



EL APRENDIZAJE DE UN CONCEPTO COMPLEJO
EN LA TEORÍA DE COMUNICACIONES: LOS
PROCESOS ESTOCÁSTICOS



OSCAR MAURICIO REYES TORRES

***UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA - CEDEDUIS
BUCARAMANGA
2005***

***EL APRENDIZAJE DE UN CONCEPTO COMPLEJO EN
LA TEORÍA DE COMUNICACIONES: LOS PROCESOS
ESTOCÁSTICOS***

OSCAR MAURICIO REYES TORRES
Ingeniero Electrónico

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

Directora: RUBY ARBELÁEZ LÓPEZ
Doctora en Pedagogía

***UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA - CEDEDUIS
BUCARAMANGA***

2005

RESUMEN

TÍTULO: EL APRENDIZAJE DE UN CONCEPTO COMPLEJO EN LA TEORÍA DE COMUNICACIONES: LOS PROCESOS ESTOCÁSTICOS*

AUTOR: Oscar Mauricio Reyes Torres**

Palabras clave: enseñanza, aprendizaje significativo, procesos estocásticos, educación, proyectos.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo brinda un acercamiento a algunas teorías educativas llevadas a la acción, siguiendo los lineamientos señalados en el Proyecto Institucional de la Universidad Industrial de Santander. El análisis realizado y la propuesta formulada no pretenden abarcar todo el contexto universitario, aunque se parte de él; ni plantear los lineamientos para la reforma académica de una carrera, pero éstos se consideran dentro de las reflexiones presentadas. De lo que se trata es de plantear un análisis a nivel pedagógico, a la luz de diversas teorías que al respecto se han formulado, en cuanto al aprendizaje de los conceptos de probabilidad y estadística que son necesarios para el estudio y comprensión de la teoría de comunicaciones.

Se hace una reflexión sobre el sentido de la Universidad y su relación con la sociedad y el desarrollo científico y tecnológico, situando la asignatura Teoría de Comunicaciones dentro del diseño curricular de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander. A partir de este contexto, se plantea una reflexión en torno a la enseñanza de las ciencias en ingeniería, para dar paso a una visión crítica de la situación que se evidencia en el aula entorno al aprendizaje de un concepto complejo, y finalmente se presenta una breve discusión relacionada con la ética en el contexto científico.

Los conceptos de aprendizaje se han elaborado en el marco de la pedagogía dialógica, relacionando las teorías del aprendizaje con los propósitos educativos y las competencias deseadas en los estudiantes. Esa identificación de competencias sirve de base para realizar el planeamiento didáctico de la unidad Procesos Estocásticos, centrado en los proyectos de aula como estrategia de aprendizaje significativo y colaborativo, y alrededor de la cual se elaboran las principales conclusiones de este trabajo.

* Monografía

** Vicerrectoría Académica. Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS – CEDEDUIS. Universidad Industrial de Santander. Directora: Ruby Arbeláez López, Doctora en Pedagogía

SUMMARY

TITLE: THE LEARNING OF A COMPLEX CONCEPT IN THE COMMUNICATION THEORY: STOCHASTIC PROCESSES*

AUTHOR: Oscar Mauricio Reyes Torres**

Key words: teaching, meaningful learning, stochastic processes, education, projects.

DESCRIPTION:

This work offers an approach to a number of educational theories oriented to the action, following the limits pointed out in the Institutional Project of the *Universidad Industrial de Santander*. The analysis carried out and the formulated proposal do not seek to embrace the whole university context, yet it's the start point for this work; similarly, they do not pretend to outline the limits for the academic reformation of a career but these are considered inside the presented reflections. Instead, the goal is to outline an analysis at the pedagogic level, by the light of diverse theories that in this respect they have been formulated, such as the learning of the concepts of probability and statistic that are necessary for the study and understanding of the communication theory.

A reflection is made about the sense of the University and its relationship with the society and the scientific and technological development, locating the subject Theory of Communications inside the curricular design of the career of Electronic Engineering of the *Universidad Industrial de Santander*. Starting from this context, a reflection is thought around the teaching of the sciences in engineering, to open the way to a critical vision of the situation that is evidenced in the classroom environment to the learning of a complex concept, and finally a brief discussion related with the ethics is presented in the scientific context.

The learning concepts have been elaborated in the mark of the dialogic pedagogy, relating the theories of the learning with the educational purposes and the desired competences in the students. That identification of competences serves as a base to carry out the didactic planning of the unit *stochastic processes*, centered in classroom projects like the strategy of meaningful and colaborative learning, and around which the main conclusions of this work are elaborated.

* Monograph.

** AcademicVice-rectory. Center for the Educational Development in the UIS – CEDEDUIS. Universidad Industrial de Santander. Director: Ruby Arbeláez López, Pedagogy Doctor.

Al que es fuente de la Vida y el Amor mismo:

Dios todopoderoso.

Al amor de mi vida y fuente de inspiración:

 Mi esposa ***Ivonne Andrea***

A mi gran motivación:

 Mi hijo ***Andrés Mauricio***

A mis Papás ***Leonor*** y ***Rodolfo***, a mis hermanos

Gustavo Adolfo y ***Jorge Hernando***, a mis sobrinas

Gabriela y ***María Camila***.

AGRADECIMIENTOS

A **Ruby Arbeláez López**, directora de este trabajo, por su asesoría, consejo y orientación y, por sus valiosos y oportunos aportes.

A mis amigos y compañeros de la 19ª cohorte de la Especialización en Docencia Universitaria de la UIS, por sus aportes a través de cada una de las sesiones que compartimos a lo largo de un año.

A Martha Vitalia y a todos los docentes del CEDEDUIS que me orientaron y motivaron a buscar siempre el camino para llegar a ser un mejor docente.

A mis Papás: **Leonor Torres de Reyes** y **Rodolfo Reyes Cáceres**, porque con su ejemplo de vida me permitieron ser la persona que soy. A mis hermanos: **Gustavo Adolfo** y **Jorge Hernando**, de quienes me siento orgulloso, y con quienes sigo compartiendo mis logros y mis tropiezos.

A mis suegros y cuñada: **Luis, Esperanza y Dayra**, por su ayuda y afecto.

A mi Esposa: **Ivonne Andrea**, por su comprensión y apoyo incondicionales, por todos sus valiosos aportes y especialmente por mantenerse firme en el amor que compartimos.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
AGRADECIMIENTOS	VII
CONTENIDO	VIII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
1. LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LAS TELECOMUNICACIONES EN EL CONTEXTO DE LAS POLÍTICAS UNIVERSITARIAS	3
1.1 EL SENTIDO DE LA UNIVERSIDAD	4
1.2 LA UNIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON LA SOCIEDAD, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	8
1.3 POLÍTICAS ESTATALES E INSTITUCIONALES	10
1.4 LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LAS TELECOMUNICACIONES EN LA UIS	19
1.4.1 Diseño curricular de Ingeniería Electrónica	19
1.4.2 Tendencias de las telecomunicaciones y su importancia en el mundo actual	26
2. EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS COMPLEJOS: UNA MIRADA Y ALGUNAS REFLEXIONES	28
2.1 SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN INGENIERÍAS	28
2.2 SOBRE LA SITUACIÓN EN EL AULA	32
2.2.1 Los estudiantes	36
2.2.2 El docente	43
2.2.3 El entorno	48
2.3 SOBRE LA ÉTICA EN EL CONTEXTO CIENTÍFICO	49

3. APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS COMPLEJOS	52
3.1 ¿QUÉ ES APRENDER?	52
3.1.1 El concepto de aprendizaje	53
3.1.2 Sobre las concepciones constructivistas del aprendizaje	56
3.2 ¿CÓMO SE APRENDE?	62
3.2.1 Del aprendizaje por recepción al descubrimiento autónomo	63
3.2.2 Del aprendizaje por repetición al aprendizaje significativo	64
3.2.3 Los procesos cognitivos asociados al aprendizaje	65
3.3 ¿QUÉ SE APRENDE?	67
3.3.1 Factores que influyen en el aprendizaje	67
3.3.2 Los resultados del aprendizaje	71
3.3.3 Aprender a aprender	76
4. PLANEAMIENTO CURRICULAR DE LA UNIDAD: PROCESOS ESTOCÁSTICOS	78
4.1 VISIÓN GLOBAL DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES	79
4.1.1 Competencias del ingeniero electrónico	80
4.1.2 Algunas estrategias de enseñanza propuestas por la E3T	84
4.1.3 Las telecomunicaciones en el currículo de Ingeniería Electrónica	85
4.2 ESTRUCTURA DEL CURSO TEORÍA DE COMUNICACIONES	86
4.3 DISEÑO DIDÁCTICO DE LA UNIDAD PROCESOS ESTOCÁSTICOS	91
4.3.1 Objetivos de la unidad	91
4.3.2 Selección y secuenciación de contenidos	95
4.3.3 Estrategias propuestas y evaluación de la unidad	98
5. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN: FORMANDO PROFESIONALES AUTÓNOMOS	102
5.1 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA CONTEXTUALIZAR EL CONOCIMIENTO	107
5.2 UNA PROPUESTA PARA EL APRENDER ACERCA DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS MEDIANTE UN PROYECTO	110

5.3 LA EVALUACIÓN COMO EJE DINAMIZADOR DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE	116
5.3.1 ¿Qué es evaluación?	117
5.3.2 ¿Para qué evaluar?	120
6. CONCLUSIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXO	131

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de la teoría de equilibración de Piaget	59
Figura 2. Tipos de aprendizaje	63
Figura 3. Estructura conceptual del saber del programa de ingeniería electrónica	83
Figura 4. Relación de conceptos de la Teoría de Comunicaciones	87
Figura 5. Mapa conceptual de la unidad: Procesos Estocásticos	97

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Contenidos del curso Teoría de Comunicaciones	90
Tabla 2. Secuencia de contenidos de la unidad Procesos Estocásticos	98
Tabla 3. Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la unidad Procesos Estocásticos	99
Tabla 4. Estrategias de evaluación	101

INTRODUCCIÓN

Es común que los requisitos establecidos por las instituciones de educación superior para la selección de sus maestros se limiten a exigir un cierto nivel de formación profesional y un determinado tiempo de *experiencia docente*. Es decir, se asume que el ejercicio de la docencia tiene un carácter meramente empírico y por lo tanto se avala la idea de que sólo se *aprende a enseñar: enseñando*, cuando muchas veces ni siquiera sabemos lo que esto significa. Y esta idea se refuerza cuando en las universidades no existen políticas claras para exigir a los profesionales que integran su cuerpo de docentes que se comprometan realmente con su formación como docentes de manera que aquellos modelos pedagógicos que se proponen bellamente en los PI*, no se queden en el papel sino que existan verdaderos maestros capaces de articularlos.

Es por esto que, en el marco de la Especialización en Docencia Universitaria, este trabajo pretende brindar un acercamiento a lo que es parte de la teoría a nivel de educación llevada a la acción, es decir, con miras a ser aplicada en el aula, siguiendo los lineamientos señalados en el PI de la Universidad Industrial de Santander. El análisis realizado y la propuesta formulada no pretenden abarcar todo el contexto universitario, aunque se parte de él; ni plantear los lineamientos para la reforma académica de una carrera, pero éstos se consideran dentro de las reflexiones presentadas. De lo que se trata es de plantear un análisis a nivel pedagógico, a la luz de diversas teorías que al respecto se han formulado, en cuanto al aprendizaje de los conceptos de probabilidad y estadística que son necesarios para el estudio y comprensión de la teoría de comunicaciones**.

* Proyecto Institucional

** Teoría de comunicaciones es una asignatura del ciclo profesional (VII nivel) del plan de estudios de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander.

En el primer capítulo se hace una reflexión sobre el sentido de la Universidad y su relación con la sociedad y el desarrollo científico y tecnológico, situando la asignatura *teoría de comunicaciones* dentro del diseño curricular de la carrera de *ingeniería electrónica* y ésta a su vez en el contexto de las políticas de la Universidad Industrial de Santander. A partir de este contexto, en el capítulo dos, se plantea una reflexión en torno a la enseñanza de las ciencias en ingeniería, para dar paso a una visión crítica de la situación que se evidencia en el aula entorno al aprendizaje de un concepto complejo, y finalmente se presenta una breve discusión relacionada con la ética en el contexto científico.

El capítulo tres, presenta una elaboración sobre los conceptos de aprendizaje, en el marco de la pedagogía dialógica, relacionando las teorías del aprendizaje con los propósitos educativos y las competencias deseadas en los estudiantes. Esa identificación de competencias sirve de base para realizar el planeamiento didáctico de la unidad, que se presenta en el cuarto capítulo, cuyas estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación se detallan en el último capítulo, dando un pequeño espacio para realizar una reflexión final que resume algunas conclusiones fruto de la realización de este trabajo.

1. LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LAS TELECOMUNICACIONES EN EL CONTEXTO DE LAS POLÍTICAS UNIVERSITARIAS

*“La universidad **hace profesión** de la verdad. Declara, promete un compromiso sin límite para con la verdad”.*
J. Derridá

Para comprender la Universidad en Colombia, dice Hoyos [17], es necesario conocer su historia, pues a partir de ella es posible reconocer su pertenencia a la sociedad actual, y encontrar su *ethos* en medio de extremos que riñen, pues por un lado se trata de privilegiar la verdad objetiva, la eficiencia y la productividad, pero por otro la Universidad experimenta también un ambiente posmoderno en el que la metáfora está por encima del reglamento y las prácticas académicas dejan el rigor del aula para mezclarlas con las vivencias comunitarias.

Para Hoyos [17] la Universidad debe ser:

- Iniciadora en los conflictos, fomentando puntos de vista particulares que susciten la controversia en un marco de tolerancia.
- Propiciadora del pluralismo real del debate, que le permita conocer y analizar sus propios conflictos y los de la sociedad,
- Conocedora e identificada con sus propias tradiciones, concepciones del bien y la verdad.

En este capítulo reflexionaremos un poco sobre ese deber ser confrontado con la realidad de las políticas estatales e institucionales.

1.1 EL SENTIDO DE LA UNIVERSIDAD

Nuestra sociedad colombiana le ha otorgado a la Universidad una responsabilidad quizás demasiado grande en lo que respecta a la búsqueda de un desarrollo humano pleno y auténtico, al punto que muchos de nuestros jóvenes (y los padres de éstos) ven en ella el único medio para lograr una preparación para la vida que les permita responder a las necesidades y retos que la misma sociedad propone. De alguna manera se le pide a la Universidad que justifique sus privilegios con resultados (de transformación), que demuestren un compromiso moral con la sociedad a la que pertenecen sin resistirse a la confrontación y la crítica. Pero si bien plantea Delors que “la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social”¹; él mismo reconoce que no se trata de una fórmula mágica, sino de un camino “al servicio de un desarrollo humano más armonioso, más genuino...”². Por lo tanto, la educación superior es sólo una parte de ese camino, y esa es la medida del compromiso que la Universidad tiene con la sociedad.

Sin embargo, sin ser ajena al entorno en el cual está inmersa y a su compromiso con la formación de profesionales, se debe tener claro que “la búsqueda de la verdad por la verdad se constituye en el fin primero de la vida en la Universidad”,³ encontrando su sentido en sí misma, con una libertad incondicional de cuestionamiento y proposición, como plantea Derridá, y no se encuentra “necesaria ni exclusivamente en el recinto de lo que se denomina hoy Universidad. No está necesaria, exclusiva, ni ejemplarmente representada en la figura del profesor. Tiene lugar, busca su lugar en

¹ DELORS, Jacques. La educación encierra un tesoro. Madrid : UNESCO, 1996, p. 13.

² *Ibíd.* p. 13.

³ OROZCO, L.; PARRA, R. y SERNA, H. ¿La universidad a la deriva?. Bogotá : Tercer mundo editores, 1988. p. 27.

todas partes en donde esa incondicionalidad puede anunciarse. En todas partes en donde ella da, quizá, que pensar y se da, quizá, para ser pensada”.⁴

Pero entonces, ¿qué es la Universidad? Hernández [17] ve la Universidad como una **institución** en la que se encuentran simultáneamente la formación en diferentes profesiones y disciplinas, la investigación y la producción académica, el estudio de problemas teóricos y prácticos, el trabajo con la sociedad, el manejo racional de recursos económicos, e incluso, “la reflexión sobre la historia y la construcción de símbolos que constituyen referencias comunes de la vida social”⁵. Y la misión de esta institución llamada Universidad, no es otra que la de buscar la verdad [10]. Es en este escenario donde la comunidad de investigadores y discípulos comparten su voluntad de transmitir y buscar la verdad a través de la ciencia: de hacer ciencia, de aprehender la verdad a través de la indagación incondicional. La Universidad se define pues, “por su relación con el saber y con una de sus formas específicas: el desarrollo de la ciencia”.⁶

Es por este deseo voluntario de aprender (y aprehender) que se espera de los estudiantes universitarios la madurez suficiente para hacerse responsables de su propio aprendizaje, de sus propios pensamientos, pues al ser libres para aprender (o no) pueden ver a sus maestros de forma crítica y no dogmática. Sin embargo, esta madurez no se adquiere por arte de magia, y si bien las etapas previas de formación han debido ser el antecedente para adquirir esta madurez, la realidad es que la mayoría de los que **optan** y **logran** ingresar a la universidad llegan a ella a descubrir el significado de algunas palabras como autonomía, responsabilidad y tolerancia, y algunos, salen de ella sin llegar a conocerlo. No puedo sustentar estas afirmaciones en estadísticas, sino en casos puntuales y generalizaciones obtenidas del escuchar atento

⁴ DERRIDÁ, Jacques. La universidad sin condición. Serie *Presidential Lectures*. Paris, Galilée, 2001
En: <http://personales.ciudad.com.ar/Derrida/universidad-sin-condicion.htm>. Madrid, 2002.

⁵ HERNÁNDEZ, Carlos A. Universidad y excelencia. En: [17]. p. 19.

⁶ OROZCO, L. Op. cit. p. 21.

a colegas y estudiantes en todos los niveles de formación, que me lleva a concluir que si bien hay muchas actitudes y aptitudes “deseables” en los miembros de una universidad, se deben hacer explícitas permanentemente, y propiciar los espacios para desarrollarlas.

Por otra parte, la búsqueda de la verdad, que debe ser permanente al interior de la Universidad, no se puede desligar de los intereses de la sociedad que, como ya se dijo, espera personas preparadas para responder a sus necesidades. Esta preparación involucra un deseo de elevación del espíritu enfocado a la meta profesional que se quiere lograr, pero sin perder de vista el trabajo necesario para conseguirla y el tipo de sociedad en y para la cual se desempeñará. Desafortunadamente en muchos casos, el joven que ingresa, y que llega con ese deseo (que se puede resumir como el deseo de ser educado), se abruma pensando en todo lo que hay para aprender y en lo que es más importante aprender, perdiendo así el entusiasmo inicial y conformándose sólo con lo estrictamente necesario que dicta la institucionalidad presente y necesaria en la Universidad; pero que en ocasiones, como plantea Jaspers [10], puede resultar peligrosa si se desvía su misión de búsqueda de la verdad. Según este autor, en la Universidad debe haber un balance entre sus funciones como son: la enseñanza de las profesiones, la investigación, la formación (educación) y la comunicación; lo que hoy en día podemos asimilar a docencia (que involucra todos los procesos de enseñanza y aprendizaje), investigación y extensión.

Respecto a la investigación, dice Jaspers [10], se tiene la idea que el mejor investigador es el único buen docente, a lo que se puede añadir que un buen docente debe ser un investigador en el aula preocupado por los procesos que allí se dan y por lograr que su mediación permita a los estudiantes alcanzar sus propósitos de formación. En otro sentido se puede decir que docencia e investigación están ligadas, pues ponen en contacto el proceso del conocimiento (docencia) con el espíritu de las ciencias (investigación) que es el fundamento de las profesiones universitarias

(cientificidad). Por lo tanto no se concibe la Universidad sin investigación* como base para la construcción de conocimientos significativos.

En cuanto a la educación, se sabe que ésta varía de acuerdo a los ideales de formación, los cuales son a su vez una reproducción de la estructura sociológica** ; pero en el caso de la Universidad la educación es esencialmente socrática y plantea la exigencia de saber sin compromisos. Por su parte, la enseñanza está orientada principalmente a alcanzar buenos resultados en estudiantes de un nivel medio, pues los excelentes necesitan mediación sólo para alcanzar metas que superan las del promedio del curso, y los mediocres tal vez jamás lleguen a estar lo suficientemente preparados para la exigencia universitaria. Es en estas condiciones en las que las escuelas al interior de la Universidad encuentran su sentido, imitando modelos cuyos trabajos son ampliados y aumentados por trabajos análogos; cuyo sistema es elaborado, completado y transmitido, pues allí donde es exigible un saber corresponde a la Universidad la exigencia de conducirlo al máximo desarrollo y enseñarlo, en otras palabras, “debe permitir que quien pasa por ella pueda ser capaz de hacer otra cosa con lo que aprende, es decir debe desarrollar el arte de utilizar los saberes”.⁷

Y concluyo esta parte con esta idea de L.E. Orozco: “La Universidad es el lugar en el que debe transmitirse la ciencia con conciencia clara y libre; con la conciencia de que enseñar una ciencia es ayudar a estructurar a cada quien un modo de ser y de estar en el mundo... lo que se desarrolla en la universidad no es el saber mecánico sino la capacidad de estudiar, de aprehender la verdad... La Universidad es el lugar donde se

* Me refiero aquí a la investigación científica en sentido estricto, para diferenciarla de la investigación formativa, propia de instituciones universitarias.

** En este sentido Jaspers afirma que “*nada iguala tanto a los hombres como una educación igual*”[10] refiriéndose a los modelos educativos predominantes en cada sociedad.

⁷ OROZCO, L. Op. cit. p. 28.

enseña a usar científicamente el intelecto”⁸, y donde prima el interés científico e intelectual antes que cualquier otro. Además, la Universidad debe promover una racionalidad comunicativa para convertirse en el lugar donde se discuta y elaboren criterios en un marco de tolerancia, reconociendo las propias diferencias de manera que sea la iniciadora de los estudiantes en el conflicto y la controversia, para que ellos puedan participar de los debates que la sociedad propone, encontrando los equívocos del otro pero también reconociendo los propios desde la perspectiva del oponente [17].

1.2 LA UNIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON LA SOCIEDAD, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Como ya se ha dicho, el fin primero de la Universidad es la búsqueda de la verdad, y por ende su relación con el desarrollo de la ciencia es indisoluble. Sin embargo, para que exista, necesita de los hombres que la componen, incluyendo sus capacidades; es decir, necesita de una sociedad que la sostenga, y de los medios materiales que ésta le proporciona. Así que la Universidad para ser fiel a sí misma debe rendir cuentas a la sociedad sobre la tarea que cumple y el modo como la cumple, y exige la voluntad de construir una conciencia social elaborada [17].

En este sentido, “cuanto mayor es el alcance de la institución educativa, más compleja es su relación con el entorno social”⁹, e indicadores como el impacto generado por la Universidad a través de sus trabajos de investigación y de sus propios egresados cobran cada vez mayor importancia y son empleados para retroalimentar su labor y estructurar de manera más clara y coherente sus políticas, orientadas a las exigencias del medio. Estas exigencias incluyen, entre otras, la demanda de

⁸ OROZCO S., Luis E. Universidad y proceso cultural. En: [23]. p. 28.

