solución del problema para todo el equipo. En la segunda fase se espera que cada estudiante resuelva preguntas sobre la solución del equipo y resuelva extensiones del problema.

La evaluación en grupo enfatiza en los estudiantes el hecho del ejercicio profesional como una tarea de equipos y no de individuos, en la cual surgen múltiples alternativas para abordar los problemas y que requieren claridad en la comunicación. Además se da la oportunidad a los estudiantes a trabajar en equipos con integrantes de todos los niveles de habilidad. Finalmente se recalca la necesidad de cooperación para el alcance de objetivos comunes, en la cual el éxito de un individuo no está relacionado con que él solo aprenda sino cómo colabora con su equipo.

### **5.5.1.3 Presentaciones de grupo y proyectos de grupo**

El desarrollo de proyectos y presentaciones en grupo motiva el desarrollo de habilidades organizativas, de toma de decisiones, fomento de la autonomía, así como proveer una oportunidad a los estudiantes de observar que ellos mismos pueden realizar avances por cuenta propia. En la medida que se tienen que tomar decisiones de equipo a través de procesos de deliberación y luego se sustentan los avances se estará afianzando el desarrollo de competencias comunicativas y se tendrán más elementos para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos educativos.

### **5.5.1.4 Diario de avances**

Los diarios o cuadernos de avances sirven para dos funciones evaluativas: a) ayudan a que el estudiante esté al tanto de sus propias fortalezas y dificultades y b) proveen una vía de comunicación confidencial directa con el instructor. Para la presente propuesta se

trabaja inicialmente con una versión simplificada del diario de avances al solicitarle a los estudiantes explicitar los avances o dificultades al final de cada sesión de dos horas.

### ***5.5.2 Momentos de Evaluación***

La evaluación no corresponde al proceso de calificación posterior a las prácticas de enseñanza y de aprendizaje, sino que corresponde a un elemento dinamizador de los mismos procesos. La evaluación en sus formas diagnóstica, formativa y sumativa deberá aprovecharse íntegramente en los procesos pedagógicos que se asuman.

La evaluación diagnóstica, llevada a cabo al inicio del curso, permitirá detectar fortalezas y debilidades de los estudiantes, con las cuales se pueden plantear actividades que refuercen y aprovechen las primeras en pro de la superación de las últimas y el cumplimiento de los propósitos del curso.

El considerar varios elementos para los procesos de evaluación formativa y sumativa y el plantearlos al inicio del curso, junto con los objetivos del curso, permite debatirlos y llegar a consensos útiles para la dinámica de trabajo. El grado de compromiso se incrementa y la transparencia de los procesos hace que el proceso de evaluación sea más justo, esto complementado con una actitud democrática y de respeto a las diferencias.

La evaluación del curso se realizará integrando los elementos de tipo conceptual, procedimental y actitudinal descritos en los numerales anteriores, distribuidos en cuatro componentes.

Un primer componente para la evaluación es el seguimiento de la participación y cumplimiento de las tareas encomendadas dentro de las sesiones de trabajo colaborativo. Se privilegiará y motivará la colaboración de cada estudiante para con los compañeros de equipo. La actividad durante las sesiones de trabajo dará indicativos valiosos sobre el grado de desarrollo de las competencias esperadas en los estudiantes de manera más rápida e informal que la espera a la evaluación tradicional una vez se haya concluido el

tema. Igualmente permite tomar correctivos en las prácticas pedagógicas, en el evento de observar desempeños por debajo de lo esperado.

En segunda instancia, se realizarán tres evaluaciones teóricas la semana siguiente a la finalización de cada bloque temático, cada evaluación consta de dos partes: Evaluación conceptual, de procedimientos básicos y presencial de valor 70% y evaluación de diseño para realizar en un tiempo definido con ayudas computacionales, pero individualmente por 30%. La componente conceptual privilegiará la evaluación de competencias de nivel medio (comprensión, aplicación), mientras que en el diseño se espera que los estudiantes analicen y eventualmente sinteticen resultados.