⁹ HENAO WILLES, Myriam. Políticas públicas y universidad. Santafé de Bogotá : Corcas editores, 1999. p. 52.

profesionales acordes a las necesidades del entorno y la solución a problemas de distinta índole que aquejan a la sociedad y que por su naturaleza pueden ser abordados desde la Universidad. Pero la Universidad no se puede centrar en lo puramente utilitario, pues al hacerlo “suele pasar por alto las necesidades de orden humanístico, estético, cultural de las personas”.¹⁰

Por otra parte, en cuanto al desarrollo tecnológico, éste se encuentra estrechamente ligado al desarrollo científico, por lo que no es de extrañar que también se le exijan a la Universidad aportes concretos en este campo. Es así como muchas de las carreras universitarias que se ofrecen en la actualidad, entre ellas la electrónica, tienen una componente eminentemente tecnológica, y los objetos de investigación académica tienen una orientación cada vez mayor hacia la resolución de problemas tecnológicos asociados a la industria. Sin embargo, “un sistema de enseñanza subordinado a las exigencias del progreso tecnológico puede generar el descontento de una buena parte de sus estudiantes”¹¹, pues de alguna manera está desconociendo el verdadero fin de la Universidad, y además en un país como el nuestro estaría limitando el horizonte de sus estudiantes que por aspectos económicos y de infraestructura no podrían estar a la vanguardia del desarrollo tecnológico; pero no por esto se tienen que relegar científica e intelectualmente.

En suma, la dinámica universidad-sociedad-tecnología desencadena procesos de transformación en la educación superior que la mantienen “moderna y modernizante, unida al compromiso humanista de los fines con las adecuadas instrumentaciones científicas y tecnológicas”¹². Además se reconoce a la Universidad como el centro de una dinámica cultural en la que confluyen creación, crítica, conservación, difusión y consumo cultural.

¹⁰ Ibid. p. 53.

¹¹ Ibid.. p. 53.

¹² Ibid.. p. 54.

Por último, es bien conocido el papel que ha desempeñado la Universidad Industrial de Santander en la región, pues desde su creación se ha tratado de desarrollar una investigación científica y tecnológica adaptada al tejido productivo regional, respetando la trayectoria tecnológica específica de Santander y el nororiente colombiano, por lo que se puede decir que, sin desconocer su carácter científico y académico, es posible cumplir un papel esencial en la región siempre que no se disocie la formación de alto nivel de la investigación y se mantenga la tensión entre lo universal y lo regional, participando con igual intensidad en las redes locales y regionales como en las redes nacionales e internacionales.

1.3 POLÍTICAS ESTATALES E INSTITUCIONALES

“Avanzar, competir, participar en la aldea global son lugares comunes en los debates actuales sobre el futuro que debe construir el país. No obstante, la educación superior, considerada factor medular, en casi todo el mundo, para el logro de estos objetivos, en Colombia se la ha limitado a cumplir un papel secundario dentro de las políticas públicas y los planes nacionales de desarrollo”¹³

No es difícil aceptar una afirmación como la anterior en un país donde la guerra ocupa el primer renglón de atención para el gobierno, mientras la salud y la educación parecen quedar cada vez más relegadas o conminadas a convertirse en “empresas de lucro” con tal de sobrevivir*. Aún así, se destacan algunas políticas estatales sobre

¹³ HENAO, Myriam y VELÁSQUEZ, Myriam. Educación superior como objeto de reflexión e investigación. En: [17]. p. 288.

* Un claro ejemplo de políticas en este sentido se encontraba en el artículo 84 de la Ley 812 de 2003, que recientemente la Corte Constitucional declaró inexecutable por afectar la autonomía presupuestal de las Universidades Públicas.

educación superior, que orientan la estrategia de ciencia y tecnología, y otras relacionadas con la manera de realizar un acercamiento entre la Universidad y el sector productivo. En síntesis estas políticas pretenden [18]:

1. Respecto a la orientación de la estrategia de ciencia y tecnología:
 - a. Impulsar en forma generalizada los procesos de innovación en todas las ramas de producción,
 - b. Consolidar la capacidad científica nacional,
 - c. Reformar institucionalmente el sistema de ciencia y tecnología, volviéndolo más flexible y racional, descentralizando actividades de investigación,
 - d. Cambiar la relación de los colombianos con el conocimiento, democratizando la ciencia.
2. Respecto al acercamiento de la Universidad al sector productivo:
 - a. Ir de la investigación básica y teórica hasta el desarrollo de la producción y comercialización internacional y nacional.
 - b. Propiciar asociaciones entre entidades de investigación (universidades e institutos) y el sector productivo (empresas, gremios, cooperativas y organizaciones comunitarias), sin restricciones legales.
 - c. Crear una sociedad de empresas para desarrollar investigaciones
 - d. Introducir el uso masivo de la ciencia moderna
 - e. Impulsar programas de educación continuada
 - f. Conectarse con proyectos de ciencia y tecnología a través de institutos estatales de investigación.

Es así, como la Universidad Industrial de Santander, y en ella, la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, han emprendido una reforma académica que busca responder “a las exigencias que le plantean a la Universidad, los desafíos que surgen de los nuevos referentes históricos en los cuales se inscribe la

educación superior, tanto en el orden nacional como en su contexto mundial”¹⁴. Como parte de este proceso de transformación y de búsqueda de la excelencia, se ha logrado la Acreditación Institucional como reconocimiento a una la labor desarrollada por toda la comunidad universitaria.

Este es el marco en el que la UIS, como institución de educación superior, se encuentra, y desde el que intenta contribuir en la construcción de saber a partir de la diversidad de pensamiento y contradicciones propias de los sujetos, aplicando ese saber comprometido con el desarrollo social, cultural y comunitario. Por otra parte, se espera que la educación superior despierte “en los educandos un espíritu reflexivo, orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico que tenga en cuenta la universalidad de los saberes y la particularidad de las formas culturales existentes en el país”¹⁵.

Pero, ¿cómo lograr que esto que aparece en el papel se pueda llevar a la práctica?. La ley 30 de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, establece que el Estado debe garantizar la autonomía universitaria, reflejada en las libertades de investigación y de cátedra, así como las de enseñanza y de aprendizaje. Además, debe velar por la calidad del servicio educativo, para lo cual se han establecido diferentes mecanismos de medición y control*, y asimismo asegurarse de que este servicio, considerado como público, sea accesible a todo aquel que demuestre contar con las capacidades intelectuales y académicas necesarias para desempeñarse en un ambiente universitario. De esta manera, la Universidad, como ente autónomo, tiene “el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas,

¹⁴ PROYECTO INSTITUCIONAL UIS. 2000. p. 11.

¹⁵ LEY 30 DE 1992. Artículo 4. Congreso de Colombia, 1992. p. 1.

* Los ECAES y los procesos de acreditación son algunos ejemplos.

docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional”.¹⁶

Además, como cita el artículo 5 de la misma ley, los objetivos de la Educación Superior están enmarcados en la realidad y necesidades del país, por lo que además del compromiso inherente con la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas, éste debe estar ligado al servicio a la comunidad pues, como ya se dijo, universidad y sociedad no se pueden desligar. De manera que a través de sus funciones básicas, la Universidad ha de ser un motor de desarrollo regional y nacional donde se formen profesionales comprometidos con su entorno y con su país.

Dentro del Proyecto Institucional de la UIS 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”¹⁷.

En la medida que se desarrollen y potencien estas funciones, que son el distintivo de la Universidad frente a otras instituciones de educación superior, podremos decir que estamos por encima de las limitaciones socio-políticas que enfrenta la universidad pública en Colombia, y así proyectarnos para asumir los retos propuestos a nivel mundial para este nuevo milenio. Es así, como la Universidad Industrial de

¹⁶ LEY 30 DE 1992. Artículo 28. Op. Cit. p. 5.

¹⁷ PROYECTO INSTITUCIONAL. Op. Cit. p. 24.

Santander, en su Proyecto Institucional, plantea los lineamientos generales para cumplir con estas funciones, y expresa “de manera armónica los principios que orientan la vida universitaria en su conjunto y las actividades académicas que le son propias”.¹⁸ Estos principios se resumen a continuación.

a) Formación integral

*“Este es un principio englobante y determinante de todos los demás porque expresa el ideal de la Institución con respecto a la formación de los estudiantes y a su proyección social”.*¹⁹

Se constituye éste en uno de los principios más reclamados por la sociedad, pues involucra en la formación universitaria componentes no sólo a nivel científico, sino también a nivel cultural, ético, moral y humano, de manera que, además de excelentes profesionales, permita el desarrollo de un alto sentido de responsabilidad social; pero no como una formalidad expresada en los planes de estudios, sino como una experiencia de vida universitaria que los traspase y se palpe a través de todo su currículo.

De esta manera, la formación integral hace énfasis en los siguientes aspectos:

- **Formación del ciudadano.** La formación de un sujeto ético, libre, consciente y autónomo, capaz de asumir responsabilidades sociales y políticas.
- **Integración armónica** de la cultura universal con las especificidades que forman nuestra propia identidad como colombianos.
- **Formación estética.** Propicia la sensibilización hacia las diferentes manifestaciones culturales, teóricas, artísticas y vitales.

¹⁸ Ibid. p. 44.

¹⁹ Ibid. p. 44.

- **Idoneidad profesional.** Se ve representada en el trabajo calificado que puede contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad en general.
- **Formación profesional y ciudadana versátil.** Implica estar en capacidad de enfrentar los retos que presenta la sociedad global con actitud positiva.
- **Desarrollo físico y mental de la persona.** Involucra el cuidado tanto del medio ambiente como del propio cuerpo y mente.

b) Investigación

“Actividad académica primordial de la cual dependen la calidad de la docencia y la pertinencia social de la Universidad”²⁰

Ya se ha discutido ampliamente la estrecha relación que existe entre la investigación y la Universidad, más aún en nuestro entorno donde es difícil que la primera se dé fuera de la segunda. Esta relación nos recuerda que la función docente debe estar completamente integrada a la investigación, pues sin ésta, no se pasaría de ser una simple “institución reproductora y transmisora de conocimientos, sin capacidad de liderazgo y sin vigencia social”²¹. Grupos y Centros de Investigación se constituyen en un primer eje articulador de la investigación al interior de la Universidad, generadores de espacios de desarrollo colectivos y transdisciplinarios, promovidos tanto en posgrado como en pregrado, buscando “responder a las exigencias del mundo laboral y a los desafíos de la vida en comunidad”.²² Pero más allá de lo desarrollado dentro de la Universidad, la investigación debe traspasar sus límites, pues las condiciones de la nueva sociedad globalizada exigen que se trabaje en redes interinstitucionales, con vinculación a la industria, y reuniendo los aportes de varias

²⁰ Ibid. p. 57.

²¹ Ibid. p. 58.

²² Ibid. p. 59.

disciplinas, para finalmente traer de nuevo esos resultados llevando a su vez los resultados permite retroalimentar la propia actividad docente.

c) Vigencia social de la Universidad

*“Se manifiesta en su participación activa en Organismos de planificación regional, en agrupaciones de participación ciudadana para el seguimiento de políticas y programas de desarrollo social y económico”.*²³

Este es un principio misional de la Universidad Industrial de Santander, más aún siendo pública pues, a diferencia de lo privado, la preocupación aquí es por el otro y por sus necesidades, por aquel que, teniendo las aptitudes para ingresar, no cuenta con los recursos económicos suficientes, por una sociedad que reclama líderes y profesionales honestos, por un país que exige salir del subdesarrollo. Por tanto, todos los miembros de la comunidad deben estar comprometidos con este principio considerando la responsabilidad que se tiene con el desarrollo del país a nivel social y cultural. *Vigencia* no significa pretender que la Universidad sea reconocida socialmente, pues como ya se ha dicho, ésta puede existir sin ese reconocimiento; sino estar dispuestos a servirle respondiendo a las exigencias en la formación de ciudadanos, de líderes que promuevan la determinación del orden social y que propendan por una mejor calidad de vida de la comunidad.

d) Flexibilidad e interdisciplinariedad

“La flexibilidad es una característica de los planes de estudio y la interdisciplinariedad se refiere a formas de relación entre los saberes

²³ Ibid. p. 16.

*que se posibilitan en la academia siempre y cuando los planes de estudio sean flexibles”.*²⁴

Aunque son distintas, la flexibilidad y la interdisciplinariedad se conjugan para posibilitar la formación integral, la investigación y la vigencia social. Respecto a la formación integral, la flexibilidad sugiere que al romper con el rigor curricular, donde todos los espacios y momentos del estudiante universitario estaban preconcebidos y programados, se le dé la oportunidad de disponer de tiempo para crear, plantearse sus propios interrogantes y compartir experiencias con otros miembros de la comunidad, y también que relacione los saberes de su disciplina con los de otras áreas, a través de cursos programados por diferentes carreras, afines a sus intereses y sin que este tránsito se obstaculice por trámites administrativos.

A nivel de investigación, los diferentes grupos y centros deben dialogar entre sí, generando verdaderas escuelas de pensamiento donde se intercambian preguntas y ofrecen soluciones conjuntas a los problemas que en general no son unidimensionales, sino que por el contrario, presentan múltiples facetas, como las que muestran las necesidades sociales y culturales, y que por ende, requieren el concurso de diferentes áreas del saber, que lejos de reñir entre sí, son complementarias y pueden enriquecer las soluciones propuestas.

e) Pedagogía dialógica

*“La pedagogía dialógica [...] exige reconocer en la práctica la autonomía de los estudiantes para que asuman por sí mismos los procesos de aprendizaje y de formación integral”.*²⁵

²⁴ Ibid. p. 64.

²⁵ Ibid. p. 23.

Es el deseo de aprender el que debe mover al estudiante a participar en los diversos espacios de formación, de manera que la actividad académica se aproveche y disfrute al máximo, y que el encuentro con el docente sea el de personas iguales en dignidad, autónomas y cuya capacidad comunicativa les permite convergir y divergir por medio de argumentos hasta lograr apropiarse o construir el saber deseado.

De esta manera, y aunque se promueva la libertad de cátedra al interior de la Universidad, en un ambiente de democracia y libertad de expresión, las prácticas dialógicas deben ser el común denominador dentro y fuera del aula, pues se trata de reconocer al otro, promoviendo la identificación, construcción y reconstrucción de los objetivos de conocimiento que han de llevar a la transformación del sujeto mismo. En este sentido el docente se convierte en un guía y mediador en el proceso de lograr aprendizajes significativos de cada uno de los estudiantes; pero que reconoce su mayoría de edad y por ende le entrega la responsabilidad de construir sus propios saberes.

f) Formación permanente

*“Las Universidades se conciben como espacios de investigación y de reflexión permanente, abiertas indefinidamente para perpetuos estudiantes”.*²⁶

La formación es un proceso continuo, siempre susceptible de ser aumentada y mejorada. De la misma manera las transformaciones y cambios que se suscitan en la sociedad a través de sus egresados, son fuente de retroalimentación que le permiten a la Universidad renovarse y mantenerse vigente para así ofrecer a sus estudiantes, en el aquí y el ahora, medios para proyectarse al mañana.

²⁶ Ibid. p. 74.

1.4 LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LAS TELECOMUNICACIONES EN LA UIS

1.4.1 Diseño curricular de Ingeniería Electrónica²⁷

La misión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, E3T, está enmarcada en la de la Universidad Industrial de Santander, y por ende tiene un alto grado de compromiso con la comunidad y con la formación integral de personas de alta calidad ética, política y profesional. En la actualidad cuenta con programas de pregrado y posgrado enfocados a los campos de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones, que buscan formar profesionales capaces de entender y desarrollar procesos tecnológicos y científicos en esos campos, comprometidos con el progreso y desarrollo sostenible de la sociedad.

Propósitos de formación

Además de los propósitos que se derivan de los principios que orientan el PI de la Universidad, es propósito de la E3T formar profesionales analíticos, innovadores y con capacidad investigadora que, con base en conocimientos científicos y tecnológicos, puedan adaptarse rápidamente a los cambios que imponga la sociedad e incluso puedan propiciar dichos cambios.

Específicamente, en el área de la ingeniería electrónica el propósito es formar profesionales que puedan desempeñarse en empresas de **telecomunicaciones**, de servicios o de manufacturas, como diseñadores (equipos electrónicos), proyectistas (tecnología), operadores (redes de telecomunicaciones), directores (áreas y proyectos), asesores y empresarios. En general, en empresas que tienen como base de

²⁷ Basado en apartes de una versión preliminar del documento de reforma curricular de la E3T [28].

producción sistemas electrónicos, en áreas administrativas, operativas, de comercialización y mercadeo; así como en centros de investigación y desarrollo.

Funciones de docencia, investigación y extensión de la E3T

Estos tres pilares se interrelacionan para contribuir a los propósitos institucionales de soporte al proceso de cambio en la región mediante la formación de profesionales de Ingeniería Electrónica, tal como se describe a continuación.

a) Función de docencia

La función de docencia está asociada a la formación académica en profesiones o disciplinas y se desarrolla en cada uno de los espacios propios de la vida universitaria, dentro y fuera del aula. En la E3T, esa función comprende las actividades de preparación y presentación de clases, seguimiento los procesos de enseñanza y aprendizaje, evaluación formativa y objetiva de los estudiantes, visitas técnicas, acompañamiento en los laboratorios, dirección de trabajos de grado, realización de conferencias, atención de consultas y actualización permanente de los docentes. El objetivo es ampliar los conceptos entendidos por el estudiante, desarrollar sus habilidades de pensamiento y reforzar las actitudes que le permitan desempeñarse dignamente como profesional y como ciudadano (formación en el ser y en el convivir).

Además, la E3T busca formar al estudiante tanto en el saber como en el saber hacer, por lo que se hace énfasis en la relación entre el conocimiento y su aplicación. En ese contexto, el estudiante 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.

A nivel docente, esta 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 que éste requiere.

b) Función de investigación

La E3T asume que la investigación (que puede ser científica o tecnológica) permite fomentar la creación de comunidades internas y externas a través de grupos de cooperación y redes temáticas. Es un ejercicio que incentiva el trabajo interdisciplinario, permite el reconocimiento nacional e internacional, genera escuelas de pensamiento, de técnica y de conocimientos especializados, origina la producción de documentos de calidad en las diferentes áreas del conocimiento y proyecta una verdadera universidad hacia la sociedad. Por tanto, la función de investigación tiene gran importancia para la escuela, manifestada en las dos áreas de la maestría en ingeniería que se ofrecen y en el esfuerzo permanente de sus docentes por hacer visible la Universidad a través de sus publicaciones, como resultado de los trabajos de investigación realizados; trabajos en los que participan estudiantes de pregrado.

De esta forma, se contempla la consolidación del espíritu investigador en los estudiantes, despertando en ellos el interés por ir más allá de lo que se puede discutir en clase en presencia del docente. Se tiene el propósito de trabajar en torno al conocimiento de los problemas de la sociedad colombiana y permitir que los estudiantes se apropien de esos problemas, para darle curso a la investigación formativa como un componente importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Esos problemas se tratarán en materias del ciclo de formación profesional específico, el cual ha sido definido de tal manera que permita darle mayor identidad a cada

programa y procurar que los estudiantes adquieran un adecuado nivel de desarrollo y de conocimiento del entorno. De esta forma, se propende porque cada experiencia de formación profesional específica garantice que los estudiantes estén inmersos en la comunidad científico-tecnológica que les corresponde, pero sin perder de vista el contexto en el que se ha de desarrollar su quehacer profesional.

En ese sentido, la E3T fundamenta su función investigadora en el apoyo a sus grupos de investigación, los que a su vez soportan las áreas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la maestría en ingeniería de la UIS. En general, con esos grupos se busca incentivar y apoyar la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en las áreas de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones, así como los programas de formación y de extensión, bajo criterios éticos hacia la sociedad y el medio ambiente.

c. Función de extensión

Tiene relación con la producción, el desarrollo y la transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional, con el fin de dar respuesta en el plano social a las expectativas que la comunidad deposita en los egresados de los programas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica. Para esto, se llevan a cabo actividades de extensión que, acompañadas de las tareas de docencia e investigación, le aportan al estudiante un sentido multilateral, para que pueda ir al entorno aportar sus conocimientos y aprender de él. El propósito es lograr que las actividades de extensión sean el puente que reconcilia el medio externo con la creatividad y constituyan el horizonte ético de la relación con la sociedad.

De otra parte, la calidad exige del contacto permanente con las comunidades, de las cuales se extraen los recursos e información necesarios para proporcionarles lo que requieren en su proceso de crecimiento hacia una mejor calidad de vida. Por tanto, es

necesario mantenerse al tanto de los aciertos, los problemas, sus posibles causas y las manifestaciones más sentidas de esas comunidades.

En ese sentido, los egresados pueden aportar un camino para monitorear y valorar el impacto de los programas en la sociedad y, de esta forma, conocer las necesidades de ajuste; además de obtener la información requerida para definir ofertas de extensión y educación continua.

En consecuencia, se tiene previsto el establecimiento de un observatorio de egresados, a partir del cual se espera obtener información que permita una reorientación permanente de los programas ofrecidos en la Escuela. El contacto con egresados proporcionará, de forma sistemática, los elementos que permitan valorar el impacto de los programas en la sociedad y así juzgar sobre su pertinencia.

Bajo esta perspectiva, la extensión se entiende como:

- Programas de educación continuada no formales, abiertos al público.
- Actividades culturales y sociales destinadas al afianzamiento de la imagen de la Escuela y por ende de la Universidad.
- Programas y servicios que se prestan a comunidades menos favorecidas.
- Servicios técnicos ofrecidos a las empresas y al estado, tales como consultorías, estudios y asesorías.
- Prácticas sociales y pasantías.

Modelo pedagógico

Como ya se mencionó, el modelo pedagógico propuesto en la UIS es el dialógico, y por tanto en la E3T se ha planteado la adopción sistemática de prácticas pedagógicas dialógicas, que propicien el aprendizaje significativo en los estudiantes. Sin embargo, dentro del cuerpo profesoral son notorios diferentes estilos pedagógicos, y aunque se

cuestiona la conveniencia de estandarizar un único modelo, se ve la necesidad de orientar el trabajo docente por aquellos caminos que permitan evitar el aprendizaje memorístico.

En consecuencia, se requiere trabajar en el desarrollo y consolidación de habilidades específicas de comunicación, en el manejo de mediaciones pedagógicas y en el mejoramiento del proceso evaluativo; para que la actividad docente sea pieza fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje y fuente de crecimiento de docentes y estudiantes.

El objetivo superior en la tarea docente de la E3T es enseñar a pensar, para que el estudiante abandone el aprendizaje memorístico y, con éste, la resolución mecánica de ejercicios. En ese nuevo escenario, los docentes buscan la forma de estimular el pensamiento crítico y creativo de sus estudiantes mediante la formulación de problemas que los hagan pensar y les ayuden a afianzar el espíritu de cientificidad.

El modelo pedagógico estimula las habilidades intelectuales que complementan los conocimientos y hacen posible su aplicación en la resolución de problemas y en otras actividades académicas y humanas. Asimismo, encuentran en la creatividad, en el análisis y en la síntesis, el potencial que complementa los conceptos y que permite manejar el conocimiento.

Además, el modelo promueve la formación de personas honestas, responsables y serviciales. Para ello, los docentes trabajan 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.

Además, el profesorado es consciente de la necesidad de planificar y desarrollar experiencias de aprendizaje que motiven a los estudiantes y los orienten en su formación. Entre ellas, utilizar la resolución de problemas, la **elaboración de proyectos**, el desarrollo de talleres y foros, las prácticas de laboratorio y la sustentación de trabajos de clase. Sin embargo, es muy difícil construir una ética de la responsabilidad, que favorezca el desarrollo de la autonomía, cuando institucionalmente se ofrece el mecanismo para que el estudiante caiga en el facilismo de las cancelaciones y mantenga un mínimo nivel de compromiso.

Objeto de conocimiento de Ingeniería Electrónica

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 y está estrechamente relacionada 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.

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.

1.4.2 Tendencias de las telecomunicaciones y su importancia en el mundo actual

Como ya se mencionó, dentro de los propósitos de formación del ingeniero electrónico de la UIS se contempla la construcción de competencias en el área de las telecomunicaciones, dada su afinidad con el objeto de conocimiento de la electrónica y por su relevancia en el escenario mundial actual.

Y es que diferentes revoluciones en las telecomunicaciones la han ligado con la electrónica desde que Maxwell descubrió en el siglo XIX las ondas electromagnéticas, hasta la explosión de las tecnologías inalámbricas. Si se comprende el verdadero significado de “revolución”, como lo describe Thomas Kuhn en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*²⁸ y analizamos el desarrollo histórico de las comunicaciones, comprenderemos que se están planteando nuevos paradigmas comparables a los propuestos por Maxwell y Shannon, y que nos han situado *ad portas* de una verdadera revolución .

Y es que desde cuando J.C. Maxwell publicó su trabajo *Electricidad y Magnetismo* (1873) que sentó las bases teóricas para la comprensión de todos los fenómenos que hacen posibles las comunicaciones como sistemas de transporte de energía electromagnética, o cuando C.E.Shannon propuso en 1948 *La Teoría Matemática de la Información* que se convertiría en piedra angular sobre la que se ha desarrollado toda la teoría actual de la comunicación y la codificación; e incluso desde la aparición misma de Internet en los 60's, no se había tenido tanto potencial por explorar y dispuesto de las herramientas, y más aún, la tecnología necesarias para hacerlo.

²⁸ KUHN, Thomas S. La estructura de las revoluciones científicas. Santafé de Bogotá : Fondo de cultura económica, 1992. 320 p.

En Colombia, ya se está produciendo una avalancha de nuevos servicios y aplicaciones que aumentarán la interacción entre los sistemas de telecomunicaciones existentes y los futuros y forzarán a las empresas implicadas a pensar seriamente en las nuevas tecnologías, para lo cual requerirán profesionales preparados para usarlas y desarrollarlas. Esto plantea un reto y una oportunidad de formación para las instituciones de educación superior que cuentan con programas de ingeniería electrónica, telecomunicaciones, y afines para que sitúen a sus profesionales en un contexto global que les permita seguir el ritmo del cambio en este campo, capaces de afrontar los diversos factores que están marcando la pauta de la nueva era: la liberalización del mercado de las telecomunicaciones que ha conducido a una transformación gradual de un modelo estatal y/o monopolio a una industria competitiva que opera en un mercado abierto; los usuarios que ya no se conforman con las comunicaciones de voz, pues sus necesidades personales y profesionales están presentando un constante crecimiento relacionado cada vez más con comunicación de datos y multimedia; el surgimiento de Internet como la mayor fuerza generadora de nuevas tecnologías*; la llegada de una nueva generación de sistemas móviles que hacen más fáciles las comunicaciones y los negocios; la creciente diversidad y complejidad de nuevos servicios globales; el creciente poder de los canales de comunicación así como de los dispositivos finales; los avances en aplicaciones y programación distribuida; la globalización de la economía y la necesidad de plataformas que no se vuelvan obsoletas.

* Es importante destacar aquí el papel de las nuevas tecnologías en la educación y el papel de Internet como uno de los ejes fundamentales que han permitido su introducción en los diferentes niveles de formación.

2. EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS COMPLEJOS: UNA MIRADA Y ALGUNAS REFLEXIONES

“La percepción, sin comprobación ni fundamento, no es garantía suficiente de verdad”.
B. Russell

2.1 SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN INGENIERÍAS

Cuando se trata de la enseñanza, y en particular de la enseñanza de las ciencias en ingenierías, los docentes exhibimos diferentes actitudes que ponen de manifiesto, en muchos casos sin ser conscientes de ello, nuestra posición epistemológica*, que puede ser principalmente de corte empirista o racionalista. Sin embargo, como señala Barrera, “es necesario tener ideas claras sobre las diferentes escuelas filosóficas que han abordado el problema de la naturaleza del conocimiento, sopesarlas y buscar identidad con una de ellas”²⁹ y así poder tener claridad respecto a los fines de las diferentes acciones que se promueven dentro del aula.

En este sentido, y adoptando una postura esencialmente racionalista, que permite ver los procesos de enseñanza y de aprendizaje como un conjunto de acciones dinámicas y en constante desarrollo, y conscientes de la falibilidad de las teorías y leyes que se estudian en los cursos de ciencias, se pueden identificar, a partir de esta postura

* Incluso, en algunos casos, el discurso que el docente maneja dentro del aula evidencia una postura epistemológica distinta a la que él práctica a través de la metodología utilizada en el curso.

²⁹ BARRERA DE A., María. La epistemología en el aula de clase: oportunidad y limitaciones. En: Filosofía de la ciencia. Compilado por F. Mantilla. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005, p. 93.

epistemológica, las siguientes concepciones respecto a los actores y elementos que componen dichos procesos:

- *Docente*: acompaña a los estudiantes en la construcción del conocimiento poniendo de presente que “el ser humano debe luchar siempre contra el error” pues “es la conciencia del error, lo que nos hace humanos”³⁰, dejando de lado los principios de autoridad tradicionales y exponiéndose deliberadamente a sí mismo y a la materia de estudio, al escrutinio permanente de sus estudiantes, para lo cual debe contar con un conocimiento y comprensión profundos de la ciencia que enseña. El docente debe propender por la formación de la racionalidad de los estudiantes, generando conflictos y promoviendo discusiones que desencadenen procesos de pensamiento de niveles cada vez más complejos.
- *Estudiante*: es el constructor de su propio conocimiento, y como tal se reconoce como un interlocutor válido que posee ideas y pensamientos que deben ser tenidos en cuenta dentro de las discusiones de aula. Se reconocen entonces todas las argumentaciones claras y coherentes como aportes al constructo racional del conocimiento, promoviendo así la libertad de pensamiento, tal como la concibe Feyerabend (Pérez, 2005).
- *Estrategia pedagógica*: la discusión argumentada y el cuestionamiento permanente a los modelos científicos sobre los cuales se cimienta la temática estudiada deben ser una constante dentro de las estrategias que se desarrollan dentro del aula. Sin pretender que los cursos de las ingenierías se conviertan en un estudio exhaustivo de la historia o la filosofía de la ciencia, contextualizar las teorías y leyes que constituyen el entramado de la disciplina desde un enfoque histórico y filosófico le proporciona al estudiante importantes elementos para su formación profesional e investigativa, en especial en lo que tiene que ver con el interés por indagar y profundizar en los saberes relacionados, de manera directa y/o transversal, con su profesión.

³⁰ SILVA R., Alonso. Aspectos esenciales del pensamiento ético político de Popper y sus fundamentos epistemológicos. En: Filosofía de la ciencia. Compilado por F. Mantilla. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005, p. 102.

- *Aula*: es el espacio por excelencia para la discusión y la argumentación de la que se ha venido hablando. Es el lugar donde *aprendices y maestros* comparten su visión, inquietudes, presaberes y cuestionamientos relacionados con los temas de estudio. Es aquí donde el enseñante de la ciencia debe canalizar toda la sinergia producto del trabajo del grupo que finalmente se debe traducir en un ambiente fluido, sin tensiones que propicie el aprendizaje de la ciencia, idealmente, por el gusto por el conocimiento.

Ahora bien, teniendo claras las concepciones que, desde un punto de vista racionalista, se tienen* respecto a docentes y estudiantes, así como de las estrategias pedagógicas y la misma aula, se puede centrar la atención en los elementos que debe formar un enseñante de la ciencia y en la manera de hacerlo. Retomando a Barrera (Barrera, 2005) se pueden sintetizar algunos elementos así:

- *Desde el docente*

- Considera la ciencia en permanente cambio. Sea que se hable de programas de investigación, rupturas epistemológicas, paradigmas o proliferación de teorías, se muestra la ciencia como inacabada y a sus teorías como falibles.
- Debe contar con suficiente poder argumentativo y tolerancia para poder sostener discusiones con los estudiantes que promuevan la formación de ideas propias en cada uno sin desconocer la posible validez de las de otros, más aún si se tiene claro que no existen las verdades absolutas.
- Consciente de su propia postura racionalista, debe propender por la formación de la racionalidad en los estudiantes.
- Pone de manifiesto que el estudiante es el responsable de su propio aprendizaje, por lo que el docente se convierte en un dinamizador de este proceso.

- *Desde la epistemología*

- Las teorías científicas son explicaciones provisionales a las realidades del mundo, y por lo tanto falseables.

* Éstas son concepciones personales, matizadas por mi interpretación de lo que es el espíritu racionalista, del cual me he declarado partidario.

- La ciencia no es ajena al contexto en el que se desarrolla, por lo cual es necesario anidar a su estudio aspectos históricos y sociológicos del conocimiento.

- *Desde las estrategias*

- Se fomenta el cuestionamiento permanente y a su vez por medio de preguntas abiertas se le da la oportunidad al estudiante de elaborar sus propias tesis y defenderla.
- El conocimiento de las bases teóricas (teorías previas) sirve de sustento para la comprensión (o formulación) de teorías más refinadas.
- La formación de grupos de discusión favorece el clima deseable en el aula y promueve la creación de un ambiente más propicio para el debate y la concertación.
- Los resultados de las discusiones no deben ser estériles, por el contrario, el desarrollo de talleres de construcción del conocimiento permite tener una memoria de los aportes y logros alcanzados en las diferentes actividades desarrolladas.

- *Desde los estudiantes*

- Reconoce en el otro a un interlocutor válido y valora la clase de argumentos que esgrime.
- Elabora sus ideas de acuerdo a sus propios intereses, y es capaz de sustentarlas y defenderlas.
- Se reconoce como constructor de su propio conocimiento, como ser activo y consciente de su papel protagónico en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Si bien se podrían enumerar muchos otros elementos que se pueden considerar indispensables en la enseñanza de la ciencia, hago énfasis en que los docentes deben favorecer la construcción del conocimiento científico en los educandos, vivenciando, mas no predicando, su propia noción de ciencia, formada, claro está, a partir de un conocimiento profundo de la *materia* que enseña.

En lo que respecta a la enseñanza de la *asignatura* “**Teoría de comunicaciones**” se descubre que ésta (la asignatura) permite reunir elementos que propenden por el desarrollo del espíritu científico en los estudiantes, como son: el debate sobre la

telecomunicaciones: pasado, presente y futuro (algo de historia de la ciencia), el cual resulta enriquecedor y motivante por cuanto sitúa al estudiante en la realidad respecto a la velocidad de los cambios tecnológicos en esta área, con la consecuente necesidad de conocer a fondo el qué, el para qué y el cómo para así estar en capacidad de seguir el ritmo que imponen estos cambios. En el caso, por ejemplo, de la unidad llamada *Procesos aleatorios*, sólo cuando se entiende su relación con el resto de la materia y se está en capacidad enlazarla con los preconceptos que la sustentan, esta unidad pasa de ser un simple repaso de *probabilidad y estadística*, para convertirse en un tema de discusión que ve su importancia en que determina en gran medida el avance y las limitaciones de los sistemas de telecomunicaciones. Sin embargo, es justo reconocer que aún son mínimos los cambios que se ven en la práctica de la enseñanza de esta asignatura*. Aún falta conocer con profundidad o tal vez explicitar los códigos epistemológicos de las telecomunicaciones para así ponerlos a consideración de los estudiantes, y propiciar ese ambiente del que se ha venido hablando, donde la razón prime sobre la mera opinión y se rompan los esquemas dogmáticos que tradicionalmente se han venido empleando para la enseñanza de las ciencias en ingenierías, de manera que lo que aquí se ha optado por llamar *conceptos complejos* sean cada vez más asequibles para los futuros profesionales.

2.2 SOBRE LA SITUACIÓN EN EL AULA

El aprendizaje de conceptos que pueden ser considerados complejos** se ve afectado de manera adversa por una serie de factores que van desde lo puramente conceptual, involucrando la práctica docente y, claro está, el rol del estudiante en su propio proceso de formación, hasta aspectos relacionados con los escenarios mismos de aprendizaje. Y es que los procesos de aprendizaje, en general, no están ligados únicamente a quien aprende y a quien enseña pues, como señala Pozo, “no es simplemente que aprendamos poco, ni que enseñemos mal. Es que los escenarios de

* Esta alusión corresponde específicamente a la asignatura *Teoría de comunicaciones* del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander.

** Entendiéndose por complejo aquello que está constituido por elementos diversos y cuyas relaciones, en algunos casos, son difíciles de establecer.

aprendizaje e instrucción muchas veces no están pensados teniendo en cuenta las características de los aprendices y de sus maestros”³¹.

Los conceptos que se pueden considerar complejos normalmente son el resultado de una construcción elaborada y organizada de conceptos previos, por lo cual se hace indispensable desentrañar esa estructura y comprender los fundamentos que la constituyen para así contar con las herramientas necesarias para recrearla en nuestra propia mente, organizando así nuestro propio conocimiento. Saint-Onge, refiriéndose a estudiantes de bajo desempeño, dice que éstos pueden “mejorar su rendimiento componiendo bien las informaciones que se les transmiten”³², es decir, dejándoles ver cómo se relacionan. La diferencia en la elaboración de un concepto por parte de un experto respecto a un principiante, dice Saint-Onge, radica precisamente en las relaciones que el primero es capaz de establecer entre los muchos elementos que lo componen.

El caso de los *Procesos Estocásticos* no es la excepción pues, además de ser una base fundamental para el diseño y análisis de modelos asociados a *sistemas de comunicaciones*, se puede considerar en sí una temática compleja que requiere para su comprensión de bases sólidas en lo concerniente a probabilidad y estadística (discreta y continua), tratamiento de señales (especialmente la comprensión e interpretación adecuadas de la *transformada de Fourier*) y en general aquellos fundamentos matemáticos brindados por el cálculo y el álgebra lineal. Los demás hilos que entretujan esta base conceptual se pueden extraer de todo el bagaje que hasta el momento el estudiante ha adquirido en cuanto a la terminología y el perfil propio de su profesión. Estos hilos son los que permiten mantener articulados los aspectos fundamentales, evitando que se pierda la relación entre éstos, lo cual a su

³¹ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza. 1996. p. 22.

³² SAINT-ONGE, Michel. *Yo explico, pero ellos...¿aprenden?*. Segunda edición. España: Mensajero. 1997. p. 96.

vez dificulta la comprensión del *todo*; ya que es posible en este proceso de ir de lo complejo a lo simple, identificando aspectos fundamentales y bases teóricas, que se llegue a tener un rompecabezas con tantas piezas que resulte aún más difícil de ordenar y comprender que antes de iniciar el proceso de aprendizaje, lo que genera la construcción de una red de conceptos, falta de cimientos y sin una estructura sólida que la soporte y la valide adecuadamente.

Ausubel (et. al) [3] reafirma esta idea cuando plantea, para el logro de aprendizajes significativos, la necesidad de un afianzamiento relacional adecuado antes de lograr una verdadera retención y comprensión, pues “si la estructura cognoscitiva es clara, estable y convenientemente organizada, surgen significados precisos y faltos de ambigüedad que tienden a retener su fuerza de disociabilidad o su disponibilidad”³³, de lo contrario se puede llegar a inhibir el aprendizaje.

De ahí la importancia de los llamados *prerrequisitos*, que aparecen al “conjuntar y ajustar la estructura de los conocimientos con las necesidades y la estructura cognitiva de los estudiantes en cada etapa de aprendizaje”³⁴, de manera que al abordar una nueva asignatura (o un nuevo tema dentro de una asignatura), se disponga, en la estructura cognoscitiva del estudiante, de una serie de ideas previas que le permitan un cierto grado de inclusividad, generalidad y abstracción respecto a las nuevas. Son estos prerrequisitos una evidencia del grado de complejidad de una asignatura (o un tema). En la medida que el estudiante carece de esas bases (*prerrequisitos*) debe hacer un esfuerzo mayor para la comprensión del tema central y por ende el nivel de inclusividad, generalidad y abstracción necesarios también se incrementa.

³³ AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2ª Edición. México: Trillas. 1983. p. 151.

³⁴ ESTÉVEZ NÉNNINGER, Ety Haydeé. Enseñar a aprender. Estrategias cognitivas. México : Paidós. 2002. p. 93.

Y es que “en los ambientes complejos en que nos movemos, en nuestra cultura del aprendizaje, hay algo más que simples sucesos que se encadenan entre sí y con nuestra conducta”³⁵, pues ante nuevas situaciones de aprendizaje “echamos mano” de toda una base de datos correlacionada a la cual pretendemos integrar por medio de asociaciones, o nuevas construcciones, los conocimientos recién adquiridos.

Sumado a esto, la *aleatoriedad* es por mucho una idea que en principio resulta abstracta y difícil de explicar debido a que se escapa de los cánones determinísticos a los que están acostumbrados los ingenieros en formación; pero que en general deberían comprender muy bien aquellos que se encuentran en ejercicio, especialmente en el área de las telecomunicaciones. De esta manera, para el estudiante, las diferentes clases de análisis estocástico y estadístico pueden parecer sólo una visión hipotética de algún fenómeno, lo cual hace que su estudio se tienda a desvincular de la realidad, haciéndolo menos significativo y descontextualizado, dificultando aún más el proceso de aprendizaje, es decir, lo complejo se convierte en complicado.

Por otra parte, a la complejidad propia del tema se suma la existencia conceptos similares que si bien pueden relacionarse con el objeto de estudio, también se pueden prestar para suscitar cierta confusión dependiendo de la manera en que se establecen estas relaciones. Es decir que, si bien existen marcos de referencia y preconceptos relacionados con la temática que facilitan la comprensión de conceptos que abordados directamente resultan difíciles de *aprender*, también existen otros que lo único que hacen es sumar grados de complejidad a los ya existentes. Es el caso por una parte, por ejemplo, de las analogías que se pueden establecer entre los *momentos* definidos en mecánica y las medidas de dispersión que se emplean en estadística (también conocidas como *momentos*), o el concepto de ortogonalidad en espacios *vectoriales* y el mismo concepto pero definido en espacios *muestrales*. Para un estudiante que

³⁵ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Op. cit. p. 229.

entienda los conceptos de mecánica o álgebra le resultará más fácil reinterpretarlos a la luz de la estadística. Sin embargo, por otro lado, en algunos casos existen preconceptos que se pueden asociar erróneamente a ideas relacionadas con procesos estocásticos*. Un ejemplo de esta situación, que a menudo se percibe en el aula ocurre cuando el estudiante asocia una *variable aleatoria* con la idea de *experimento aleatorio* (o su resultado) y no con la idea de *función*, o incluso cuando se considera que es la propia relación funcional la que tiene un carácter aleatorio. Por esto, no es extraño que en un análisis estadístico resulten tantos factores que parecen ser *aleatorios*, de tal forma que la solución no parece estar al “alcance de la mano”.

Es así, como vemos que cada idea discutida dentro del aula se intenta asimilar en forma aislada, fuera de un contexto que permita encauzar el desarrollo de la temática por parte del docente y facilitar la identificación de los aspectos fundamentales por parte del estudiante, de manera que éste pueda pasar de la simple memorización a la comprensión, del análisis a la síntesis y del saber al saber hacer. Pero para entender cómo cada uno asimila y aprende un concepto complejo se requiere reconocer (o intentar hacerlo) qué situaciones se están presentando a nivel de estudiantes, del docente y del entorno que afectan positiva o negativamente los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

2.2.1 Los estudiantes

De la experiencia de aula se pueden resumir las siguientes apreciaciones relacionadas con el porqué de las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los procesos estocásticos:

* En idiomas, este tipo de asociaciones se denominan *false cognates* y ocurren cuando se traduce erróneamente un vocablo como, por ejemplo, *library* : **librería**, siendo que su traducción correcta es **biblioteca**.

a) De percepción

- El estudiante no encuentra relación entre la teoría y su aplicación.

Como anota Saint-Onge, “el sentido que pueda tener para el alumno el contenido de un curso dependerá de la relación que se establezca entre ese contenido y su experiencia”³⁶, pues debido a la falta de contextualización del tema, el estudiante lo percibe como ajeno a la realidad y por ende pierde el interés o lo eleva a un nivel de abstracción tal que la aplicación de fórmulas y procedimientos mecánicos se convierten en las únicas herramientas válidas para abordar la solución de posibles problemas, los que además empieza a considerar poco importantes y por ende exentos de ser analizados.

Esta falta de contextualización se evidencia cuando al estar frente a un problema relacionado con el tema en cuestión, el estudiante no lo comprende por no darse cuenta que la teoría que conoce es pertinente a dicho problema o bien por no saber cómo aplicarla.

- Se tiene la impresión que el tema no está conectado con las otras temáticas del curso.

Cuando un tema no se conecta a todo un tejido de conceptos, éste tiende a aislarse, prestándosele menos atención o interpretándolo como un caso particular y poco frecuente por lo que el esfuerzo para asimilar y manejar adecuadamente los conceptos relacionados se hace mayor, ya que se trata prácticamente de empezar desde cero el aprendizaje. Esta situación se presenta principalmente por:

- Fragmentación en el conocimiento que enfrenta el estudiante por cuanto cada asignatura, con sus contenidos, enfoques y planteamientos, normalmente aparece desligada de las otras[22], lo cual “obstaculiza la coherencia necesaria

³⁶ SAINT-ONGE, Michel. Op. Cit. p. 34.

de una acción pedagógica dirigida al desarrollo de un auténtico saber”³⁷, de manera que resulta difícil aplicar un concepto nuevo, quedándose el pensamiento estancado en un nivel descriptivo, lejos de poder interpretar, y mucho menos argumentar y proponer.

- Dificultad para enlazar con lo aprendido anteriormente, pues como plantea Ausubel, el factor que determina nuestra capacidad para obtener provecho de una situación de aprendizaje potencial es el conjunto de conocimientos ya adquiridos.

- La bibliografía sugerida es escasa y resulta difícil de entender.

El idioma, la nomenclatura, las convenciones y el lenguaje empleado en muchas referencias, constituyen una barrera entre la información y el estudiante. Además, la bibliografía más completa no siempre es la más pertinente desde el punto de vista de las aplicaciones que presenta, o en algunos casos los desarrollos son completamente teóricos, lo que favorece la descontextualización. De manera que los estudiantes terminan valiéndose sólo del resumen que el profesor hace en la clase y a partir de él elaboran su propio conocimiento, el cual se va haciendo reducido y limitado.

Esto se evidencia principalmente en los argumentos y ejemplos que proponen los estudiantes en situaciones concretas, los cuales en unos casos no se apartan de los discutidos previamente en el aula, y en otros no pasan de ser interpretaciones deficientes de algún texto.

- El tema se percibe como demasiado abstracto.

El estudiante puede asumir que el tema supera su capacidad de abstracción, sintiendo que es inútil que intente alcanzar el nivel de comprensión necesario para generalizar las teorías y formulaciones discutidas en el curso. Esta es casi una consecuencia directa de la fragmentación de los conocimientos que sumada a la falta de ejemplos

³⁷ Ibid. p. 35.

claros y concretos muestra cómo se dificulta entender el significado de algo más allá de la fórmula que lo define.

Por lo tanto, el aprendizaje se limita al manejo de expresiones en un contexto reducido, de manera mecánica y superficial, en el que prima la memoria de corto plazo.

b) De actitud

- Existe una predisposición negativa ante la temática

Tradicionalmente se tiene la idea que el tema es el más complicado del curso (información que se transmite de “generación en generación”) y se pueden detectar diferentes tipos de actitudes negativas tales como:

- Desechar desde el principio la idea de que es posible comprender el tema.
- Generar un clima de insatisfacción respecto a la necesidad de estudiar el tema.
- No realizar esfuerzos ni demostrar interés por lograr aprendizajes significativos.
- Bloquear su capacidad de asimilación y comprensión ante esa temática en particular, asumiendo que cualquiera que sea su esfuerzo, no va a entender.
- Falta de interés.
- Buscar el camino más fácil que le permita evitar “complicarse” con el estudio del tema.

Esto claramente se convierte en un obstáculo para que el estudiante intente lograr aprendizajes significativos, quien por el contrario, se limita a emplear la memoria o incluso prefiere centrar sus esfuerzos en otros temas de la materia para intentar nivelar los resultados de su aprendizaje, por lo menos en lo que a calificación se refiere. Esto refuerza la idea errónea de que el conocimiento se puede fragmentar, y de la misma forma se puede adquirir (o en este caso dejar de lado).

- El tiempo dedicado al estudio del tema por parte del estudiante es insuficiente.

A pesar de reconocer que es un tema que requiere especial dedicación, no se destina tiempo ni esfuerzo adicional para su estudio*, reduciendo así sus posibilidades de llevar el ritmo que el curso requiere. Incluso se descarta la idea de realizar actividades de refuerzo para fortalecer las bases conceptuales requeridas, debido a la inversión de tiempo adicional requerida.