Para la asignación de una nota se debe tener en cuenta que la verificación del cumplimiento de las metas educativas no debe concentrarse solo en resultados. Ya desde Polya<sup>131</sup> se hacía un llamado a llevar a cabo evaluaciones sobre los procesos y no solamente sobre los productos. Más que la respuesta a un determinado problema lo que interesa es verificar hasta qué punto el procedimiento es correcto. Revisar junto con el estudiante le permite verificar porqué ha tomado ciertas decisiones en su proceso y porqué este camino no es el adecuado. De lo contrario se corre el riesgo de hacer que el estudiante odie tanto la asignatura como al profesor.

Por su parte, las prácticas de laboratorio involucran una evaluación integral de preparación para las sesiones; de actitudes, trabajo colaborativo y actitud investigativa durante la sesión; y realización de un corto informe ajustándose a normas internacionales de divulgación científica después de la sesión. Igualmente la retroalimentación sobre los aspectos que se consideran fundamentales para el informe les permitirá a los estudiantes avanzar en su desarrollo.

---

<sup>131</sup> POLYA, George. *Mathematical Discovery Vol II: On Understanding, Learning, And Teaching Problem Solving*. New York: John Wiley & Sons, 1965. p. 116 de 191.

Finalmente el proyecto de final de curso permitirá evaluar hasta qué punto están aplicándose efectivamente las competencias pretendidas durante el curso. Se tendrá especial atención a la forma como se aborde el problema de ingeniería, el rigor en el planteamiento de soluciones, el uso de hojas de datos e informaciones por parte de fabricantes, la solución a los problemas que se puedan presentar y la sustentación del proyecto desarrollado. En resumidas cuentas se evaluará qué tanto se han aplicado las técnicas de ingeniería, reconociendo el nivel de desarrollo de los estudiantes y las limitaciones de recursos.

## *CONCLUSIONES*

- El ejercicio docente universitario lleva implícita una responsabilidad social inmensa. Conlleva la formación de profesionales competentes para asumir los retos planteados por las rápidas dinámicas sociales y disciplinares; la investigación para crear conocimientos pertinentes y útiles; finalmente el compromiso de vincularse en labores de extensión para aportar elementos de apoyo directo a las comunidades, empresas, y diferentes estamentos sociales.
- El desarrollo de debates y jornadas de reflexión junto con otros docentes y personas vinculadas al ámbito universitario permite el crecimiento profesional y la búsqueda de soluciones a las diversas problemáticas que la profesión ofrece. No es posible conseguir el propósito que la docencia exige encerrándose en los propios preconceptos y visión parcializada de la realidad.
- Se cuenta con una vasta experiencia de investigación y reflexión sobre el ejercicio docente, especialmente desde la filosofía de la ciencia, la psicología, y la pedagogía. Desconocer el camino recorrido por otros es cerrarse ante las posibles vías de mejora de la profesión. Si bien en cada área específica se tiene algo de investigación en pedagogía (en este caso ingeniería), el reto está en adaptar, implementar y recrear procesos de enseñanza y aprendizaje ajustados a nuestras realidades.
- La reflexión sobre cómo se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje ofrece resultados valiosísimos para desprendernos de paradigmas sesgados sobre el ejercicio académico. De esta forma se puede evolucionar de tendencias donde

prime la transferencia de información a procesos de crecimiento personal, académico y social.

- A pesar de que para muchos la formación de ingenieros está relacionada con manejo de las matemáticas, diseño eficaz y manejo de recursos las competencias actitudinales no pueden ser desatendidas. En primera instancia pueden favorecer o limitar los procesos de enseñanza y aprendizaje propiamente dichos, por otra parte el ejercicio profesional de los futuros egresados depende cada vez más de la capacidad de trabajar en equipo, ejercer liderazgo y comunicarse eficazmente, por nombrar algunas.
- La resolución de problemas ofrece una alternativa para favorecer la formación de profesionales competentes e integrales. Es una invitación a que los estudiantes y docentes asuman los procesos de enseñanza y aprendizaje como un caminar juntos hacia una meta. Un objetivo que no solo es de tipo cognitivo sino también personal y favorecedor de la tolerancia y la democracia.
- La evaluación tomada como factor dinamizador de los procesos de enseñanza y aprendizaje implica la coherencia entre objetivos, estrategias y métodos de evaluación. Es necesario superar la visión judicializadora de los estudiantes, ofreciéndoles la oportunidad de formarse para asumir íntegramente los retos profesionales y personales. Estos procesos de evaluación serán adecuados en la medida que se incluyan la evaluación diagnóstica, la formativa y la sumativa.
- No hay teoría absoluta sobre el ejercicio de la docencia, el su lugar lo excitante de esta profesión es el trabajar con la gente y para la gente. Los procesos de enseñanza y aprendizaje no se mejoran por aprenderse unas recetas, sino por asumir el compromiso de permanentemente investigar qué está sucediendo en nuestras aulas de clase, favoreciendo la participación y vinculación de los estudiantes e interactuando con nuestros colegas.