En ciertos casos se hace una ponderación proporcional del tiempo dedicado al estudio de un tema con el peso porcentual del mismo en la calificación total de la asignatura, por lo que al tema en cuestión se le destina, en promedio, menos de una tercera parte del tiempo que usualmente se dedica a temas de menor complejidad.

- Se considera poco importante el tema de estudio.

Usualmente, al asociar el estudio de los sistemas de comunicaciones con sus aplicaciones, suele no reconocerse (o peor aún, ignorarse) la importancia del tema, en gran medida porque en el aula dicha importancia no se ha discutido suficientemente ni contextualizado adecuadamente. Además, se puede acotar en este momento que en muchas ocasiones el esfuerzo realizado por el estudiante en una materia resulta proporcional a aspectos tales como:

- La importancia que le da para su formación.
- El número de créditos de la asignatura.
- El tiempo disponible para dedicarle al tema.
- La extensión del tema en cuestión comparada con la de toda la asignatura.

* De una encuesta realizada el segundo semestre de 2004 a estudiantes de la asignatura, el 60% considera que dedican muy poco tiempo al estudio del tema.

Se concluye aquí que la motivación, y más exactamente la entrega al estudio de una asignatura, no surge necesariamente del contenido mismo de ésta, sino de la forma de presentarlo, de manera que factores externos que se contraponen a los propósitos de aprendizaje adquieren mayor relevancia para los estudiantes en la medida que no se logra captar su atención e interés y mantenerlos.

c) De formación

Además de los aspectos relacionados con la percepción y actitud de los estudiantes hacia el tema, no se puede desconocer que deben existir unos mínimos de conocimientos que sirven de base para construir los nuevos, por lo que algunas dificultades adicionales que se presentan desde este punto de vista se pueden resumir en:

- No se cuenta con bases sólidas.

Los conceptos previos que soportan el estudio de los procesos estocásticos van desde el cálculo fundamental, pasando por el álgebra lineal, hasta llegar a la estadística descriptiva e inferencial, incluyendo algunas aplicaciones desde la física de materiales y la electrónica básica.

Sin embargo, aunque todos estos conceptos se abordan en cursos previos, como ya se dijo, la fragmentación y falta de integración de los mismos, dificulta que éstos se evoquen y correlacionen cuando se estudian los procesos estocásticos. Se evidencia esto cuando al realizar pruebas diagnósticas, se detectan falencias en conceptos básicos como ortogonalidad, función de densidad de probabilidad o propiedades de las señales y los sistemas lineales, lo cual desencadena vacíos progresivos y acumulativos durante el desarrollo del tema. Aunque se proponen actividades de refuerzo, muy pocos consideran importante realizarlas pues no aceptan que las necesitan o sencillamente porque no le dedican el tiempo necesario.

- Se aplican en forma equivocada los principios.

Es cierto que la asimilación de nuevos conceptos no es un proceso idéntico en diferentes personas, de manera que no siempre es fácil que en un lapso de tiempo relativamente corto, todos los estudiantes de un curso reconozcan y apliquen adecuadamente los principios estudiados. En particular, resulta común encontrar que aunque todas las medidas estadísticas empleadas se relacionan con la esperanza matemática de alguna función, se tiende a realizar cálculos innecesarios antes de aplicar dicha relación. Esto evidencia la falta de análisis de los principios estudiados, lo que desemboca en dificultades para realizar su síntesis y aplicación.

Esta situación se manifiesta principalmente en las dificultades que los estudiantes tienen para expresar oralmente y especialmente por escrito lo que saben y lo que no saben. Respecto a lo que saben, se les dificulta definir, describir, comparar, hacer gráficas con sentido, sintetizar y plantear hipótesis.

Ante un problema acostumbran a “echar mano” de todas las herramientas con las que creen contar sin importar su pertinencia o no, diciendo o escribiendo ideas inconexas; esto unido a su deficiente redacción y ortografía*, minimizan sus posibilidades de formular planteamientos y mucho menos soluciones claras. En relación a lo que no saben, se les dificulta identificar y expresar con claridad aquello que no comprenden, lo cual reduce la eficacia de la retroalimentación por parte del docente.

* Sería necesario un capítulo aparte para discutir y analizar las deficiencias en los procesos de lecto-escritura que se evidencian en los estudiantes.

2.2.2 El docente

A nivel docente, como era de esperarse, también se identifican varios aspectos que influyen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Algunos de ellos se relacionan con*:

a) El estilo pedagógico

Hago referencia aquí a la manera como se establece la relación docente-estudiante para que el primero cumpla con el papel de mediador en el proceso de aprendizaje del segundo. En este sentido, se reconoce que cuando el estudiante ve al docente como alguien distante, que no se comunica con él en su mismo lenguaje, pone una barrera a su propio proceso de aprendizaje. Esa distancia se ve reflejada en actitudes del docente como la poca interacción que se tiene con los estudiantes fuera de los espacios explícitamente dispuestos para ella, o la inflexibilidad respecto a modificar acuerdos realizados con los estudiantes (fechas de exámenes, tipos de evaluación, extensión de los proyectos, etc.). Los estudiantes interpretan estas actitudes como falta de interés del docente por ellos, por lo que se empieza a desmotivar el grupo en general. Esto sumado a lo que algunos consideran una excesiva seriedad o “poco sentido del humor” por parte del docente hace que se genere un ambiente menos propicio para el aprendizaje, pero vale la pena aclarar, como resalta Saint-Onge, que el humor no ayuda a aprender, sino crea una disposición positiva que “contribuye a marcar un ritmo más favorable a la comprensión y a tomar apuntes”³⁸.

* Si bien en libros como *Diario del profesor de Porlan, Yo explico pero ellos... ¿aprenden?* de Michel Saint-Onge, *Didáctica Universitaria y Formas de Explicar*, entre otros, se pueden encontrar múltiples argumentaciones respecto a dificultades que se tienen a nivel de docencia. En esta sección se presenta una visión crítica a la luz de la experiencia docente que el autor ha tenido en el curso de Teoría de Comunicaciones.

³⁸ *Ibid.* p. 42.

Por otra parte, cuando se usa un estilo eminentemente expositivo, la atención del estudiante está centrada en el *qué*, más que en el *para qué* de lo que dice el docente, reduciendo el espacio para que éste aprecie el grado de comprensión de sus oyentes, la manera como han interpretado, analizado y sintetizado la información. Es por esto que se pueden generar confusiones que ni el docente ni el estudiante advierten, pues la información se almacena sin tiempo de ser categorizada ni correlacionada. Resulta común detectar confusión entre conceptos básicos como probabilidad, distribuciones de probabilidad, y cálculo de medidas estadísticas en una o más variables.

Intercalando la exposición con otras estrategias, como las preguntas y talleres en clase, pequeños debates entorno a preguntas clave, se trata de hacer una pedagogía más constructivista, dinamizando la actividad de manera que resulte motivante para los estudiantes, ya que no se puede partir del presupuesto que su interés por aprender es suficiente motivación para lograr que el trabajo dentro y fuera del aula sea fructífero [29]. Sin embargo, a pesar que cada actividad desarrollada dentro del aula ha sido planificada por el docente con alguna finalidad, generalmente esta planificación es desconocida por los estudiantes, lo que refuerza la idea de un docente transmisor (quien sabe para donde va) y unos estudiantes receptores (que están a la expectativa hacia dónde los llevan), perdiéndose la oportunidad de establecer un diálogo de saberes al interior de un grupo de personas pensantes deseosas de aprender.

b) El modelo pedagógico

Como se dijo en el capítulo 1, la Universidad Industrial de Santander adoptó el modelo de pedagogía dialógica como principio de democracia participativa, por el cual se reconoce que es el estudiante quien debe asumir su proceso de aprendizaje y de formación integral. No obstante, en muchos casos la realidad dista bastante de lo que aparece consignado en el papel, mas no necesariamente por falta de voluntad o

compromiso por parte de docentes y estudiantes, sino por desconocimiento de las políticas que rigen la institución a la que se pertenece.

Ni el estudiante ni el docente son concientes de su papel dentro del modelo pedagógico propuesto por la Universidad, en el que “los estudiantes deben ser considerados los sujetos de su propio aprendizaje, única forma en la cual se hace realidad el mantenimiento de la actitud de aprendiz durante toda la vida”³⁹ y el rol del docente es el de mediador en este proceso. En el caso particular del curso de Teoría de Comunicaciones, se ha intentado darle ese lugar al estudiante, pero en una actitud paternalista se trata de evitar que enfrente directamente las dificultades propias del tema, con lo cual se desconoce la capacidad que tiene cada uno para construir su propio conocimiento. Haciendo un análisis más profundo, se descubre cómo la complejidad inherente al tema, se trata de soslayar ofreciendo soluciones simplistas de los problemas, en una clara tendencia, por parte del docente, a subestimar a sus estudiantes al extrapolar experiencias de cursos anteriores, eludiendo así su responsabilidad de maestro que ofrece a todos por igual las herramientas necesarias para que ahonden tanto como les sea posible en el conocimiento, influyendo sobre la estructura cognoscitiva del estudiante sustancial y programáticamente [3].

c) Las estrategias de enseñanza

Desafortunadamente, en muchos casos, quienes asumimos el rol de docentes no contamos con la formación adecuada para serlo, y es con base en la experiencia y la imitación de modelos que se empiezan a esbozar estrategias de enseñanza. A continuación se presentan las estrategias empleadas cuando se aborda el tema de *procesos estocásticos*, resaltando los aspectos positivos y negativos que se han detectado en cada una.

³⁹ PROYECTO INSTITUCIONAL. Op. Cit. p. 23.

Clase magistral. La primera estrategia que se emplea es, por muchas razones, la clase magistral, sin más recursos que la voz, el tablero y los marcadores. Si bien esta estrategia le permite al docente hacer gala de su dominio del tema, sólo una exposición bien planificada podrá tener un impacto significativamente positivo en los estudiantes. Además, esta dinámica no incentiva al estudiante pues éste se convierte en un ente pasivo de un proceso en el cual él debería ser el protagonista. Esta estrategia se emplea principalmente para dar a los estudiantes una síntesis del tema (de nuevo una actitud paternalista), que aparece disperso en diferentes referencias bibliográficas, y así unificar algunos criterios relacionados con notación, formas de representación y definiciones básicas. Un problema que se detecta es el tiempo dedicado a esta estrategia, que oscila entre el 50% y el 90% del tiempo de clase, si se tiene en cuenta que, como varios autores coinciden en afirmar, sólo durante los primeros 15 a 20 minutos (menos del 20%) del tiempo de clase se cuenta con una atención efectiva por parte de los estudiantes.

Preguntas intercaladas. Se intercalan preguntas clave con el fin de motivar la participación de los estudiantes, aunque no siempre con los mejores resultados, pues dichas preguntas resultan poco significativas y de no involucrar directamente a una persona para que proponga una respuesta, suele ser el silencio la manera de responder. Algunas de las preguntas que motivan la participación son aquellas que tienen que ver con los actuales sistemas de telecomunicaciones y cómo los procesos estocásticos intervienen en ellos, pero no es fácil proponer este tipo de preguntas sin contar con algunos conceptos que están fuera del alcance del curso.

Plantear objetivos. Aunque normalmente se considera una estrategia preinstruccional [10], desde el inicio hasta el final del tema se trata de mantener presente en los estudiantes el “*hacia dónde*” se va, o dicho de otra forma, para qué se está discutiendo cada tema y qué se espera lograr al final, por ejemplo, cuando se advierte la relación del valor medio cuadrático de una señal aleatoria con la potencia del ruido, que servirá para el análisis del desempeño de los sistemas de comunicaciones en

presencia de ruido. En algunos casos se ha intentado emplear un organizador previo que permita captar la atención de los estudiantes desde el principio de la discusión, pero ésta no ha resultado ser una buena estrategia de motivación a largo plazo, es decir, al finalizar el tema, luego de varias clases, muy pocos recuerdan siquiera la idea central del organizador, y mucho menos su relación con los *procesos estocásticos*.

Como parte de las estrategias también se cuenta la planificación misma de la actividad de clase, en la que la participación de los estudiantes está reducida a unas cuantas intervenciones esporádicas pues, tratando de cumplir con un maratónico programa de alguna manera condicionado por las políticas institucionales, en un tiempo reducido, se privilegian las intervenciones del docente con tal de “ver” cada tema propuesto. Esto resta dinámica a la clase y además compromete los propósitos educativos, por estar más centrados en contenidos que en el aprender a aprender.

Finalmente, se identifica que de las actividades propuestas en clase, las que permiten a los estudiantes lograr aprendizajes más significativos son aquellas que los involucran directamente, como los talleres que desarrollan en clase, y las que implican un esfuerzo colectivo para alcanzar metas comunes, tal como ocurre en el caso los proyectos de curso. En este sentido, en los siguientes capítulos se profundizará más en este tema con el fin de planear, estructurar y proponer una estrategia que favorezca el aprendizaje en relación con los procesos estocásticos.

d) La evaluación

En la mayoría de los casos, tanto docentes como estudiantes, reducimos la evaluación a la cuantificación de los resultados del proceso de aprendizaje sin que por lo menos medie una reflexión profunda acerca de los criterios empleados para emitir dicha cuantificación. En este sentido los estudiantes consideran la "nota" como el único indicador válido para estimar su propio conocimiento, ligando su interés por

desarrollar cualquier actividad al interior del aula a la valoración numérica que ésta le represente.

Por otra parte, los estudiantes que han cedido sumisamente al docente toda la responsabilidad y las implicaciones de su proceso de evaluación, se conforman cuando reciben la nota deseada sin importarles si ésta realmente refleja en algo aquello que se deseaba evaluar, por lo que incluso en aras de la "*supervivencia*" consideran que el fin justifica los medios para obtener la calificación esperada (que muchas veces ni siquiera es la más alta). Y es precisamente por este encerramiento sobre la nota que se sigue desaprovechando la potencialidad de la evaluación como parte integral de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Si se lograra generar prácticas evaluativas integrales y a lo largo de todo el proceso, con implicaciones para el mejoramiento de las estrategias se lograría no solamente formar en la asignatura particular con la cual se trabaja, sino para la vida; en cuanto se genera la conciencia de la necesidad de evaluar continuamente nuestro actuar.

2.2.3 El entorno

Aunque los protagonistas de los procesos de enseñanza y de aprendizaje son el docente y los estudiantes, existen algunos aspectos que los involucran a ambos y también pueden influir de manera decisiva en los resultados de estos procesos y que aquí se consideran como factores relacionados con el entorno.

Por un lado, el material didáctico y bibliográfico disponible para desarrollar las diferentes actividades del curso permite manejar estrategias más o menos efectivas. En este sentido, los recursos audiovisuales con los que se cuenta para ilustrar la temática que se pretende discutir, no se han explotado adecuadamente o bien no se ha podido contar con ellos de manera continua a lo largo del semestre. Lo mismo ocurre con los recursos de cómputo, que han demostrado ser una ayuda formidable pues

permiten generar y simular modelos de señales aleatorias, e involucrarlas con sistemas de comunicaciones sencillos en los cuales se puede apreciar, principalmente, el efecto del ruido blanco gaussiano aditivo (AWGN) en dichos sistemas y recrear situaciones y problemas que se acercan a la realidad, de manera que se integra bastante bien la teoría con la práctica. Pero estos recursos son limitados, más aún si se tratan de emplear continuamente dentro de una clase de 40 estudiantes, por lo que se deben proponer ideas para optimizar y racionalizar su uso de forma tal que se aproveche al máximo la infraestructura disponible.

El último aspecto que aquí se considera es el diseño curricular de la carrera y de la asignatura, que si bien está en proceso de reforma tratando de asimilar una concepción basada en competencias, aún persiste la parcelación (recordemos lo que se discutió con relación a la fragmentación del conocimiento) en asignaturas, temas y subtemas, cada uno con momentos y tiempos asignados que no siempre guardan relación con los procesos cognitivos que tienen lugar en el estudiante y la manera como éstos se estructuran y el tiempo requerido para que se asimilen e integren los nuevos conocimientos de manera que constituyan aprendizajes verdaderamente significativos para los estudiantes. Es claro que las políticas de la Universidad deben propender porque se hagan efectivos los lineamientos del PI, y así los esfuerzos que se hagan individualmente se sumarán gestando un modelo completamente articulado que identifique en medio de la diversidad de una comunidad como la universitaria.

2.3 SOBRE LA ÉTICA EN EL CONTEXTO CIENTÍFICO

La ciencia, y por ende su enseñanza, son “productos” humanos, y como tales no pueden estar desligadas del carácter subjetivo que le imprimen tanto quien hace ciencia como quien la enseña, desde su ética y valores. Es posible que exista una serie de condiciones que son consideradas por una comunidad académica y/o científica como deseables para el desarrollo de la ciencia, pero éstas no dejan de ser percepciones filosóficas de, una vez más, seres humanos. La primera pregunta en

realidad es, si en aras de conocer la verdad, “¿es éticamente lícito realizar todo lo que técnica y físicamente está a nuestro alcance?”⁴⁰, o en otras palabras si *el fin justifica los medios*. Como B. Prada, estoy de acuerdo en que “siempre la verdad hará menos daño que la ignorancia”⁴¹, pero debo aclarar que considero que una cosa es conocer la verdad en sí misma y otra muy distinta es a qué costo se ha de lograr ese conocimiento.

Cuando se hace ciencia esta distinción resulta cada vez más difícil de realizar, puesto que en muchos casos aquellas entidades que financian proyectos de investigación estimulan la consecución de resultados sin que medie un interés por las implicaciones éticas de los métodos empleados, siendo el beneficio económico el único motor para la investigación, desconociendo “objetivos más nobles como el deseo de preservar la vida y mejorar el destino de la humanidad”⁴², poniendo a la ciencia en una posición completamente utilitarista. En este contexto, vemos cómo la ética y la responsabilidad no se pueden desligar de la ciencia como no se puede desligar la ciencia del científico.

Ahora bien, quien se considere un *enseñante* de la ciencia no está exento de esta reflexión, más aún cuando su papel de formador le **exige** un compromiso ético para con sus estudiantes. Se puede afirmar que en el ámbito universitario este compromiso se hace más relevante por cuanto se trata de un espacio de formación de profesionales que tendrán en sus manos decisiones cruciales respecto al uso de la ciencia y la tecnología, y los medios para su desarrollo. Es entonces el aula un espacio propicio para iniciar esta discusión y poner de manifiesto las implicaciones éticas propias de cada disciplina. No obstante, a diario observamos prácticas docentes que dejan

⁴⁰ MANTILLA M., Fredy. Hacia una ética de la praxis científica. ¿Exigencia o colaboración? En: Filosofía de la ciencia. Compilado por F. Mantilla. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005, p. 78.

⁴¹ PRADA M., Blanca I. El espíritu científico. Artículo inédito, p. 7.

⁴² KUTUKDJIANB, Di Georges. En Filosofía de la ciencia. Compilado por F. Mantilla. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005, p. 62.

mensajes marcados en los estudiantes y que borran de plano el efecto de cualquier discurso con el que se pretenda dar “lecciones” de ética científica. Por ejemplo, cuando se aceptan trabajos en los que se desconocen las referencias a los autores citados (¿o deberíamos decir *plagiados*?), pues de alguna manera nosotros mismos como docentes somos “plagiarios” de las diferentes teorías científicas que se abordan en los cursos ya que en muchas ocasiones nos dedicamos a recitarlas en el salón de clase sin que por lo menos se haga mención de sus autores. Se utilizan leyes y teorías sin historia, sin pasado ni presente, en las que sólo su nombre nos permite aludir vagamente a su autor, coartando la posibilidad de hacer un entramado sólido de todas estas teorías. De esta manera las *investigaciones* de nuestros estudiantes se están limitando a realizar un par de búsquedas en *Internet* y armar un rompecabezas de piezas que, en ocasiones ni siquiera encajan.

Otro aspecto que tiene implicaciones éticas en el comportamiento de los estudiantes es la cultura de evaluación por resultados, en la que se desconoce que el aprendizaje es un proceso y como tal no puede limitarse al instante del examen o, peor aún, a la nota del mismo. Sin embargo, en el ambiente de *supervivencia a cualquier precio* que se propicia en la Universidad, lo que importa es el resultado, sacar buena nota, hacer lo que el docente quiere y darle lo que éste desea. Al final, la trampa, el plagio (como ya se mencionó) y el engaño, se convierten en prácticas comunes avaladas porque permiten obtener el fin buscado y con el mínimo esfuerzo. Es decir, inconscientemente (espero) estamos aceptando que el *fin justifica los medios*, y de esta manera estamos promoviendo una cultura en la que aquellos profesionales que en el futuro harán, promoverán o participarán en el desarrollo de la ciencia verán en los beneficios esperados o los resultados deseados razón suficiente para avalar cualquier práctica que permita conseguirlos.

3. APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS COMPLEJOS

“Y no dejamos de preguntarnos, una y otra vez, hasta que un puñado de tierra nos calla la boca... ¿Pero es eso una respuesta?”.
H. Heine

Ante las preguntas: ¿qué es aprender?, ¿cómo se aprende?, ¿qué se aprende?, surgen en la mente diferentes ideas que difícilmente dan una respuesta clara y completa a estas cuestiones. Sin embargo, todos estamos de acuerdo en que, no sólo las teorías sino el proceso mismo de aprendizaje, han venido evolucionando con el paso de los años, adaptándose a una sociedad donde es necesario, como menciona Pérez, “enfrentarse a la incertidumbre de la información, al conocimiento de que ésta tiene una fecha de caducidad temprana y al desasosiego que estos conocimientos producen”⁴³. Desde los tiempos de Platón y su escuela racionalista hasta la actualidad, estas preguntas se han mantenido vigentes en la mente de filósofos, científicos y, en los últimos años, de psicólogos. En este capítulo, se tratará de dar respuesta (o por lo menos en parte) a estos interrogantes en el contexto actual.

3.1 ¿QUÉ ES APRENDER?

Cada individuo podría dar una definición diferente de lo que es aprender, a la luz de su propia experiencia de aprendizaje, o de las teorías del momento, o de su profesión u oficio. Sin embargo, en lo que se está más o menos de acuerdo es que aprender es un proceso continuo, permanente que implica adquirir conocimientos, habilidades y destrezas que transforman de alguna manera nuestra forma de ser, pensar o actuar. A

⁴³ PEREZ E., María del Puy y otros. Las concepciones sobre el aprendizaje en los universitarios. El aprendizaje como producto o como proceso. En MONEREO Y POZO (compilaciones). Las estrategias de aprendizaje en la universidad. Barcelona: Paidós, 2001.

partir de esta noción vamos a incorporar otras ideas acerca de lo que significa aprender.

3.1.1 El concepto de aprendizaje

Saint-Onge plantea que aprender es adquirir capacidades intelectuales que permiten cambiar la manera de pensar, y reúne seis enunciados que complementan esta definición [29]:

Aprender es perseguir un objetivo

Dependiendo del tipo de objetivo que se fije (o le fijen) el estudiante dirige su aprendizaje, y será eficaz en la medida que comprenda el sentido de lo que hace o le piden hacer y si es capaz de controlar su propio proceso de aprendizaje (metacognición). De ahí que la claridad con que se fijen los objetivos en el aula definirá en gran medida que los estudiantes estén en capacidad de desarrollar su propia forma de pensamiento y no que busquen reproducir la del docente.

Para el caso de la unidad, lo que se persigue es estar en capacidad de caracterizar, analizar y evaluar el desempeño de los sistemas de comunicaciones en presencia de señales aleatorias, como el ruido, contando con las herramientas matemáticas necesarias (probabilidad y estadística) para hacerlo.

Aprender es integrar nuevos contenidos en su conocimiento anterior

Es la asimilación de la que habla Piaget, y significa que no se puede pretender que el aprendizaje sea la suma de procesos y resultados aislados, sino por el contrario que toma como base los conocimientos previos y las estructuras mentales existentes para interpretar, analizar y sintetizar la nueva información con el fin de convertirla en un nuevo aprendizaje. Es función del docente orientar este proceso con el fin que no se

realicen malas interpretaciones por falta de información suficiente o por el establecimiento de relaciones erróneas con el conocimiento anterior.

A nivel de procesos estocásticos se espera que los estudiantes evoquen su conocimiento de estadística descriptiva y probabilidad discreta, los conceptos de espacios vectoriales (como analogía de los espacios muestrales) y el análisis espectral de señales, para integrarlos y relacionarlos con el análisis de procesos aleatorios.

Aprender es organizar el propio conocimiento

Además de asimilar el nuevo conocimiento con el anterior, aprender también implica que tanto el uno como el otro se organicen en lo que Piaget denomina proceso de acomodación. De manera que si la información que se le presenta a un estudiante no está bien estructurada, será más difícil que su aprendizaje vaya más allá de una simple suma de conceptos con pocas relaciones entre sí.

En este sentido la secuencialidad con la que se presentan los conceptos relacionados con la unidad, es fundamental para ayudar a organizar la estructura de pensamiento de los estudiantes, partiendo de lo básico hasta llegar a lo complejo, pero enfatizando en cada momento en las diferencias que surgen entre los conceptos en la medida que van apareciendo unos nuevos, y el contexto en el que se aplica. Los ejemplos y analogías que los mismos estudiantes puedan aportar son de gran ayuda en esa estructuración.

Aprender es desarrollar las estrategias

Si no se ejercitan las habilidades, es decir, si no se desarrollan las estrategias de aprendizaje ni se controla su aplicación (metacognición), será menos probable obtener buenos resultados de los aprendizajes más complejos. El docente puede dirigir el modo de adquirir estas habilidades y orientar el desarrollo de estrategias

para que el estudiante centre su atención en el proceso haciéndose cada vez más autónomo en su aprendizaje.

Para incentivar a que cada estudiante se preocupe por su propio aprendizaje, se debe hacer explícita esa intención, es decir, se trata de proponer e identificar estrategias, desde la teoría y desde la propia experiencia de los estudiantes, abriendo espacios para el debate pedagógico en el aula.

Aprender es proceder por etapas, pero de forma recurrente

El aprendizaje no se produce en un instante; y aunque no se puede estar seguros de cuántas o cuáles, se sabe que deben darse una serie de etapas en las que se debe volver varias veces sobre la información antes que ésta se integre a la estructura mental de manera que se pueda considerar un aprendizaje verdaderamente significativo. Asimilación y acomodación para unos, activación, procesamiento sincronización para otros, son algunos ejemplos de las etapas que se sugieren deben darse para que ocurra un aprendizaje.

En cualquier caso, el docente debe hacer conciencia de que se requiere tiempo para que los estudiantes transiten por estas etapas antes de que puedan dar cuenta del nuevo conocimiento, más aún si se tiene en cuenta la diversidad en lo que a estilos de aprendizaje se refiere, y la poca solidez de las bases requeridas. De manera que primero se debe identificar tanto lo que saben como lo que no saben los estudiantes para así enseñar en consecuencia, y ajustar las estrategias de acuerdo al grupo actual y no sólo extrapolando la experiencia de cursos anteriores.

Aprender es buscar un desarrollo

El aprendizaje es un proceso de construcción que requiere de las capacidades ya adquiridas, y por tanto, aprender involucra un continuo desarrollo que debe ser

propiciado por quien enseña y reconocido por quien aprende. Aprender es saber usar las herramientas necesarias, es abrirse paso hacia lo desconocido partiendo de lo conocido, es ir iluminando el camino más que recibir la luz, es crecer, incluso al “desaprender” se está avanzando, pues significa identificar aquello que obstaculiza el camino y despojarse de él.

Se debe pues fomentar la autonomía en los estudiantes, dejándolos que descubran y construyan el conocimiento, pero acompañándolos y mediando en ese proceso, para lo cual se requiere evaluarlo permanentemente con el fin de seguir el ritmo al que avanza el grupo y poder llegar a imponer el ritmo deseado.

Vemos como estas ideas apuntan a que el estudiante es el artífice de su propio aprendizaje, en una corriente de pensamiento que tiene sus orígenes en Kant, y que ha sido desarrollada con vigor por Piaget y Vygotsky quienes, como se verá a continuación, le imprimieron una clara dinámica al empirismo concibiendo el aprendizaje como una construcción y no como una mera réplica de la realidad.

3.1.2 Sobre las concepciones constructivistas del aprendizaje

Los principales aportes al desarrollo de este enfoque fueron proporcionados por personalidades como Jean Piaget, Lev Vygotsky y Jerome Bruner, quienes se apartaron de los criterios que enfatizaban la definición de los contenidos como el punto importante y la pedagogía basada en las prácticas conductistas y pragmáticas del siglo XIX. El cambio radical de la investigación piagetana se puede comparar con el "giro copernicano", ya que la comprensión del proceso de conocimiento en el niño o la niña se hizo marcado por el espíritu científico de lo observable y no a partir de

complicadas creaciones mentales con base en consideraciones de un adulto alejado del pensamiento de los infantes⁴⁴.

Por un lado, Vygotsky partió de la naturaleza social de esa construcción de la realidad, es decir, le dio un carácter social a la definición del proceso de aprendizaje. La adquisición de lo que él llamó “instrumentos de mediación” para lograr el aprendizaje, plantea, a diferencia de Piaget, la necesidad de relación con el entorno y de la comunicación.

Tanto Piaget como Vygotsky postularon el conocimiento como un proceso de construcción por parte del sujeto. Este postulado contradujo los supuestos epistemológicos de su época enmarcados en el paradigma mecanicista (y por de alguna manera asociacionista) que tendían a privilegiar el conductismo y a conceptualizar el aprendizaje como un resultado de asociaciones entre estímulos y respuestas. El aprendizaje se explica en términos de las asociaciones incorporadas por el aprendiz a su repertorio de respuestas. Si bien, como menciona Pozo, el conductismo “se encuentra ahora en franca recesión”, los “modelos imperantes en psicología cognitiva siguen siendo en buena medida modelos asociativos”⁴⁵, por lo cual no se debe negar su importancia, incluso en la elaboración de las teorías constructivistas.

Sin embargo, tanto para Piaget como para Vygotsky, el desarrollo cognoscitivo es mucho más complejo, porque no se trata de adquisición de respuestas sino de un proceso de construcción de conocimiento. El constructivismo, como perspectiva epistemológica y psicológica, propone que las personas forman o construyen mucho de lo que aprenden y entienden, subrayando la interacción de las personas con su entorno en el proceso de adquirir y refinar destrezas y conocimientos. Esta

⁴⁴ SANG B., Miguel. Teoría y práctica en la implementación del constructivismo. Santodomingo, 1997.

⁴⁵ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Op. cit. p. 64.

adquisición se hace, como se explica más adelante, por la actividad, de acuerdo a Piaget mediante un proceso de equilibración entre lo que él llama *asimilación* y *acomodación*.

Constructivismo

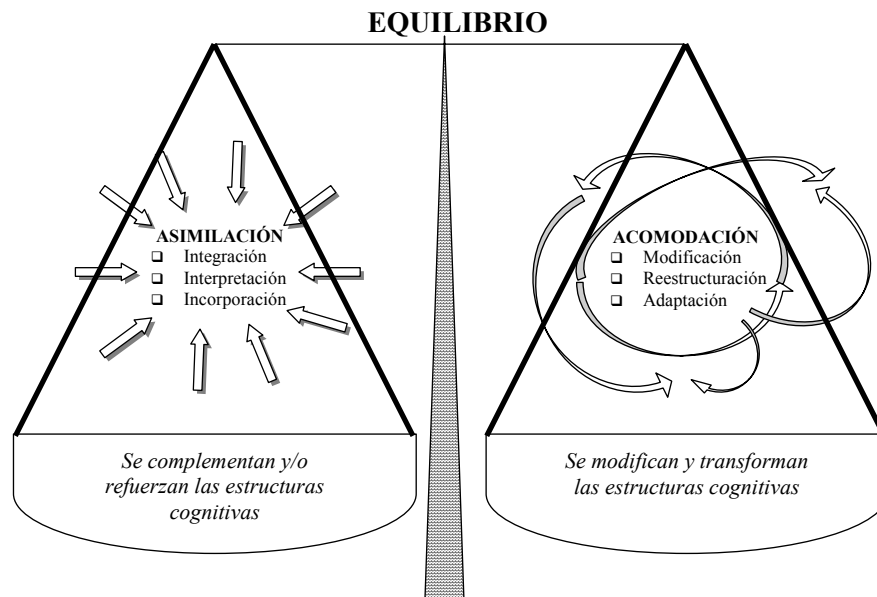
La concepción constructivista del aprendizaje plantea la modificación de las estructuras cognitivas del sujeto, entendiendo que lo que aprendemos depende en buena parte de lo que ya se conoce [24]. La sociedad del conocimiento y del aprendizaje en la que nos movemos, promueve la construcción del saber, la reinterpretación y la reestructuración de los conocimientos previos. En este sentido, el enfoque constructivista promueve la idea de aprender a aprender antes que la simple memorización o asociación de ideas. Si se entiende que el estudiante es el sujeto y responsable de su propio aprendizaje, y sólo si éste es capaz de adaptarse y modificar sus propias estructuras de pensamiento para aprovechar al máximo los saberes adquiridos y ponerlos al servicio de los demás, se puede generar la cultura del “aprender a aprender”. Sin embargo, este no es un proceso fácil, por el contrario, puede resultar complejo para un docente romper la estabilidad de pesadas rocas sentadas en el pensamiento de muchos estudiantes. Es decir, además que este proceso es lento y gradual, debe empezar desde muy temprano, desligando la idea de que en las escuelas sólo proporcionan bases de conocimiento, sino que además se debe motivar a niños y jóvenes a cuestionar sus saberes y contrastarlos con sus propias estructuras de pensamiento, las cuales estén predisuestas al cambio.

No se trata de crear una desconfianza en todo lo que se conoce, pues este puede ser un extremo al que se podría llegar mediante la perspectiva constructivista, sino más bien dejar siempre abierta la posibilidad de confrontar viejas y nuevas ideas, y dar cabida a la adaptación y transformación del conocimiento. Visto de esta forma, se entiende por qué esta tendencia es quizás una de las más aceptadas en nuestro entorno universitario, puesto que el saber científico se identifica muy bien con estas

ideas; pero, como mencioné anteriormente, es necesario trabajar desde las escuelas e incluso en el hogar para romper con ciertos esquemas mentales que se encuentran en muchos estudiantes de niveles superiores y profesionales.

Teoría de equilibración de Piaget⁴⁶

Figura 1. Esquema de la teoría de equilibración de Piaget



Fuente: autor

El desequilibrio de esta balanza (Figura 1) puede ser ignorado (respuesta alpha); pero mantenerla equilibrada, constituye el aprendizaje para Piaget mediante el cambio de las estructuras cognitivas del sujeto. De esta manera la asimilación y la acomodación son las herramientas con las que el sujeto cuenta para aprender, además de una predeterminación para hacerlo (mas no cuenta con saberes innatos); pero es manteniendo el equilibrio como finalmente lo logra. Cuando el sujeto es consciente de las perturbaciones que rompen

⁴⁶ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata, 1989, p. 177-191.

su “balance”, responde de forma tal que incluso sus estructuras cognitivas pueden transformarse para integrar nuevos conceptos (respuesta beta) o para anticiparse a tales perturbaciones (respuesta gamma).

Teoría sociocultural de Vygotsky⁴⁷

Mediación: para Vygotsky, la relación entre estímulo y respuesta no se limita a un acto mecanicista. Considera que el sujeto puede actuar sobre el estímulo incluso modificándolo. De esta manera, la mediación de instrumentos se ubica entre el estímulo y la respuesta para completar el ciclo de actividad.

Herramienta: es uno de los instrumentos de mediación planteado por Vygotsky que actúa directamente sobre el estímulo, modificándolo → Es externo.

Signo: es otro instrumento de mediación, que produce una actividad adaptativa modificando al sujeto que lo utiliza y la manera como se relaciona con su entorno → Es interno.

La adquisición de esos instrumentos de mediación constituyen el aprendizaje, que a diferencia de Piaget, plantea esa necesidad de relación con el entorno y de alguna manera de comunicación.

Vemos pues cómo para Vigotskii, la acción humana, por definición, utiliza instrumentos mediadores, tales como herramientas y el signo (lenguaje), y éstos dan a la acción su forma esencial, por lo que, es más importante que la acción, la acción mediada: las estructuras cognoscitivas se modifican no por la actividad en sí misma sino por la forma en que las herramientas y signos de que se dispone hacen posible esa actividad.

⁴⁷ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata, 1989, p. 191-198.

Pero veamos por qué Piaget y Vigotskii convergen en sus planteamientos. Se dice que Piaget en ningún momento negó el rol del mundo social en la construcción del conocimiento. Además, señala que “no es posible encoger la primacía entre lo social y el intelecto, porque el intelecto colectivo es el resultado del equilibrio social de la interacción de las operaciones que entra en toda cooperación”⁴⁸, lo que relativiza la posición absoluta con que ha sido reducido por sus defensores posteriores.

En cuanto a Vygotsky, insistió en la activa construcción del conocimiento cuando señala a la actividad y la práctica como los nuevos conceptos que han permitido reconsiderar la función del discurso egocéntrico. Al plantear un carácter complementario de la actividad individual y el ambiente activo se puede decir que su posición es de un “co-constructivismo” como menciona Sang, producto de un tercer factor: el producto social acumulado de las generaciones precedentes, la cultura, que es el medio que permite la interacción de estas dos para el desarrollo cognoscitivo.

Vemos pues, cómo la concepción constructivista del aprendizaje plantea la modificación de las estructuras cognitivas mismas del sujeto, entendiendo que lo que aprendemos depende en buena parte de lo que ya se conoce⁴⁹, pero dándole una nueva relevancia a otros factores e integrándolos de una manera más o menos armoniosa. La sociedad del conocimiento y del aprendizaje en la que nos movemos, promueve la construcción del saber, la reinterpretación y la reestructuración de los conocimientos previos. En este sentido, el enfoque constructivista de Piaget o de Vygotsky, promueve la idea de un aprendizaje significativo, reconociendo en ambos casos “que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario y

⁴⁸ SANG B., Miguel. Teoría y práctica en la implementación del constructivismo. Santodomingo, 1997.

⁴⁹ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros, la nueva cultura del aprendizaje. Op. cit. p. 64.

sustancial"⁵⁰ antes que recurrir a la simple memorización, repetición o asociación de ideas (aunque no necesariamente las desconocen).

Si entendemos que el estudiante es el sujeto y responsable de su propio aprendizaje, y sólo si éste es capaz de adaptarse y modificar sus propias estructuras de pensamiento para aprovechar al máximo los saberes adquiridos y ponerlos al servicio de los demás, se puede generar la cultura del “aprender a aprender”. Sin embargo, este no es un proceso fácil, por el contrario, puede resultar complejo para un docente romper la estabilidad de pesadas rocas sentadas en el pensamiento de muchos estudiantes. Es decir, además que este proceso es lento y gradual, debe empezar desde muy temprano, desligando la idea de que en las escuelas sólo proporcionan bases de conocimiento, sino que además se debe motivar a niños y jóvenes a cuestionar sus saberes y contrastarlos con sus propias estructuras de pensamiento, las cuales estén predispuestas al cambio. De esta manera el enfoque constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje actual, puede de alguna manera dar frutos, y si bien aún no se respondan completamente las cuestiones planteadas inicialmente, sí contamos con valiosos elementos para que la incertidumbre sea más placentera.

3.2 ¿CÓMO SE APRENDE?

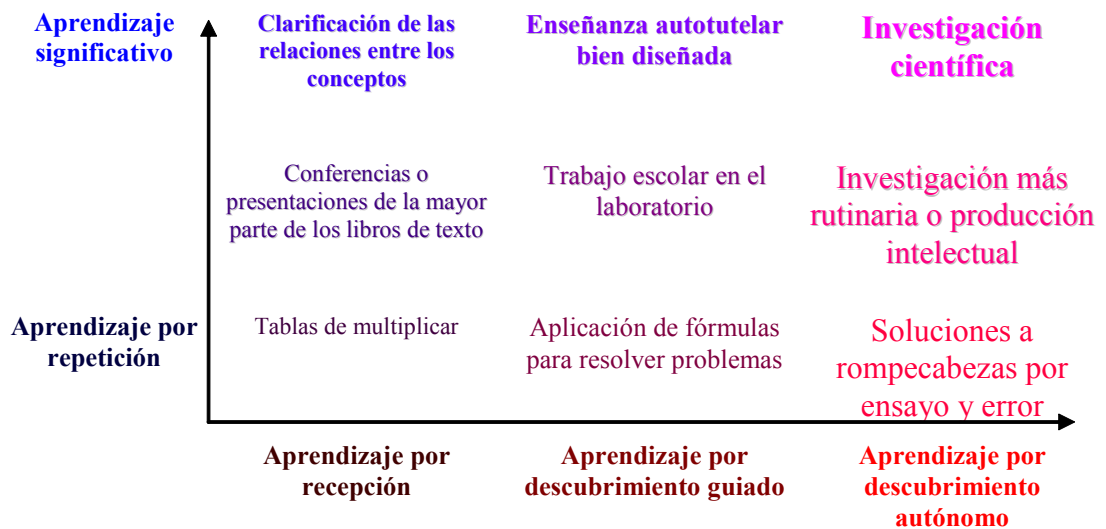
A partir de la teoría constructivista se pueden hacer algunas aproximaciones para responder a la segunda pregunta: ¿cómo se aprende?. Existen diferentes taxonomías y teorías que tratan de explicar el proceso de aprendizaje, sea repetitivo o significativo, por recepción o por descubrimiento (Figura 2, [3]). Por su parte, Pozo [24] destaca los mecanismos cognitivos que intervienen en el proceso de aprendizaje, es decir, la actividad mental que hace posible los cambios que se dan en la persona que está aprendiendo.

⁵⁰ AUSUBEL, D. NOVACK, J. HANESIAN, H. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas, 1988.

3.2.1 Del aprendizaje por recepción al descubrimiento autónomo

Como se observa en la Figura 2, el camino del aprendizaje por recepción al descubrimiento autónomo es ortogonal al de la repetición hacia el aprendizaje significativo. Esto significa que tanto el aprendizaje por recepción o por descubrimiento pueden ser o no potencialmente significativos. En el caso de la recepción se plantea que lo que se aprende son resultados finales, conceptos ya elaborados, que a lo sumo serán reelaborados por quien aprende. Este tipo de aprendizaje no promueve la autonomía, pero indudablemente es necesario en los primeros estadios de la elaboración de un concepto complejo.

Figura 2. Tipos de aprendizaje



Fuente: Ausubel et. al. [3].

En el caso de los procesos estocásticos, se pueden manejar aprendizajes por recepción cuando se definen los conceptos relacionados con espacios muestrales (aprendizaje de representaciones), variables y procesos aleatorios (aprendizaje de conceptos), así como el modelo de ruido blanco aditivo gaussiano (aprendizaje supraordinado correlativo).

En un siguiente nivel de este camino, se encuentra el aprendizaje por descubrimiento guiado, en el que el contenido principal de lo que va a ser aprendido no se da, pero se dan las pautas necesarias para llegar a él. Es el caso del cálculo de promedios estadísticos y la evaluación e interpretación de parámetros de una señal aleatoria considerada como un proceso. Aquí se empiezan a involucrar y a aparecer nuevas relaciones entre procesos de características conocidas que les ha de permitir a los estudiantes descubrir la manera como se transforman para dar origen a nuevos procesos con los que se puede analizar una amplia gama de señales aleatorias involucradas en los sistemas de comunicaciones.

Finalmente, el aprendizaje por descubrimiento autónomo se sitúa en el nivel más alto de exigencia para el aprendiz, puesto que requiere una planificación y una organización personal que permita cumplir los objetivos educativos propuestos aún en ausencia de un mediador. Aunque este no es el tipo de aprendizaje que se suele dar dentro del aula, eso no significa que se les prive de orientación a aquellos que deseen explorar ese nivel, siempre que no se descuiden las metas propuestas dentro del curso.

3.2.2 Del aprendizaje por repetición al aprendizaje significativo

Si bien es posible que se manejen diferentes formas de aprender en función de la autonomía que tenga el estudiante para realizar aprendizajes y los procesos cognitivos requeridos para hacerlo, en la otra dimensión (Figura 2) se busca que todos los aprendizajes sean significativos, es decir, que produzcan relaciones no arbitrarias con lo que ya se sabe y que quien aprende tenga la disposición de hacerlo así. De lo contrario, los aprendizajes serán más de tipo repetitivo o memorístico. Este tipo de aprendizaje resulta útil, por ejemplo, para memorizar las convenciones usadas para expresar las diferentes operaciones, medidas y funciones estadísticas empleadas.

3.2.3 Los procesos cognitivos asociados al aprendizaje

Pozo [24] plantea que “si queremos comprender no sólo cómo aprendemos, sino también como percibimos el mundo, nos emocionamos o comprendemos [...] las personas estamos dotadas de varios sistemas de memoria interconectados”⁵¹, que se pueden clasificar en lo que se conoce como memoria de corto plazo (memoria de trabajo) y memoria de largo plazo (memoria permanente). Se habla de memoria de trabajo porque está asociado con aquella información que podemos manejar simultáneamente para desarrollar una tarea, lo cuál la hace muy rápida, pero indudablemente limitada, no sólo en capacidad, sino también en duración. Ahora bien, si se trata de aprender un concepto complejo, muy seguramente la cantidad de nueva información por almacenar, relaciones por establecer y conocimientos previos por evocar coparán la capacidad de la memoria de trabajo de los estudiantes, y más aún, si se repite esta experiencia en cada clase, también se excederá su duración. Por lo tanto, será deseable planificar cada actividad de clase graduando y dosificando adecuadamente la nueva información, más aún la que se presente de manera expositiva si se considera que sólo se cuenta con la atención de los estudiantes durante un período de tiempo que no excede en promedio los 20 minutos.

La memoria de largo plazo, por su parte, tiene una duración y una capacidad cuyos límites aún hoy no se conocen. Sin embargo, la manera como se organiza la información en este sistema de memoria, como se interconectan y se establecen relaciones entre las nuevas informaciones y las ya existentes, determinan en gran medida su función dentro del proceso de aprendizaje, pues, aquello que se aprendió un día, pero a la larga no resulta útil, o no se usa, o simplemente no deseo recordar, se olvida. Esto explica en cierta medida porqué los estudiantes habiendo cursado *Algebra Lineal* en segundo nivel, *Probabilidad y Estadística* en tercero o cuarto, o *Tratamiento de Señales* en quinto, no logren traer esos conocimientos previos en

⁵¹ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Op. cit. p. 123.

séptimo nivel para estudiar *Procesos Estocásticos*, pues si bien se aprendieron en algún momento, ya se pudieron haber olvidado. De hecho, los estudiantes que deciden cursar *Teoría de Comunicaciones* en el semestre siguiente a haber cursado *Tratamiento de Señales* (único prerrequisito formal de la asignatura), han mostrado mayor solvencia a la hora de enfrentar problemas que requieren sólidas bases de señales que aquellos que lo hacen en séptimo u otro semestre posterior.

Las teorías constructivistas, entonces, tratan de explicar cómo se conectan estos sistemas de memoria dando origen a un complejo y potente sistema que nos permite realizar las más complejas tareas y diseñar herramientas para hacerlo aún más eficiente*. Aunque las teorías asociacionistas son hoy en día motivo de discusión y análisis especialmente desde el punto de vista de la psicología cognitiva, también aportan a esta explicación, en procesos que implican adquisición de regularidades (por ejemplo, al identificar en qué situaciones es pertinente uno u otro modelo de ruido), condensación de la información (es el caso de las estrategias de repaso que permiten, por ejemplo, recordar fórmulas o conceptos concretos) o automatización del conocimiento (como los pasos para determinar la figura de mérito de un demodulador).