## ***REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS***

- ABARCA FERNÁNDEZ, Ramón R. Teoría del Aprendizaje Constructivista [Online]. Madrid: Abedul, 2001. [10 de junio de 2005]. Disponible en < <http://www.ucsm.edu.pe/rabarcaf/taco00.htm> >.
- ARBELÁEZ DE MONCALEANO, Ruby. Investigación en el Aula. Bucaramanga: Cededuis, 2005. 131 p.
- ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación Como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Bucaramanga: Cededuis, 2005. 77 p.
- AUSUBEL, D.; NOVALK, J. y HANESIAN, H. Psicología Educativa: Un Punto De Vista Cognoscitivo. 2 ed. México: Trillas, 1989. 623 p.
- BERNSTEIN, Dennis. On Bridging The Theory/ Practice Gap. En IEEE Control Systems Magazine. Vol. 19 No. 3. p 64-70. December 1999.
- BLOOM, Benjamín. Taxonomía De Los Objetivos De La Educación: La Clasificación De Las Metas Educativas. 7 ed. Buenos Aires: Ateneo, 1979. 355 p.
- BRADLEY, Leo H. Curriculum Leadership: Beyond Boilerplate Standards. Lanham, MD: ScarecrowEducation, 2004. 157 p.
- BURÓN, Javier. Concepto Y Estudio De La Metacognición. Tomado del libro BURON, Javier. Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición. Bilbao: Mensajero, p. 9-27 de 157.
- CAMPANARIO, J. M. La Enseñanza de las Ciencias en Preguntas y Respuestas. Madrid: Universidad Alcalá de Henares. [online]. [28 de mayo de 2005]. Disponible en <<http://www2.uah.es/jmc/webens/INDEX.html>>.
- CARR, Wilfred y KEMMIS, Stephen. Becoming Critical: Education, Knowledge, and Action Research. London: The Falmer Press. 1986. 249 p.

- CORREDOR, Martha *et al.* Aula Virtual: Una Alternativa en Educación Superior. Bucaramanga: Ediciones UIS, 2003. 130 p.
- CORREDOR, Martha Vitalia y ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. Evaluación y Formación Integral. En Revista Docencia Universitaria. Bucaramanga: CEDEDUIS. Vol 4 No 1 mayo 2003. pp. 121-131.
- DELORS, J. *et al.* La Educación Encierra Un Tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional Sobre la Educación Para el Siglo XXI. Madrid: Santillana, 1996. 318 p.
- DERRIDA, Jacques. La Universidad Sin Condición. Madrid: Trotta, 2002. 80 p.
- DIAZ BARRIGA, Angel. Evaluar Lo Académico. Organismos Internacionales, Nuevas Reglas y Desafíos. México: Centro de Estudios sobre la Universidad, UNAM. 19 p. Sin más datos.
- DÍAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Méjico: McGraw Hill. 1998. 232 p.
- DIAZ OSORIO, Ariel y LEON GUARIN Libardo. La UIS: Historia Académica De Una Universidad Del Medio Siglo. Bucaramanga: Dirección De Investigaciones UIS, 1996. 258 p.
- DUCH, Barbara J. Writing Problems for Deeper Understanding. En DUCH, Barbara J., GROH, Susan E. y ALLEN, Deborah E. (Eds.). The Power of Problem Based-Learning. Sterling, Virginia: Stylus. 2001. p. 47-53 de 274.
- DUCH, Barbara J y GROH, Susan E. Assessment Strategies in a Problem-Based Learning Course. En DUCH, Barbara J., GROH, Susan E. y ALLEN, Deborah E. (Eds.). The Power of Problem Based-Learning. Sterling, Virginia: Stylus, 2001. p 95-106 de 274.
- Escuela de Ingenierías Eléctrica Y Electrónica, UIS. Proyecto de reforma de Ingeniería Electrónica. Bucaramanga: UIS, 2005 (Documento de Trabajo).
- FARDANESH, Hashem. Learning Theory Approaches and Teaching Methods. British Journal of Educational Technology. Vol 33. Number 1 2002. p. 95-98. Base de Datos ERIC. Agosto 5 de 2005.