En conclusión, parece entonces lógico pensar que para dar una respuesta lo suficientemente completa a la pregunta ¿cómo se aprende?, se deben considerar los aportes de las teorías asociacionistas (Bolles, Roiblat), conductistas (Skinner), racionalistas (Fodor) y constructivistas (Piaget, Vygotsky) [24], y así entender un poco mejor el equilibrio dinámico que se da entre los distintos subsistemas que componen el complejo proceso del aprendizaje.

* Es el caso de las nuevas tecnologías de la información que permiten superar las limitaciones que tendríamos para ser eficientes en la actual sociedad del conocimiento.

3.3 ¿QUÉ SE APRENDE?

Es posible que “podamos vivir” sin responder a las preguntas anteriores y aún así lograr aprendizajes significativos de conceptos complejos como los involucrados en el estudio de los procesos estocásticos; pero para medir los resultados del aprendizaje (evaluación) y dimensionar su magnitud e impacto, será necesario responder a la pregunta ¿qué se aprende?, por lo que esta respuesta interesa tanto al docente como al estudiante, aunque de antemano sabemos que sólo podremos lograr una aproximación a ella.

3.3.1 Factores que influyen en el aprendizaje

Antes de entrar en la discusión sobre qué se aprende, vale la pena destacar algunos factores que si bien no garantizan el aprendizaje, sí lo facilitan, promueven o propician [24].

La motivación

Las abuelas decían que *la letra con sangre entra*, y tal vez los conductistas estarían de acuerdo con esa afirmación. Hoy decimos que ésta no sería más que una *técnica* de motivación, es decir, una manera de hacer que alguien cambie su actitud hacia algo, replanteando sus prioridades. Pero despertar el interés por aprender debe involucrar la salida de un estado de inercia, para que después, aún en ausencia del estímulo, se continúe dispuesto a continuar con el proceso, más aún a nivel universitario, donde se supone, como se planteó en el primer capítulo, que allí acuden personas, docentes y estudiantes, deseosas de saber, ávidos de conocimiento. Es decir, la motivación para que alguien estudie Ingeniería Electrónica, por ejemplo, debe traerla consigo desde antes de su ingreso a la Universidad, aunque no conozca exactamente a qué se va a enfrentar antes de convertirse en profesional, incluido el estudio, en algún momento y

lugar, de algo llamado *procesos estocásticos*. Pero parte de la función del docente, además de presentar la realidad de la profesión a los estudiantes para que aquellos que hicieron una elección equivocada lo reconozcan a tiempo, es , si no incrementar, por lo menos mantener el interés inicial por alcanzar su meta profesional. Por esto, todo el plan curricular de una carrera le debe permitir al estudiante ver el hilo conductor que lo llevará hacia donde quiere llegar y la importancia de cada etapa en este proceso. Por tanto, desde el mismo momento en que se comienza a tratar el tema de probabilidad, o se hace referencia a una variable aleatoria, se debe encontrar un nexo que le dé relevancia a ese concepto para la vida profesional del ingeniero electrónico. Con base en los principios planteados por Alonso Tapia [1] para mejorar la motivación del estudiante al aprendizaje, se pueden sugerir las siguientes acciones en el aula:

- a) Organizar el tema de la unidad, y del curso, para que cada actividad se construya con base en lo que saben los estudiantes, resaltando la relevancia de los conceptos que se están abordando y vinculándolos con los que se tratarán en las siguientes actividades.
- b) Activar los conocimientos previos requeridos, planteando con anticipación los objetivos de la próxima actividad, y proponiendo alguna tarea de preparación para la misma.
- c) Evaluar los logros de cada actividad, tanto del docente como de los estudiantes.
- d) Incorporar el tema de la unidad a los intereses de los estudiantes, estableciendo relaciones entre sus motivaciones y la importancia del tema en discusión.
- e) Fomentar la autonomía del aprendizaje haciendo hincapié en la realización de talleres y proyectos de curso donde sean los propios estudiantes quienes evalúen sus logros.

- f) Destacar los progresos individuales y colectivos que se van alcanzando en el proceso, y hacer la diferencia entre lo que podían interpretar, analizar y explicar antes y después de cumplir cada objetivo propuesto.
- g) Dar orientaciones para que los estudiantes puedan aplicar cada nuevo aprendizaje, de manera que sea para ellos algo verdaderamente significativo que valga la pena incorporar a la memoria permanente de su estructura cognoscitiva.

La atención

Se trata de emplear adecuadamente la memoria de trabajo con el fin de reunir en ella no más elementos de los que es capaz de emplear simultáneamente para cumplir un determinado propósito educativo. Por esto, el docente deberá ayudar a los estudiantes a reunir estos elementos para que su atención se mantenga enfocada, y asimismo la motivación no se pierda, pues alguien motivado pero que se empieza a encontrar con que no asimila todo aquello que desea aprender, no por falta de capacidad, sino por exceso o desorden en la información presentada, terminará atribuyendo a otros factores esta dificultad y tarde o temprano declinará su interés por aprender.

Se debe incitar la curiosidad de los estudiantes, pero sin saciarla completamente, como Shahrazad, en *Las mil y una noches*, quien cada noche dejaba una historia inconclusa a su esposo a fin de preservar su vida, aquí se trata de mantener la atención de los estudiantes. En este sentido, a partir de lo planteado por Saint-Onge [29], se sugiere:

- a) Innovar los estímulos que se ofrecen al estudiante como mecanismos de motivación extrínseca.
- b) Preguntar más que responder, que sean los estudiantes quienes den alternativas de respuesta, guiándolos por medio de analogías u otras preguntas.

- c) Variar el ritmo, el tono, la intensidad y los momentos de la comunicación verbal.
- d) Responder con nombre propio a las participaciones de los estudiantes, pero vinculando a todo el grupo en la intervención.

Hay que evitar caer en la monotonía, para lo cual se requiere ser receptivo a las críticas, no siempre explícitas, de los estudiantes, combinando y alternando diferentes estrategias, organizando el material de la clase de manera que resulte significativo para los estudiantes ([29], p. 32-36), explicitar los niveles de complejidad que se están abordando, pero también discriminar lo relevante de lo secundario; pero en ningún caso, subestimar la capacidad que tienen para aprender ni mucho menos extrapolarla de experiencias anteriores.

La recuperación

Algo que a mi parecer hace tan eficiente nuestro sistema cognitivo, es que así como en nuestra memoria de trabajo sólo tenemos lo que requerimos para realizar un proceso en determinado instante, en la memoria de largo plazo no se almacena todo lo que aprendemos (de ahí la importancia del olvido, como lo señala Pozo [24]) sino sólo lo necesario para reconstruir aquello que deseamos recuperar. Esto es posible porque no sólo aprendemos conceptos, pues nuestra memoria no almacena información aislada, sino estructuras, procedimientos, y conocimientos correlacionados. Es como si nuestro sistema cognitivo muestreara lo aprendido y lo almacenara en nuestra memoria, pero con esas muestras se almacenan indicios, pistas o procedimientos necesarios para interpolarlas y así recuperar la información original.

De manera que por evocación o reconocimiento traemos a la memoria de trabajo las piezas del rompecabezas, que a veces, además de incompletas, no traen consigo los suficientes indicios para armarlo, o por el contrario, en ocasiones esas piezas vienen marcadas y el rompecabezas se puede armar de manera automática. Pero además de

la simple recuperación, un aprendizaje significativo se puede emplear en contextos diferentes al original, es decir, permite realizar más fácilmente la transferencia del conocimiento, lo cual, para un ingeniero (o cualquier profesional) resulta de vital importancia, ya que difícilmente los problemas que enfrente serán idénticos a aquellos que le permitieron construir su aprendizaje.

Algunas ideas para recuperar más fácilmente los conocimientos adquiridos [24], se pueden resumir en:

- a) Identificar los elementos *contextuales* relevantes que sirvan de indicios para la recuperación.
- b) Ubicar los aprendizajes en los contextos más similares posibles a aquellos en los que por lo general deben recuperarse y crear situaciones en los que usualmente será necesario transferirlos.
- c) Crear conexiones entre los aprendizajes, diversificando contextos, para ofrecer diferentes caminos de recuperación.
- d) Planificar tareas abiertas y situaciones nuevas en las que el estudiante requiera recuperar y transferir lo aprendido.
- e) Fomentar el reconocimiento y el uso explícito de estrategias de aprendizaje.

Vemos como la mayoría de estas ideas sugieren que una estrategia como la del aprendizaje basado en proyectos es útil para el desarrollo de la capacidad de recuperación y transferencia de los conocimientos, es decir, para lograr aprendizajes significativos en los estudiantes.

3.3.2 Los resultados del aprendizaje

Antes de referirnos a lo que se aprende, vale la pena hacer un breve paréntesis para recordar lo que la UNESCO propuso como los cuatro pilares básicos de la educación [9]: aprender a conocer (saber), aprender a ser, aprender a hacer y aprender a

convivir. Pero entiéndase lo que esto significa, la educación no pretende que los estudiantes conozcan, sino que aprendan a conocer, es decir, que cuenten con las herramientas para que descubran y comprendan el mundo. La educación no sirve, como se decía antes, para que las personas se “vuelvan buena gente”, pues creo que cada quien decide lo que hace con su vida, con o sin educación; pero si educamos a las generaciones que vienen para que reconozcan su valor como personas y les mostramos el camino para que sean las personas que pueden llegar a ser, serán lo que deseen. Dicen popularmente que si alguien necesita comer, no hay que darle el pescado, sino enseñarle a pescar. De eso se trata aprender a hacer, pues no basta con conocer el mundo, debemos saber como transformarlo.

Pero falta un cuarto pilar, sin el cual, no pasaremos de ser depredadores de nuestro propio mundo, capaces de crear las obras más maravillosas; pero también de crear obras de destrucción. Por eso también debemos educar a nuestros niños y jóvenes para que *aprendamos* a vivir juntos, a compartir este mundo y todo lo que nos ofrece. Así pues, estos son los resultados que se deberían lograr mediante el aprendizaje, y de alguna manera lo que aprendemos conduce potencialmente a ellos.

Entonces, retomando la pregunta inicial de esta sección, podemos basarnos en la taxonomía que propone Pozo [24] para clasificar los resultados del aprendizaje, es decir, lo que aprendemos.

Aprendizaje de sucesos y conductas

Uno de los resultados que se considera más elemental es el que se produce por asociación de fenómenos o hechos con algún suceso. Éste se comparte incluso con los animales, y algunos dirían que aún con las plantas. Pero el aprendizaje de sucesos va más allá de una simple asociación, pues al parecer involucra el establecimiento de relaciones más complejas que ponderan nuestra respuesta a ciertas situaciones, tanto a nivel físico como emocional. Esa respuesta, involucra a su vez el aprendizaje de una

conducta. Es el caso que se evidencia cuando los estudiantes presentan exámenes, en forma oral, pero especialmente escrita, en las que se recrean una serie de emociones y sentimientos que responden a una conducta aprendida a lo largo de la vida estudiantil.

No en vano ante modificaciones a las condiciones subjetivas ya establecidas dentro del ambiente de un examen escrito, por ejemplo, se nota una inercia a vencer antes de responder adecuadamente a las nuevas condiciones. Cito un ejemplo ocurrido en el aula, cuando al llegar a presentar un examen, se les indicó a los estudiantes que tenían cinco minutos para leer el tema del examen, pero sin escribir absolutamente nada. Aunque para algunos fue más fácil que para otros seguir esta instrucción, se evidenció una conducta aprendida que lleva al estudiante a empezar a escribir casi desde el mismo momento en que recibe el tema del examen. Al terminar los primeros cinco minutos, se les dio una segunda instrucción, que consistía en que tenían otros cinco minutos para salir, y hablar (sólo hablar) con sus compañeros (quien no deseara hacerlo, debía permanecer en su lugar, en silencio, durante ese tiempo). Lo interesante fue que sólo al cabo de 1 minuto de dada la instrucción, algunas personas empezaron a salir, no sin que antes alguno confirmara si en realidad lo podía hacer.

Además de este tipo de relaciones entre sucesos y conductas, también aprendemos teorías implícitas que nos permiten interpretar “nuestro mundo” y desenvolvemos en él, pero que tarde o temprano se tendrán que contrastar y contextualizar para incorporarlas, adaptarlas o reconstruirlas de acuerdo a teorías más universales o a determinados constructores sociales. Pero esto sólo se puede lograr en la medida que eso que es implícito se haga explícito, y el docente debe estar atento a debatir esas teorías en el marco del conocimiento que se intenta construir.

Aprendizaje social

Comprende el aprendizaje de habilidades, actitudes y representaciones sociales. El aprendizaje de habilidades tiene que ver con todos aquellos “códigos” y reglas que

aprendemos para interactuar eficientemente con otros miembros de la sociedad y afrontar situaciones complejas en el ámbito de las relaciones humanas. En el aula, muchos de estos aprendizajes tienen que ver con la manera en que se dan las relaciones docente-estudiante y estudiante-estudiante. Muchas veces han encontrado formas de relacionarse con los docentes con el fin de lograr su reconocimiento o aprobación, o en otros casos, establecen una barrera que les impide comunicarse adecuadamente con ellos, lo que indica en cualquier caso una falta de reconocimiento del otro como igual, sea por parte del docente o del estudiante, sobrestimando o subestimando las capacidades propias y las del otro.

En cuanto a las relaciones estudiante-estudiante se limitan a un reducido círculo que se conforma por la concurrencia de intereses particulares más que por verdaderas afinidades. Si se tiene en cuenta que estas habilidades se aprenden principalmente de modelos, es responsabilidad directa del docente ofrecer un modelo como profesional y como persona que sea coherente con las exigencias que se hagan en el aula. Además, las estrategias de enseñanza que se empleen y las estrategias de aprendizaje que se les propongan deben resaltar claramente la intención de lograr aprendizajes sociales definidos, no sólo de habilidades, sino también de actitudes positivas. En particular, la estrategia de trabajo colaborativo mediante proyectos de aula es una manera de hacer explícitas estas intenciones.

Aprendizaje verbal y conceptual

Este aprendizaje va desde la simple adquisición de información factual, que usualmente se logra por medio del repaso o el establecimiento de relaciones que justifiquen dicho aprendizaje, hasta el aprendizaje significativo como lo describe la psicología cognitiva y que ya se ha discutido previamente. Las estrategias que en este sentido se pueden promover en el aula se discuten en el último capítulo.

Aprendizaje de procedimientos

Aprender a hacer en general resultará más complejo que aprender un concepto o una teoría, pues lo que se busca es realizar un conjunto de acciones ordenadas para alcanzar una meta específica. Cuando se trata de rutinas de acción automatizada se habla de una habilidades o destrezas (*aprendizaje de técnicas*) y el uso planificado y deliberado de los procedimientos para lograr un objetivo constituye las tácticas o planes (*aprendizaje de estrategias*). De alguna manera se sugiere que sólo aprendemos a hacer... haciendo, por lo que las estrategias que se hayan podido emplear para el aprendizaje de conceptos no podrán ser las mismas que para aprender una técnica o una estrategia, si bien pueden tener un tronco común.

El aprendizaje de técnicas usualmente requiere instrucciones que desglosen el procedimiento, tanto como sea requerido por el estudiante, y en muchos casos será necesario también un modelo que reproduzca la técnica que se desea aprender. Pero cuando el contexto en el que se ha aprendido a usar la técnica cambia, es posible que la técnica no sea suficiente. Es ahí donde se hacen necesarias las estrategias. Este es uno de los problemas que se puede presentar en el aprendizaje de conceptos complejos, pues cuando se intenta “hacer algo” con los conceptos aprendidos, los estudiantes tienden a mecanizar los procedimientos, convirtiéndolos en técnicas y cuando se pide hacer algo nuevo con los mismos conocimientos resulta difícil encontrar cómo. Por ejemplo, evaluar la figura de mérito de demoduladores se puede convertir en una técnica si se restringe a que éstos sean lineales; pero cuando se trata de demoduladores angulares, aunque se parte de los mismos conceptos, la estrategia cambia pues las incógnitas son diferentes.

De esta forma, se encuentra una diferencia fundamental entre la técnica y la estrategia, y es que en la primera el procedimiento es automatizado, en cambio en la segunda es controlado, es decir, quien la ejecuta debe entender lo que está haciendo y

porqué lo está haciendo. De manera resumida, podemos plantear algunos interrogantes que orientan el uso de estrategias [24]:

- a) *Objetivo* → ¿Para qué se va a usar la estrategia?
- b) *Selección* → ¿Cuál es la mejor estrategia para lograr el objetivo?
- c) *Aplicación* → ¿Qué debo hacer para aplicar la estrategia seleccionada?
- d) *Evaluación* → ¿Qué logré al aplicar la estrategia?

Una conclusión importante respecto al aprendizaje de estrategias es que éstas se pueden aplicar incluso al aprendizaje mismo, tocando el campo de lo que se ha denominado aprendizaje estratégico o metacognición, que se discutirá brevemente en la siguiente a continuación.

3.3.3 Aprender a aprender

En la pedagogía moderna se considera que uno de los objetivos de enseñar a los estudiantes a aprender a aprender, es decir, favorecer en ellos el desarrollo de su autonomía, independencia y autorregulación de su propio proceso de aprendizaje. En una palabra: *metaaprender**.

Lograr este nivel cognitivo requiere por parte de los estudiantes, además de una dosis de madurez (acorde a su nivel de escolaridad), conocer una serie de técnicas que le permitan elaborar su(s) propia(s) estrategia(s) de aprendizaje adaptada(s) a cada situación, a cada problema. Es por esto que al hablar de estrategias, éstas se deben reconocer como flexibles, intencionales y adaptables.

Si bien algunas estrategias favorecen el aprendizaje memorístico mediante el uso de técnicas de repetición en las que algunos autores [24] reconocen una estrategia de

* Abusando del prefijo “meta” tan usado en estos días.

recirculación de información, éstas (las estrategias) deben distinguirse de la simple mecanización para lograr “almacenar” información y producir aprendizajes que entrelazados con su estructura cognitiva sean significativos en el sentido que lo plantea Ausubel et. al. [3]. Pero cuando la finalidad directa es producir dichos aprendizajes significativos, resulta adecuado emplear estrategias de elaboración y organización. En cuanto a la elaboración, por ejemplo, el uso de palabras clave, rimas, imágenes y parafraseo es útil cuando se trata de hacer procesamiento simple, es decir, cuando los conceptos son suficientes por sí mismos o no requieren necesariamente de otros para su completa comprensión. Por otra parte, la elaboración de resúmenes, establecer analogías, o hacer inferencias y conceptualizar son estrategias recomendadas si el procesamiento requerido es más complejo, o dicho en otras palabras, cuando se requiere darle “pistas” al sistema cognitivo para que almacene y organice la información dentro de la memoria permanente.

En cuanto a las estrategias de organización, permiten clasificar (ej. Las categorías) o jerarquizar (ej. Mapas conceptuales) la información, pero más que en el papel, en la mente, en la memoria de largo plazo, creando relaciones entre la nueva información y la ya existente. Es ahí cuando se logra la verdadera significatividad. Sin embargo, ¿Qué serían de todas estas estrategias si finalmente lo aprendido no sale de nuestra “cabeza”? Es por esto que además de aprender (*input*) debemos considerar estrategias también para evocar y aprovechar lo aprendido (*output*) tal como se comentó en 3.3.1.

En suma, las estrategias deben ser aprendidas, empleadas y aprovechadas en forma consciente por todo aquel que se considere un aprendiz, de hecho los docentes los primeros, si es que algún día esperamos poder considerarnos maestros, pues es en esa medida que podremos formar profesionales autónomos, responsables de sus propios aprendizajes, capaces de llevar su conocimiento a la acción y que propendan por una sociedad más tolerante en la que realmente podamos convivir como iguales.

4. PLANEAMIENTO CURRICULAR DE LA UNIDAD: PROCESOS ESTOCÁSTICOS

“La buena suerte se da cuando coinciden la oportunidad con la preparación”.

Miguel A Cornejo

En este capítulo se visualizan los elementos que influyen en el desarrollo curricular y el diseño de un programa de estudios encaminado al aprendizaje significativo y al desarrollo de competencias que tiene por objetivo permitir al estudiante y futuro profesional desempeñarse en un campo tan dinámico y variante como lo es la electrónica, y en ella, las telecomunicaciones.

Buscar estrategias para que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean efectivos y permitan el desarrollo integral del estudiante, requiere de una amplia experiencia desde el punto de vista educativo. Para ello se debe tener en cuenta el perfil del estudiante que ingresa al programa, al igual que las políticas educativas de la Universidad (ver capítulo 1), que es una institución de educación superior comprometida en la formación de profesionales con sentido humano, dispuestos a utilizar los conocimientos proporcionados en la academia para el mejoramiento de la sociedad que les rodea.

Todo este proceso necesita de un seguimiento y evaluación continuo que permita al docente identificar los errores y dificultades en la enseñanza; y le permita de forma cualitativa y cuantitativa determinar oportunamente si el camino propuesto fue el más acertado para orientar el aprendizaje de los estudiantes en relación con los conceptos propios de la asignatura, y más allá de éstos, si las estrategias de enseñanza y de aprendizaje han favorecido la formación integral, en el saber, la ciudadanía y la convivencia.

4.1 VISION GLOBAL DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES*

A continuación se presenta una síntesis de la propuesta curricular del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander, en la que el objeto de estudio se desarrolla con base en los niveles de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación [5], y se destaca cómo está inserta el área de las telecomunicaciones que justifica el actual curso de *teoría de comunicaciones*, y más aún la reforma académica del programa que contempla la inclusión de dos nuevos cursos relacionados con esta área.

Como se lee en [28], “el programa de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Industrial de Santander, se ajusta a las normas legales vigentes y su existencia y título que otorga están justificados en razón del análisis de las necesidades del país y de la región, la demanda estudiantil, las oportunidades de desempeño laboral, las tendencias del ejercicio profesional, el estado actual de la formación en ingeniería electrónica en el ámbito nacional e internacional, los aportes que lo diferencian de otros programas de la misma denominación y la coherencia con el Proyecto institucional de la UIS”⁵²

Dentro de la reforma propuesta para el programa, vale la pena destacar la intención de proponer la adopción de estrategias pedagógicas que se enfoquen en la formación integral de los estudiantes, como ciudadanos y futuros profesionales protagonistas de su propio aprendizaje, con mentalidad emprendedora y conscientes de la realidad del

* Basado en apartes de una versión preliminar del documento de reforma curricular de la E3T [28].

⁵² REFORMA CURRICULAR E3T – UIS. Versión preliminar. Bucaramanga, 2005. p. 21.

entorno en el cual se van a desempeñar, capaces de responder a las exigencias de una sociedad en la que aún resulta un privilegio el acceso a la educación universitaria.

Las características del proyecto curricular de la carrera se pueden resumir en que:

- Permite el desarrollo de competencias mínimas para el ejercicio profesional y proyecta al egresado con una visión futurista y emprendedora.
- Cuenta con un plan de estudios integral que además del científico-tecnológico, tiene en cuenta los componentes social, político, económico y administrativo. Además se busca que este plan sea homologable internacionalmente para facilitar al egresado su acceso tanto a programas de formación avanzada como al mercado laboral en el exterior.
- Busca armonizar adecuadamente el modelo de pedagogía dialógica como norma de acción académica y como principio de democracia participativa.

4.1.1 Competencias del ingeniero electrónico

*“El proyecto curricular busca consolidar una identidad del ingeniero electrónico basada 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**”.*⁵³

De igual forma, el ingeniero electrónico UIS debe ser capaz de interpretar, interactuar e influir sobre los procesos de la dinámica social; así como desarrollar habilidades en la toma de decisiones, “con plena conciencia de la grandeza y dignidad del ser

⁵³ Ibid. p. 26.

humano, comprometido con la preservación y conservación del medio ambiente y la justicia social”⁵⁴, *aprender a convivir*. Todo esto aunado a los valores propuestos en el proyecto institucional: solidaridad, compromiso con el trabajo, responsabilidad, ética, creatividad y tolerancia⁵⁵.

En términos más específicos, algunas de las competencias que se esperan del ingeniero electrónico se pueden clasificar en:

a) Laborales

El ingeniero electrónico se puede desempeñar laboralmente en empresas de *telecomunicaciones*, servicios, manufactura, en el sector de la salud, y en la industria en general, teniendo en cuenta la presencia de sistemas electrónicos y dispositivos con los que cuentan. Allí, 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 sistemas electrónicos, en áreas operativas, administrativas, mercadeo, comercialización y mantenimiento; así como en centros de investigación y desarrollo”.⁵⁶

Para esto, el ingeniero electrónico:

- Crea, selecciona e implanta soluciones innovadoras y pertinentes, desde la perspectiva de la tecnología electrónica.
- Diseña, desarrolla, opera y mantiene sistemas, dispositivos y equipos electrónicos, para el servicio de las demás disciplinas y de la sociedad en general.

⁵⁴ Ibid. p. 26.

⁵⁵ PROYECTO INSTITUCIONAL. Op. cit. p. 18.

⁵⁶ REFORMA CURRICULAR E3T – UIS. Op. cit. p. 23.

b) Profesionales

Los sistemas electrónicos pueden ser diseñados, contruidos, puestos en servicio y ser objeto de mantenimiento durante su vida útil. Esos sistemas tienen aplicaciones importantes en **telecomunicaciones**, equipos electrodomésticos, equipos electromédicos, automatización de procesos, computadores, etc. Las competencias involucradas consisten en que el ingeniero electrónico:

- Aprende autónomamente y se adapta a las realidades del medio, en consonancia con el continuo cambio tecnológico y científico.
- Posee capacidad de: organización, planificación, liderazgo, gestión, análisis y diseño.
- Cuenta con competencias investigativas y profesionales específicas en alguna de las siguientes áreas: automatización industrial, instrumentación electrónica, bioingeniería o **telecomunicaciones**.

c) Transversales

Como ya se ha discutido ampliamente, el profesional hace parte de la sociedad, y se pone a su servicio, siendo:

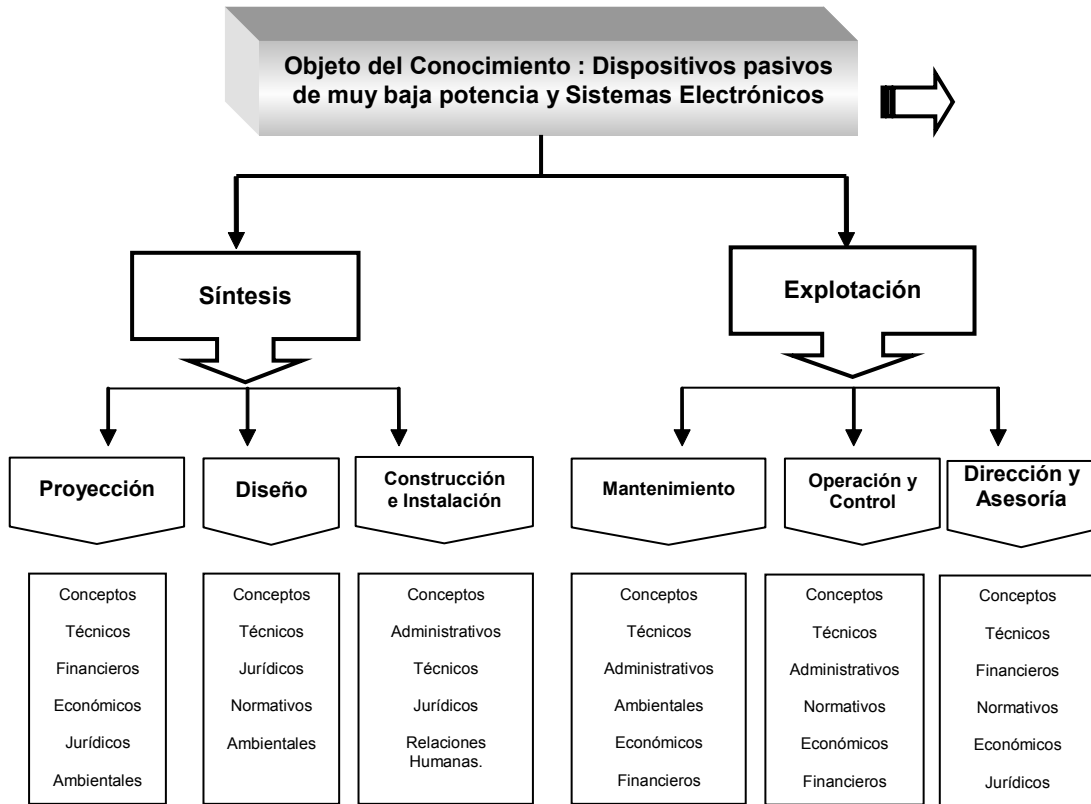
- Solidario, responsable, ético, creativo, tolerante, comprometido con el trabajo y cuidadoso con el medio ambiente.
- Capaz de vincularse a redes temáticas y trabajar en equipos interdisciplinarios.
- Hábil para la comunicación en español y en una segunda lengua.

d) Académicas

Se basan en una sólida fundamentación en matemáticas, ciencias naturales, procesamiento de señales, algoritmia, administración, evaluación y gerencia de proyectos, máquinas eléctricas, electrónica, **comunicaciones**, procesadores, sistemas

digitales, instrumentación electrónica, arquitectura de computadores y sistemas de control.

Figura 3. Estructura conceptual del saber del programa de ingeniería electrónica



Fuente: [28], p. 23.

Esta formación se basa en una estructura conceptual (Figura 3) definida en la propuesta de reforma académica del programa de ingeniería electrónica de la E3T, que se resumen en [28]:

- **Proyección** de tecnología en los sistemas electrónicos implica el conocimiento de los aspectos técnicos relacionados con su estructura y los elementos que lo conforman. Requiere conocer el funcionamiento general del sistema macro en el cual va a estar implantado. Comprende también la elaboración de planes estratégicos para satisfacer las necesidades del mercado así como la evaluación de

los planes existentes con el fin de establecer su pertinencia y factibilidad técnica, económica y financiera, además del beneficio social.

- **Diseño** de sistemas electrónicos que contempla el conocimiento de teoría electrónica, teoría electromagnética, circuitos eléctricos, teoría de señales, y, en general, el conocimiento obtenido en el llamado ciclo básico de ingenierías.
- **Construcción e instalación** de dispositivos electrónicos, para lo cual requiere de amplio conocimiento técnico y destreza en la selección y montaje de elementos. El montaje debe partir de los criterios planteados en la etapa de diseño y de las especificaciones de instalación de los equipos.
- Programación de **mantenimiento**, que implica el establecimiento de prioridades técnicas del sistema, la identificación de los puntos o elementos críticos y la creación de un esquema organizacional de optimización de recursos y tiempos, para lograr la seguridad y continuidad en el funcionamiento del sistema.
- **Operación y control**, para el funcionamiento del sistema electrónico en condiciones de seguridad para todos los elementos componentes del mismo; así como para las personas. Por tanto, deben conocerse los límites de capacidad de cada dispositivo y sus posibilidades de operación, para establecer los criterios de trabajo.
- **Dirección y asesoría** de proyectos electrónicos, para lo cual deben manejarse conceptos económicos y financieros que permitan obtener los mayores beneficios.

4.1.2 Algunas estrategias de enseñanza propuestas por la E3T

Las siguientes son, a manera de síntesis, algunas de las estrategias de enseñanza que se proponen en la E3T* para contextualizar los saberes, es decir, educar en el hacer:

- Prácticas de laboratorio con desarrollo a nivel demostrativo, de comprobación y creativo.

* Para más detalles, ver ANEXO

- Desarrollo de proyectos de diseño aplicado.
- Desarrollo y aplicación de software para modelado, análisis y simulación, en el estudio y solución de problemas relacionados con la industria.
- Desarrollo de proyectos para empresas del sector, como parte de la acción de los grupos de investigación.
- Prácticas empresariales, que en algunos casos pueden reemplazar el proyecto de grado.

4.1.3 Las telecomunicaciones en el currículo de Ingeniería Electrónica

Las telecomunicaciones es una de la áreas base de la Escuela, e indudablemente hace parte, como ya se ha mencionado, del objeto de estudio de la carrera. Es así como la E3T ofrece a nivel de posgrado una Especialización en Telecomunicaciones, y una Maestría que en una de sus áreas está orientada a este mismo campo. En pregrado, antes de la reforma, la mayoría de cursos ofrecidos que se relacionan con telecomunicaciones, tienen carácter electivo, quedando sólo el curso de *Teoría de comunicaciones** como la única base común en esta área para todos los estudiantes de la carrera**. Esto implica que el diseño curricular de esta asignatura contrapone la posibilidad de abordar un amplio panorama de conceptos, y la profundidad y significatividad que se les pueda dar a los mismos. En este sentido, la unidad correspondiente a *procesos estocásticos* no se llega a conceptualizar e integrar adecuadamente a la dinámica del curso, y esto sumado a las consideraciones expuestas en el capítulo 2, hacen de este tema conveniente para proponer un rediseño curricular.

* El curso de teoría de comunicaciones se encuentra dentro del ciclo de Formación Profesional Especializada (FPE), entre el 7° y 8° nivel de la carrera.

** A partir de la reforma académica se tendrán tres cursos obligatorios relacionados directamente con el área de telecomunicaciones, y el rediseño propuesto para la unidad contempla esta situación.

4.2 ESTRUCTURA DEL CURSO TEORÍA DE COMUNICACIONES

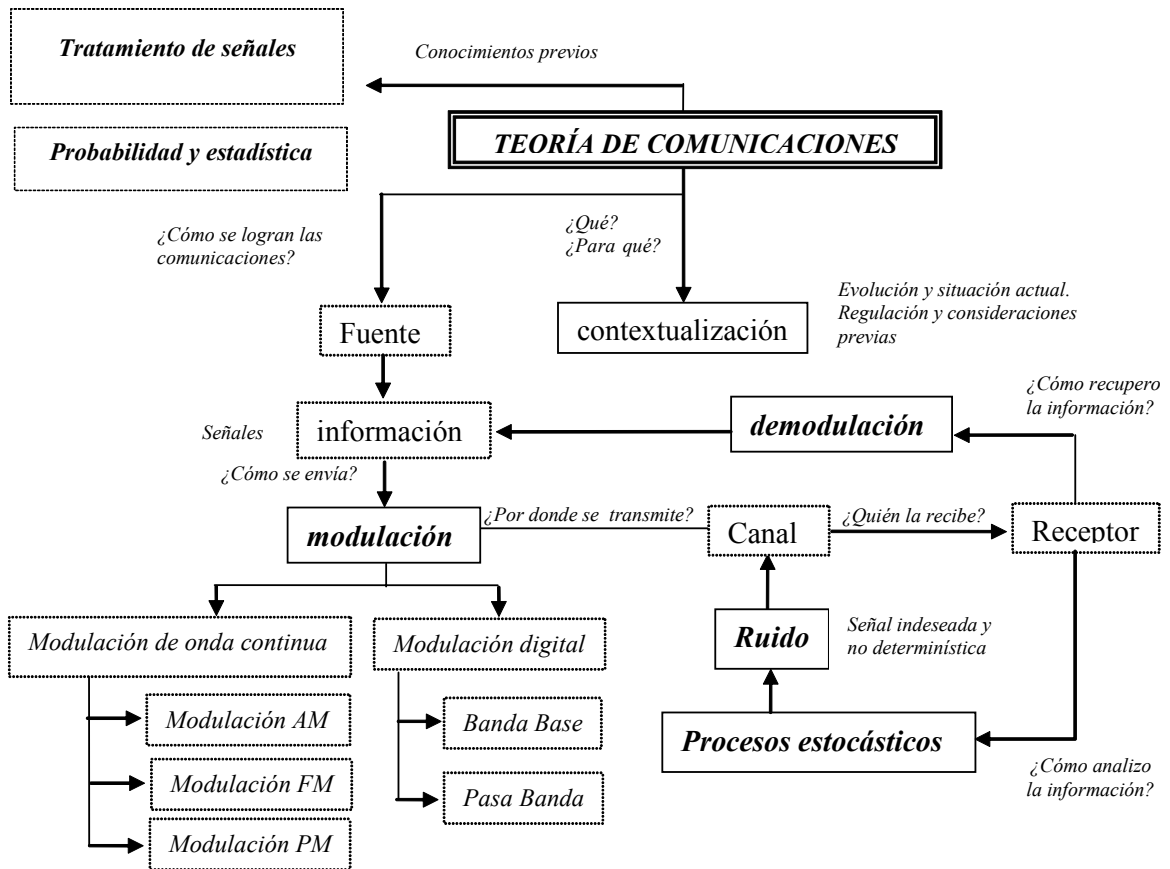
Cuando se proyecta un programa de estudios se deben considerar objetivos y contenidos que motiven al estudiante hacia un aprendizaje significativo, que desarrolle capacidades de “conocer y usar apropiadamente estrategias cognitivas”⁵⁷ como herramientas de aprendizaje, es decir, se busca aprender a aprender a través de estrategias cognitivas. En este marco se propone el diseño didáctico de la unidad *procesos estocásticos*. Pero antes de presentarlo, es necesario situar esta unidad dentro del curso de *teoría de comunicaciones*.

Dentro de los primeros niveles de formación, el estudiante de ingeniería electrónica se enfrenta a contenidos que constituyen la base conceptual de su carrera, en lo que se conoce como formación básica en ingeniería (FBI), y que son necesarios para construir aprendizajes cada vez más elaborados y estrechamente relacionados con la base de conocimiento de la profesión. Tal es el caso de dos cursos que están ligados directamente con el área de telecomunicaciones, como son Probabilidad y Estadística y Tratamiento de Señales, que le dan soporte y se definen como los prerrequisitos de la asignatura teoría de comunicaciones.

El curso gira entorno a la pregunta central: ¿Cómo modelar y analizar los sistemas de transmisión y recepción de señales analógicas y digitales?, a partir de la cuál se desprenden los conceptos fundamentales de modulación lineal y angular, analógica y digital; multiplexión y multiacceso, procesos estocásticos y ruido, y codificación.

⁵⁷ ESTÉVEZ NÉNINGER, Ety Haydeé. Enseñar a aprender. Estrategias cognitivas. México : Paidós. 2002. p. 73.

Figura 4. Relación de conceptos de la Teoría de Comunicaciones



Fuente: autor.

Así pues, la teoría de comunicaciones permite analizar y diseñar diversos sistemas de transmisión y recepción, y comprender y reconocer la importancia de los elementos básicos que constituyen dichos sistemas.

El curso pretende, mediante una metodología que busca la formación integral del futuro ingeniero, construir competencias en el manejo de los conceptos relacionados con las comunicaciones analógicas y digitales que puedan ser aplicadas en las diferentes variantes del desempeño profesional. En relación al estudiante, los propósitos generales se pueden resumir en:

Competencias actitudinales y axiológicas

- Muestra actitudes positivas hacia este campo del saber.
- Interactúa con profesionales relacionados con el área.
- Expresa claramente sus ideas empleando un vocabulario apropiado para la temática del curso.
- Comprende la importancia de las regulaciones y normativas del sector en aras de la equidad.
- Conoce la aplicación de los contenidos del curso
- Adapta su conocimiento a nuevos contextos.

Competencias cognoscitivas

- Explica y aplica el concepto de modulación y multiplexión de señales.
- Comprende los fundamentos de los sistemas de comunicaciones analógicos y digitales.
- Conoce el marco regulatorio de las telecomunicaciones en Colombia.
- Mide el desempeño de diferentes sistemas de modulación / demodulación.
- Caracteriza y analiza el efecto del ruido en los sistemas de comunicación.
- Estudia y compara los sistemas de señalización digital más utilizados hoy en día.

Competencias procedimentales

- Diseña sistemas de transmisión y recepción a nivel de diagramas de bloques.
- Analiza el funcionamiento de diversos sistemas de comunicaciones.
- Selecciona, con criterios de optimización, alternativas para emplear adecuadamente el espectro electromagnético.
- Evalúa el desempeño de diferentes sistemas de modulación / demodulación.

La metodología que se propone para el curso se basa en la resolución de problemas orientada a la construcción de competencias aplicables a un entorno laboral y se desarrolla mediante elementos de aprendizaje colaborativo, enfocado, principalmente, a la construcción del conocimiento. Se trabaja con grupos pequeños (máximo 4

estudiantes). En cada grupo los estudiantes son responsables de su aprendizaje y el de sus compañeros (interdependencia positiva); el trabajo en grupo permite cuestionar, razonar y retroalimentar en lo que se denomina interacción promotora. Adicionalmente, la interacción en grupo permite desarrollar habilidades para la toma de decisiones, liderazgo y manejo de conflictos. Finalmente, la evaluación del trabajo en el curso se realiza de manera individual y colectiva (en algunos casos), involucrando la actividad realizada dentro del grupo y el dominio del tema de estudio.

La actividad corriente de la clase se desarrollará de la siguiente forma:

- Actividad de retroalimentación (10 min.)
- Discusión del tema de la clase (30 min.)
- Discusión de ejemplos correspondientes al tema (30 min.)
- Actividad en grupo (40 min.)

Entre las posibles actividades en grupo se consideran las siguientes: presentar relatorías, realizar exposiciones, responder o elaborar preguntas, resolver problemas, analizar textos y redactar artículos. Como actividad de refuerzo se realizarán prácticas de laboratorio, por grupos de tres (3) estudiantes, utilizando LabVolt® y Matlab®. La semana anterior (como mínimo) a cada práctica se entregará una guía tipo para que los estudiantes estudien previamente los temas planteados. Durante cada práctica se desarrollará una guía que será entregada al final de la misma.

Además cada se formarán grupos de máximo (4) estudiantes para desarrollar un (1) proyecto durante el semestre, que será tenido en cuenta para la nota final de la materia.

El contenido de la asignatura se resume en la Tabla 1, donde se observa la secuenciación de los temas y se ubica la unidad concerniente a **procesos estocásticos**.

Tabla 1. Contenidos del curso Teoría de Comunicaciones

Tema	Introducción a las comunicaciones	
SEMANA	SUBTEMAS	BIBLIOGRAFÍA
1	Evolución histórica. Perspectivas de las telecomunicaciones	
	Introducción a los sistemas de comunicación	S. Haykin
	Organismos reguladores de las comunicaciones	
	Consideraciones espectrales y ancho de banda.	L. Couch
2	Asignaciones de frecuencia. Regulación	W. Tomasi – L. Couch
	Propagación de ondas electromagnéticas	W. Tomasi – L. Couch
	Señales empleadas en comunicaciones	L. Couch
	Circuitos y dispositivos empleados en comunicaciones	W. Tomasi – L. Couch
Tema	Modulación de onda continua	
SEMANA	SUBTEMAS	BIBLIOGRAFÍA
3	Introducción. Representación de señales moduladas pasabanda	S. Haykin
	Modulación lineal: AM, DSB-SC, SSB y VSB. QAM (1er proyecto)	S. Haykin – L. Couch
4	Sistemas de Radio AM (comercial – radioaficionados)	Ver (1)
	Receptor superheterodino	S. Haykin
1º EVALUACIÓN (10%)		
5 y 6	Modulación angular: PM y FM	
	Sistemas de radio FM comercial	Ver (1)
7	Multiplexión por división de frecuencia. FM estéreo	S. Haykin – L. Couch
	Sistema de televisión	W. Tomasi
2º EVALUACIÓN (15%)		
Tema	PROCESOS ESTOCÁSTICOS Y RUIDO	
SEMANA	SUBTEMAS	BIBLIOGRAFÍA
8 y 9	Procesos aleatorios	S. Haykin- Papoulis
PROYECTO	Ruido (2º proyecto)	S. Haykin
	Fuentes de ruido. Aplicación: desvanecimiento de canal	S. Haykin
	Ruido en sistemas de modulación de onda continua	S. Haykin
	Sistemas de reducción de ruido. Preénfasis y deénfasis.	L. Couch
3º EVALUACIÓN (10%)		
Tema	Modulación digital (3er proyecto)	
SEMANA	SUBTEMAS	BIBLIOGRAFÍA
10	Introducción. Proceso de muestreo. PAM, PPM, PWM	S. Haykin
	Aplicaciones de las modulaciones de pulsos	
	Transmisión de pulsos banda base	S. Haykin – L. Couch
11	Proceso de cuantización. Cuantización no uniforme	S. Haykin
	Modulación por codificación de pulso	S. Haykin – W. Tomasi
13	Multiplexión por división de tiempo.	S. Haykin – L. Couch
	Conmutación telefónica. Jerarquías.	L. Couch
	Modulación delta, DPCM y ADPCM	S. Haykin
	Señalización digital. Códigos de línea y su espectro	L. Couch
	Protocolos de transmisión de datos: RS-232. RS-485.	L. Couch
	Análisis espacial de señales	S. Haykin – L. Couch
Tema	Transmisión de datos pasabanda	
SEMANA	SUBTEMAS	BIBLIOGRAFÍA
14	Introducción. Modelo de transmisión digital pasabanda	S. Haykin
15	Modulaciones digitales: ASK, FSK, PSK	S. Haykin - W. Tomasi
16	Codificación y teoría de la información	
4º EVALUACIÓN (15%)		

4.3 DISEÑO DIDÁCTICO DE LA UNIDAD PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Como plantea Couch [5], se puede tener un entendimiento básico en comunicaciones sin las complicaciones del análisis estadístico, pero “el importante tema del desempeño de los sistemas de comunicación en la presencia de ruido no se puede analizar sin el uso de la estadística”⁵⁸, como tampoco se podría analizar un elemento indispensable en cualquier sistema de comunicaciones: la información. Esto justifica en parte la necesidad del curso de *Probabilidad y Estadística* y la unidad de *procesos estocásticos* como parte de la asignatura *teoría de comunicaciones*, por otro lado permite abordar la reflexión entorno al cómo *enseñar* y cómo *aprender conceptos complejos*.

4.3.1 Objetivos de la unidad

La definición de objetivos determina los contenidos y actividades a realizar en la unidad; pero debe ser claro el enfoque que el docente desea imprimirle al conocimiento científico, sea un carácter de tipo investigativo, social (la ciencia como actividad humana) o simplemente profundizar en un tema específico que brinde herramientas importantes para la comprensión global de la unidad y del curso. Además, a partir de los objetivos se definen las competencias que se desean en los estudiantes, es decir, lo que se espera que sean capaces de hacer con los conocimientos, expresando en ellos el conjunto de valores educativos del docente, de la institución y de la sociedad.

⁵⁸ COUCH, Leon W. *Sistemas de Comunicación Digital y Analógicos*. 5ª edición. México : Pearson Educación, 1997. p. 6.

Por esta razón, es necesario determinar y discutir con los demás docentes del área el planeamiento curricular y de acuerdo a las políticas institucionales y de la escuela, y a las expectativas y necesidades de la sociedad, demarcar alcances y metas acordes con lo que se plasma en el papel y lo que se realiza en el aula. Pero en ocasiones, la actividad del aula dista mucho de ser un espacio para promover el aprendizaje como ha sido concebido en el papel y se termina “viendo” temas para “cubrir” todos los contenidos del curso.

En el caso de la unidad de procesos estocásticos, el objetivo general se puede resumir en promover la comprensión y el uso adecuado de herramientas para el análisis de variables y procesos aleatorios, empleando conceptos de probabilidad y estadística para caracterizarlos; ya que las variables y procesos aleatorios pueden estar relacionados con el ruido de un sistema de comunicaciones y en general con cualquier parámetro o situación que refleje incertidumbre en los mismos.

Los objetivos específicos se pueden orientar hacia el desarrollo de competencias actitudinales, cognoscitivas y procedimentales que le permitan a cada estudiante:

- Identificar el contexto en el que resulta pertinente el análisis estocástico de señales y sistemas.
- Analizar diferentes estrategias para evaluar el desempeño de un sistema de comunicaciones en presencia de ruido.
- Dar importancia a los procesos que le permiten comprender la temática desarrollada.
- Desarrollar un proyecto relacionado con el tema de la unidad que favorezca el aprendizaje de los estudiantes.