- GARCIA GARCIA, José Joaquín. Didáctica de las Ciencias. Bogotá: Magisterio, 2003. 209 p.
- GOMEZ C, Víctor Manuel y CELIS G, Jorge Enrique. Factores de Innovación Curricular y Académica en la Educación Superior. Universidad Nacional de Colombia. Sin más datos.
- HAZEN, Samuel y FREZZA, Stephen. An Integrated Embedded Software Engineering Program and Practicum. Department of Electrical Engineering, Gannon University. Sin más datos.
- JOHANSEN, David H., *et al.* Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective (2nd ed.). Upper Sade River, NJ: Merrill Prentice Hall, 2003. 256 p.
- JOHNSON, Andrew P. A Short Guide to Action Research (2nd Ed). Boston: Pearson, 2005. 201 p.
- KEMMIS, Stephen y McTAGGAR, Robert. Cómo Planificar la Investigación Acción. Laertes, 1982. 207 p.
- KUHN, T. La Estructura de las Revoluciones Científicas. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1971.
- Ley 30 de 1992. Senado de la República de Colombia. Diario Oficial No. 40.700, de 29 de diciembre de 1992. [Noviembre 27 de 2004]. Disponible en [http://www.secretariasenado.gov.co/leyes/L0030\\_92.HTM](http://www.secretariasenado.gov.co/leyes/L0030_92.HTM) >.
- LEONARD, Leo y UTZ, Robert. Building Skills for Competency-Based Teaching. New York: Harper & Row Publishers, 1974. 248 p.
- LESTER, Frank *et al.* Learning How to Teach via Problem Solving. En AICHELE, Douglas B, (Ed.) Professional Development for Teachers of Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1994. p. 152-166 de 307.
- McNEIL, John. Curriculum: A Comprehensive Introduction. 5 ed. New York: HarperCollins College Publishers, 1996. 466 p.
- MELLADO JIMENEZ, Vicente. Cambio Didáctico del Profesorado De Ciencias Experimentales y Filosofía de la Ciencia. En Revista Enseñanza de las Ciencias.

- Universidad Autónoma de Barcelona, 2003, Volumen 21 Número 3, p 343-358.  
 [Online], [Abril 1 de 2005]. Disponible en  
 <<http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v21n3p343.pdf>>.
- MIFLIN, Barbara and PRICE, David. Why Does the Department Have Professors if they Don't Teach? En SCHWARTZ, Peter; MENNIN, Stewart y WEBB, Graham (Eds.). Problem-based Learning. Case Studies, Experience, and Practice. Londres, UK: Kogan Page, 2001. p. 98-103 de 182.
  - MOCKUS SÍVICKAS, Antanas. La Misión de La Universidad. Conferencia dictada el 9 de septiembre de 1987. En Revista Educación y Desarrollo. ICFES. Sin más datos.
  - MONEREO, Carles. La Enseñanza Estratégica: Enseñar para la Autonomía. En MONEREO, Carles *et al.* Ser Estratégico y Autónomo Aprendiendo: Unidades Didácticas de Enseñanza Estratégica. Barcelona: Graó, 2001. p. 11-27.
  - OJA, Sharon Nodie y SMULYAN, Lisa. Collaborative Action Research: A Developmental Process. Social Research and Educational Studies Series. Londres: The Falmer Press, 1989. 232 p.
  - OLSON, Mary W (Ed.). Opening the Door to Classroom Research. Newark, NJ: International Reading Association, 1990. 154 p.
  - ORDÓÑEZ, Gabriel; DUARTE, Cesar Antonio y AMAYA, José A. Aprendizaje Colaborativo y Su Evaluación. En Revista Docencia Universitaria Cededuis. Vol. 5 de 2004 – ISSN 0123-7969, Bucaramanga. p. 279-285.
  - PNUD. Informe Sobre Desarrollo Humano 1992. Santa Fé de Bogotá: Tercer Mundo Editores, 1992.
  - POLYA, George. Mathematical Discovery Vol II: On Understanding, Learning, And Teaching Problem Solving. New York: John Wiley & Sons, 1965. 191 p.
  - POPPER, Karl. Tolerancia y Responsabilidad Intelectual. Ciclo de conversaciones sobre la tolerancia en la Universidad de Viena, 1982. Sin más datos.
  - POSNER, George J. Analyzing the Curriculum. 3 ed. Boston: McGraw Hill, 2004. 294 p.

- POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Aprendices Y Maestros: La Nueva Cultura Del Aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial, 1999. 283 p.
- POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata, 1989, p, 177-191.
- Proyecto Institucional, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga: UIS, 2000.
- RESTREPO, Bernardo. Conceptos y Aplicaciones de la Investigación Formativa, y Criterios para Evaluar la Investigación Científica en Sentido Estricto. En Consejo Nacional de Acreditación. *Educación Superior, Calidad y Educación*. Tomo I. Bogotá: Alfaomega, 2003. p. 53-69.
- RONDEROS, María Teresa. Y la Universidad Para Qué. Ponencia presentada en el foro La Universidad y Las Competencias Ciudadanas. 16 de septiembre de 2004. Ministerio de Educación Nacional. Sin más datos.
- RUGARCIA TORRES, Armando. *Hacia El Mejoramiento De La Educación Universitaria*. México: Trillas, 1999. 288 p.
- SANTOS GUERRA, Miguel Angel. Mucha Evaluación y Poco Cambio. Entrevista en UN Periódico, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. #45. Abril 20 de 2003.
- SAVIN-BADEN, Maggi y HOWELL MAJOR, Claire. *Foundations of Problem-Based Learning*. Berkshire, UK: Open University Press, 2004. 197 p.
- STRINGER, Ernie. *Action Research in Education*. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2004. 248 p.
- TOFFLER, Alvin. *El Cambio de Poder: Conocimientos, Bienestar y Violencia en el Umbral del Siglo XXI*. Barcelona: Plaza y Janés, 1990. 667 p.
- VALERO-GARCÍA, Miguel y NAVARRO, Juan J. Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos en las Ingenierías. [Online]. Ponencia presentada en VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (Jenui 2001), Palma de Mallorca, España, Julio de 2001. [Septiembre 15 de 2004]. Disponible en <<http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/ProcWeb/actas2001/vaniv173.pdf>>.

- VASQUEZ ALONSO, Angel, ACECEDO DIAZ, José Antonio, MANASSERO MASS, Ma. Antonia y ACEVEDO ROMERO, Pilar. Cuatro Paradigmas Básicos Sobre la Naturaleza de la Ciencia. [Online], Madrid: OEI, 2003. [Abril 1 de 2005]. Disponible en < <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm> >.
- VILLAMIZAR, Marlon y SIERRA, Daniel. Diseño de Esquemas Temáticos Basados en Competencias para el área de Sistemas de Control. En Encuentro DEL SECTOR PRODUCTIVO AL AULA: Enfoque Pedagógico Basado en Competencias a Través de la Resolución de Problemas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Octubre 28 y 29 de 2004.
- VILLAMIZAR, Marlon Augusto. Propuesta Pedagógica para la Asignatura Control I (Sistemas De Control Analógico) Basada en el Estudio de Competencias. Bucaramanga, 2005. 104 p. Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico): Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- WALKER, Decker F. Fundamentals of Curriculum: Passion and Professionalism. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. 335 p.
- WEISSGLASS, Julian. Changing Mathematics Teaching Means Changing Ourselves: Implications for Professional Development. En AICHELE, Douglas B, (Ed.) Professional Development for Teachers of Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, 1994. p. 67-78 de 307.
- WILLIAMS, Karen A. y MAREK, Edmund A. Ausubel and Piaget: A contemporary investigation. 2000. Base de Datos ERIC. [Agosto 5 de 2005]. Disponible en [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content\\_storage\\_01/0000000b/80/10/e9/29.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_storage_01/0000000b/80/10/e9/29.pdf).