Competencias cognitivas

- Conceptualizar el papel que juegan los procesos estocásticos en el análisis del ruido presente en los sistemas de comunicaciones.
- Desarrollar un espíritu crítico que permita hacer una distinción clara de las situaciones que requieren un análisis probabilístico y estadístico.
- Interpretar adecuadamente las expresiones y nomenclatura empleada.
- Emplear en forma coherente y justificada los conceptos tratados en la unidad.
- Argumentar con rigor matemático los planteamientos propuestos para la solución de problemas.
- Conceptualizar y diferenciar claramente los conceptos de variable y proceso aleatorio.
- Relacionar los procesos estocásticos con señales aleatorias como el ruido.
- Proponer modelos para analizar el efecto del ruido en los sistemas de comunicaciones.

Competencias procedimentales

- Promover la reflexión científica a partir del saber relacionado con los procesos estocásticos.
- Proponer casos de estudio donde se requiera el análisis estadístico y probabilístico.
- Fortalecer competencias de lectura y escritura para desarrollar la capacidad de interpretación, análisis y síntesis de los conceptos abordados en la unidad.
- Elaborar modelos que involucran procesos estocásticos y su caracterización.

Competencias actitudinales

- Reconocer el valor de los procesos estocásticos en el estudio de los sistemas de comunicaciones.
- Valorar el análisis estadístico y probabilístico en comparación con el determinístico.

- Generar conciencia crítica que permita reconocer al ruido y la información presente en los sistemas de telecomunicaciones, como procesos estocásticas.
- Fomentar actitudes positivas hacia el tema de la unidad para lograr que sea verdaderamente significativo y se pueda integrar la estructura cognoscitiva.

Por su parte, Papoulis [24] plantea que para lograr aprendizajes verdaderamente significativos, la teoría de probabilidad y procesos estocásticos debería ser incluida en la formación de todos los ingenieros como un curso separado; mas no como un tema adjunto a otra asignatura. Además sugiere algunas ideas acerca del porqué este tema resulta ser complejo para los estudiantes con el fin de orientar la secuenciación del contenido:

- Tener en cuenta que la mayoría de estudiantes ven el mundo de forma determinística, lo que hace que el tema resulte incomprensible, vago y difícil.
- La definición inadecuada de los primeros principios produce una constante confusión entre presunciones y conclusiones lógicas.
- Se emplea la intuición a expensas del rigor lógico.
- Falta relacionar los diferentes conceptos con el mundo físico, sin entorpecer la parte deductiva de la teoría.
- Hay una brecha grande entre los elementos de probabilidad de cursos previos y los conceptos elaborados de esta unidad.
- El tema de esta unidad no puede ser presentado de forma exclusivamente magistral.
- Los conceptos deben ser claramente definidos y desarrollados por los estudiantes, uno a la vez, con suficiente elaboración.
- Se deben identificar los contenidos axiomáticos involucrados con la teoría para eximirlos del rigor matemático de la demostración y acercar al estudiante a principios relativamente sencillos.

- Las variables aleatorias se deberían definir como un conjunto ordenado de resultados de experimentos aleatorios sin tener que asociarlos a puntos en una recta real.
- La estimación del valor medio cuadrático es un tópico de considerable importancia por lo que se debe simplificar su presentación como una aplicación del principio de ortogonalidad entre variables aleatorias.
- Para preservar el orden conceptual, se debe sacrificar la continuidad de tópicos especiales.

A partir de estos planteamientos, claros y precisos, se buscará proponer una mejora metodológica para la unidad, iniciando un proceso de innovación, el cual requiere experiencia y tiempo. De esta forma, la coherencia de los objetivos planteados busca evitar que el estudiante aprenda temas o partes de conocimiento sólo para la evaluación de la unidad. Por otra parte, las competencias que se mencionaron, deben contrastarse con las que posee el estudiante antes de iniciar el curso, para así enseñar en consecuencia, ya que, como se discutió en el capítulo 2, parte de los conceptos del curso ya deberían estar estructurados, y de no estarlo se hace aún más difícil el aprendizaje de este tema complejo y el alcance de los objetivos trazados.

4.3.2 Selección y secuenciación de contenidos

En general, los contenidos de una unidad didáctica se clasifican en tres categorías: cognitivos, procedimentales y actitudinales [11]; y aunque en el proceso de aprendizaje se desarrollan simultáneamente, permiten al docente definir sus intereses y prioridades en los temas que se proponen en la unidad, y formular conceptos estructurantes y transdisciplinarios que logran una mayor claridad en la interconexión de los conceptos planteados.

Además, en la selección de contenidos también se debe tener en cuenta el entorno social y laboral en que el estudiante desarrollará tareas que pongan en práctica todo el

proceso teórico que se enfatiza en la asignatura, es decir, que con estas herramientas el estudiante identifique y proponga soluciones a problemas que se puedan presentar, por ejemplo, en alguna empresa de telecomunicaciones, motivándolo a desarrollar y/o mejorar tecnologías presentes como posibles ideas de negocio.

La **selección** de contenidos busca responder a algunas preguntas como son:

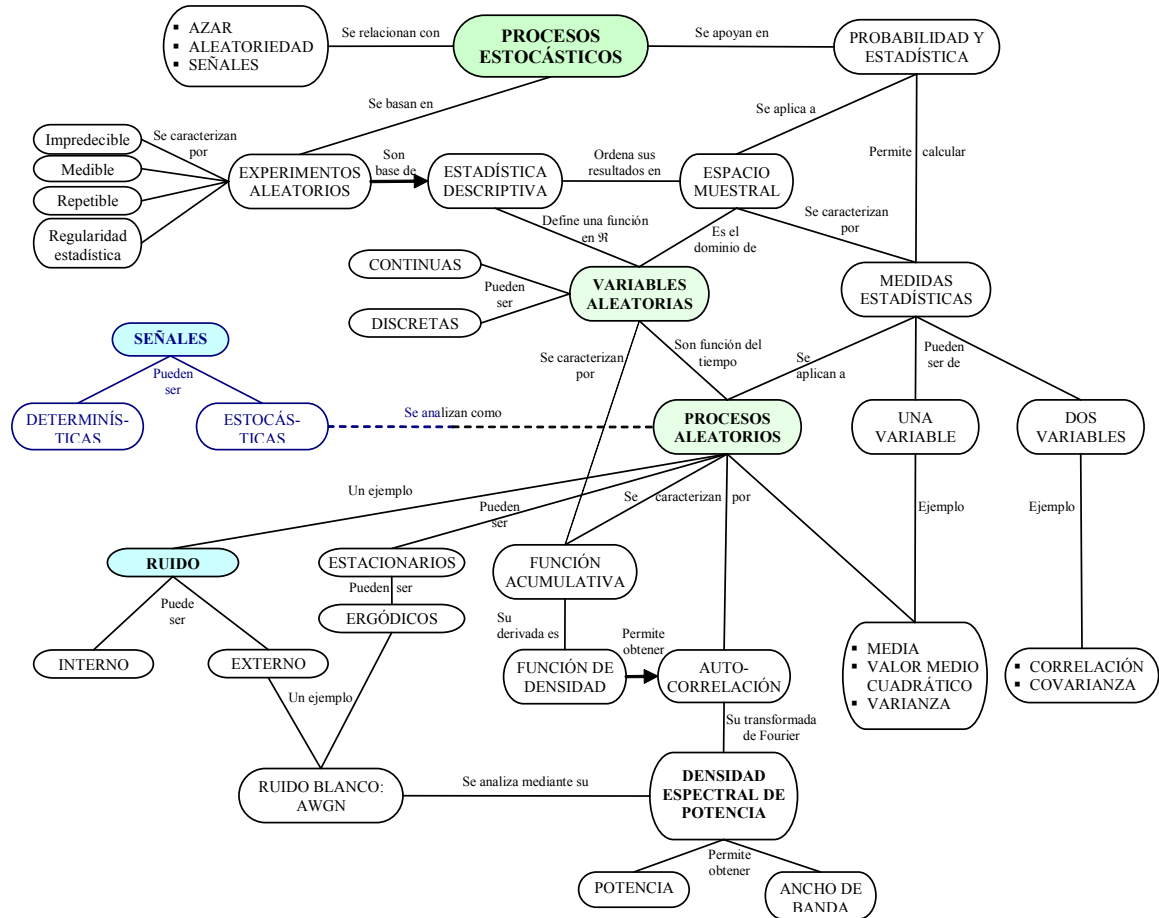
- ¿Cuáles son las condiciones que tienen que satisfacerse para que un proceso aleatorio estacionario sea ergódico?*
- ¿Qué ocurre con un proceso aleatorio estacionario cuando se transmite a través de un filtro lineal invariante con el tiempo?
- ¿Cómo se describe un proceso aleatorio en el dominio de la frecuencia en términos de la densidad espectral de potencia?
- ¿Cuáles son las características de un tipo importante de proceso aleatorio conocido como proceso gaussiano?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de ruido y su forma de banda angosta?
- ¿Por qué la necesidad de una teoría de probabilidad está presente en cada disciplina científica?

La **secuencia** de contenidos propuesta (Tabla 2) pretende desarrollar una comprensión intuitiva de las variables aleatorias continuas y discretas para introducir después la noción de proceso aleatorio y sus características. Se subrayan los fundamentos estadísticos de la teoría de comunicaciones y sus aplicaciones. Además se destaca en particular su caracterización parcial (es decir, estadística de segundo orden), restringiendo el análisis a los procesos estacionarios en sentido amplio. Se describen en detalle las propiedades de media, correlación, covarianza y los espectros de potencia de un proceso aleatorio. Ya que los procesos gaussianos y el ruido de

* La ergodicidad es una propiedad que permite sustituir promedios en el tiempo por promedios totales.

banda angosta sobresalen en este estudio, se incluyen dentro de la unidad como enlace para la siguiente, que corresponde al ruido en sistemas de comunicación. En el mapa conceptual de la Figura 5 se resume la relación entre los diferentes conceptos que constituyen la unidad.

Figura 5. Mapa conceptual de la unidad: Procesos Estocásticos



A pesar de la claridad en los objetivos propuestos y una adecuada selección y secuenciación de contenidos, la complejidad es inherente al tema y deberá ser considerada dentro de las estrategias propuestas. En este sentido, destaco la observación que hace Couch [5] al respecto cuando afirma que “si la probabilidad y las variables aleatorias son temas nuevos para usted, pronto se dará cuenta de que para entenderlas necesitará muchas definiciones nuevas que se presentan. Es

importante memorizar estas definiciones a fin de tener un vocabulario que pueda usarse cuando converse con otros acerca de los resultados estadísticos. Además, usted deberá desarrollar el gusto por aplicar la ingeniería en estas definiciones y teoremas. De esta manera podrá entender el tema con facilidad”.⁵⁹

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, los contenidos seleccionados y la secuencia definida se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Secuencia de contenidos de la unidad Procesos Estocásticos*

PROCESOS ESTOCÁSTICOS
SUBTEMAS
Definiciones iniciales: estocástico, aleatorio, azar
Experimentos aleatorios. Características
Espacios muestrales. Probabilidad discreta
Variables aleatorias
Función acumulativa y de densidad de probabilidad
Medidas estadísticas: el operador esperanza matemática
Medidas en una variable: media, media cuadrática, varianza.
Medidas en dos variables: correlación, covarianza.
Procesos aleatorios: el tiempo como variable.
Medidas: autocorrelación, autocovarianza.
Procesos estacionarios y ergódicos
Densidad espectral de potencia
Medición de potencia
Procesos aleatorios a través de sistemas LIT
Teorema del límite central: procesos gaussianos

4.3.3 Estrategias propuestas y evaluación de la unidad

Como estrategia transversal para desarrollar el contenido de la unidad se propone el aprendizaje colaborativo basado en un proyecto de aula. Alrededor de ésta se manejan otras estrategias de enseñanza y de aprendizaje como son: organizadores previos, objetivos, preinterrogantes, analogías, preguntas intercaladas, pistas discursivas y resúmenes (Tabla 3). Como se discutirá en el siguiente capítulo, el aprendizaje colaborativo favorece el uso de diferentes tipos de estrategias organizativas [11] tales

⁵⁹ COUCH, Leon W. *Sistemas de Comunicación Digital y Analógicos*. 5ª edición. México : Pearson Educación, 1997. p. 634.

como la interacción, comunicación, cooperación, socialización y el intercambio de experiencias. A nivel cognitivo, la Tabla 3 también presenta algunas estrategias respondiendo a las preguntas ¿cuáles usar? y ¿para qué contenido usarlas?

Tabla 3. Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la unidad Procesos Estocásticos

PROCESOS ESTOCÁSTICOS			
SUBTEMAS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y DE APREDIZAJE	ESTRATEGIAS COGNITIVAS	E. O.*
Definiciones iniciales: estocástico, aleatorio, azar	Organizador previo Objetivos	Activación de conocimientos previos	Proyecto transversal: <i>Entrenador en procesos estocásticos aplicados a las comunicaciones</i>
Experimentos aleatorios. Características	Preguntas intercaladas Analogías	Procesamiento de la información Activación de la creatividad	
Espacios muestrales. Probabilidad discreta	Pistas discursivas Preinterrogantes	Activación de conocimientos previos	
Variables aleatorias	Pistas discursivas Analogías Preguntas intercaladas	Activación de procesos cognitivos Activación de la creatividad	
Función acumulativa y de densidad de probabilidad	Preguntas intercaladas	Organización y comprensión de contenidos y procesos	
Medidas estadísticas: el operador esperanza matemática	Pistas discursivas Analogías	Procesamiento de la información Organización de contenidos	
Medidas en una variable: media, media cuadrática, varianza.	Preguntas intercaladas Analogías	Activación de procesos cognitivos Resolución de problemas	
Medidas en dos variables: correlación, covarianza.	Pistas discursivas Resumen	Procesamiento de la información Resolución de problemas	
Procesos aleatorios: el tiempo como variable.	Organizador previo Objetivos Analogías	Verificación de logros Comprensión de contenidos y procesos	
Medidas: autocorrelación, autocovarianza.	Preguntas intercaladas	Activación de procesos cognitivos Resolución de problemas	
Procesos estacionarios y ergódicos	Pistas discursivas Preguntas intercaladas	Comprensión de contenidos y procesos.	
Densidad espectral de potencia	Analogías	Activación de procesos cognitivos Activación de la creatividad	
Medición de potencia	Preguntas intercaladas	Resolución de problemas	
Procesos aleatorios a través de sistemas LIT	Pistas discursivas Analogías Preguntas intercaladas	Activación de conocimientos previos Resolución de problemas	
Teorema del límite central: procesos gaussianos	Analogías Resumen	Comprensión y organización de contenidos	
<i>Fin de la unidad</i>	-	Retroalimentación Resolución de problemas	

En cuanto a la evaluación, se debe tener claro que ésta está plenamente integrada tanto a los procesos de enseñanza y aprendizaje, como al diseño curricular [11].

* Estrategias organizativas.

Además, concebir el aprendizaje como una construcción y no como una acumulación de conocimientos implica que el proceso y el concepto mismo de evaluación no puede ser el mismo que el de hace unos años. Se pueden obtener algunas pautas para diseñar las estrategias de evaluación respondiendo las siguientes preguntas [11]:

- ¿Qué y cómo se enseñó?
- ¿Qué nivel de desarrollo cognitivo o cambio conceptual espera que hayan logrado los estudiantes?
- ¿De qué manera se puede integrar y aplicar lo aprendido?
- ¿Qué información se requiere para direccionar los futuros aprendizajes?
- ¿Qué información se requiere para direccionar las futuras mediaciones?
- ¿Cómo se pretende regular, orientar y autocorregir la acción educativa a partir de la evaluación?
- ¿Cómo se divulgarán los resultados del proceso para ser retroalimentados por la institución?
- ¿Cómo abarcar todos los ámbitos del aprendizaje, y no sólo las conductas o rendimientos observables?
- ¿Se tienen en cuenta, además del proceso de aprendizaje de los estudiantes, otras variables como las características del docente, los materiales de estudio, los recursos, las relaciones, los espacios físicos, etc.?

Finalmente, y respondiendo a estas preguntas, se proponen tres estrategias de evaluación, que se discutirán ampliamente en el próximo capítulo, pero que se resumen en la Tabla 4 en diagnóstica, formativa y sumativa. En el caso del proyecto de curso se plantean varios momentos de evaluación formativa a lo largo de su desarrollo (ver capítulo 5), y se proponen también evaluaciones sumativas para cada una de sus fases.

Tabla 4. Estrategias de evaluación

SUBTEMAS	ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN
Definiciones iniciales: estocástico, aleatorio, azar	Diagnóstica. Conceptos previos de probabilidad y estadística. Prejuicios acerca del tema de la unidad.
Experimentos aleatorios. Características Espacios muestrales. Probabilidad discreta	Formativa. A través de analogías y ejemplos. Retroalimentación de una lluvia de ideas
Variables aleatorias Función acumulativa y de densidad de probabilidad	Diagnóstica. Sondeo de conocimientos relacionados con los temas tratados en la unidad Formativa. A través de ejemplos
Medidas estadísticas: el operador esperanza matemática Medidas en una variable: media, media cuadrática, varianza. Medidas en dos variables: correlación, covarianza.	Formativa. Proponer ejercicios y contextualizar problemas. Discusión de resultados. Sumativa. Dar una valoración cuantitativa a algunos de los trabajos realizados
Procesos aleatorios: el tiempo como variable. Medidas: autocorrelación, autocovarianza.	Diagnóstica. Sondeo de opiniones respecto al desarrollo de la unidad. Formativa. Proponer ejercicios y contextualizar problemas. Discusión de resultados.
Procesos estacionarios y ergódicos Densidad espectral de potencia Medición de potencia Procesos aleatorios a través de sistemas LIT	Formativa. Proposición de problemas en el contexto de las telecomunicaciones.
Teorema del límite central: procesos gaussianos	Diagnóstica. Conocer las relaciones que los estudiantes establecen entre los conocimientos ya elaborados y la unidad siguiente: ruido.
<i>Fin de la unidad</i>	Sumativa. Examen escrito de la unidad

5. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN: FORMANDO PROFESIONALES AUTÓNOMOS

*“Lento pero viene
el futuro real
el mismo que inventamos
nosotros y el azar
cada vez más nosotros
y menos el azar”
Mario Benedetti*

Como se ha venido discutiendo en los capítulos precedentes, hoy en día se reconoce que uno de los objetivos fundamentales de la enseñanza es lograr que el estudiante aprenda a aprender, es decir, favorecer en ellos el desarrollo de su autonomía, independencia y la capacidad de autorregular su propio proceso de aprendizaje, siendo el papel del docente el de mediador en este proceso. Por otra parte, dentro del diseño didáctico de la unidad *Procesos Estocásticos* en el curso de *Teoría de Comunicaciones*, que se expuso en el capítulo anterior, se plantea un proyecto de curso como parte fundamental del desarrollo de dicha unidad. Todo esto converge en la necesidad de plantear estrategias que permitan desarrollar todo este proceso y al mismo tiempo llevar a cabo la no menos difícil tarea de evaluarlo.

Si bien los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación son distintos, están tan relacionados entre sí que en ocasiones será difícil definir en qué ámbito está circunscrita una u otra estrategia, por lo cual, más que un énfasis en esta distinción, se tratará de enfocar la atención en algunas técnicas para trabajar por proyectos, que docentes y estudiantes pueden aprovechar para desarrollar su propia estrategia de

enseñanza y/o aprendizaje y al mismo tiempo se definirá una estrategia para la evaluación del proceso de aprendizaje* en la unidad que se está analizando.

¿Qué se entiende por estrategias de enseñanza y aprendizaje?

Para empezar es necesario aclarar que una estrategia se entiende aquí como un conjunto de técnicas usadas con intencionalidad para lograr un resultado deseado y en este sentido deben emplearse como “procedimientos flexibles y adaptativos (nunca como algoritmos rígidos) a distintas circunstancias”⁶⁰. En el ámbito educativo, el uso de estrategias (tanto de enseñanza como de aprendizaje) está orientado a promover aprendizajes significativos de los contenidos curriculares. En el caso de las estrategias de enseñanza, se hace énfasis en el diseño, programación, elaboración y presentación de los contenidos a aprender. Y es precisamente en la presentación de los contenidos donde el docente debe hacer explícita su intención, con el fin que el estudiante no sólo la conozca, sino se apropie de ella, la aproveche y la adapte para lograr autorregular su aprendizaje, es decir, que el estudiante adquiera un *conocimiento estratégico*⁶¹. En cuanto a las estrategias de aprendizaje, son procedimientos que se enfocan a la adquisición de habilidades empleadas “de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas”⁶².

En pocas palabras, se trata de que docentes y estudiantes sepan cuándo, dónde, por qué y para qué será útil o no el uso un determinado procedimiento para alcanzar sus

* Esto no significa que el proceso de enseñanza esté exento de ser evaluado, como se verá más adelante.

⁶⁰ DÍAZ, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista. México: McGrawHill. 1999. p 70.

⁶¹ En este sentido, Monereo [22] considera que el conocimiento estratégico es la base de toda estrategia.

⁶² Ibid. p. 115.

objetivos de enseñanza y/o aprendizaje⁶³, es decir, se trata de ser enseñantes y aprendices estratégicos, formando y siendo formados para la autonomía. En este sentido, a continuación se presenta la justificación de cada una de las estrategias propuestas en el capítulo anterior para desarrollar la unidad y que se resumen en la Tabla 3. La estrategia de aprendizaje colaborativo basado en proyectos se discutirá en forma separada en las secciones siguientes.

a) Subtema. Definiciones iniciales: estocástico, aleatorio, azar

El uso del organizador previo pretende dar una visión global al estudiante del contexto en el que se aplicarán los conceptos construidos en la unidad, en particular, relacionándolos con el ruido externo presente en los sistemas de comunicaciones. Por otra parte, se plantean los objetivos de la unidad con el fin de fijar la atención de los estudiantes y tener un marco de referencia común sobre el cuál se desarrollará la didáctica del curso.

Aplicando la estrategia de lluvia de ideas, primero en pequeños grupos y luego con todo el curso se indagará acerca de aquello que los estudiantes ya conocen respecto a probabilidad y estadística, tratando de relacionar cada concepto con el contexto de las comunicaciones.

b) Subtema. Experimentos aleatorios. Características

Tratando de fijar la atención en el tema, se harán preguntas intercaladas que favorezcan la retención y permitan situar en contexto la discusión. Las preguntas estarán asociadas principalmente a proponer ejemplos o plantear situaciones en las que se evidencien o no las características necesarias para que un experimento sea

⁶³ No sólo se trata de aprender estrategias, sino también de desaprender aquellas que ya no se puedan adaptar a ciertas necesidades.

aleatorio. Como refuerzo, a través de analogías se establecerán relaciones con algunos conceptos construidos en otros cursos y otros contextos.

Se buscará que los estudiantes procesen la información recibida, por medio de algún resumen, y que activen la creatividad proponiendo ellos mismos los ejemplos y analogías, y valorando la opinión de sus compañeros.

c) Subtema. Espacios muestrales. Probabilidad discreta

A través de preguntas iniciales se intentará construir el concepto de espacios muestrales, o bien se propondrá como parte del desarrollo de la actividad. En cualquier caso, se darán las definiciones en un lenguaje matemático apropiado para un estudiante de ingeniería, resaltando los elementos relevantes del contenido por aprender, como son: la noción de conjunto y de espacio vectorial asociada a los espacios muestrales, y la relación que éstos tienen con los conceptos previos relacionados con probabilidad discreta.

d) Subtema. Variables aleatorias

El discurso se centra inicialmente en hacer claridad en la definición de variable aleatoria, como **función** para distinguirla del concepto de variable que habitualmente se construye en matemáticas. Por medio de analogías y ejemplos que los estudiantes propongan se irá dando claridad al respecto. Lluvias de ideas, preguntas y proponer algunos problemas serán estrategias que los estudiantes emplearán para estudiar el concepto y las operaciones asociadas. La comprensión de dichas operaciones se apoyará en parte en los conocimientos previamente activados.

e) Subtema. Operador esperanza matemática y medidas estadísticas

El tema será guiado por medio de preguntas intercaladas y problemas que a su vez estén en directa relación con las situaciones que más adelante se presentarán, pero que desde ese momento el estudiante deberá tener presentes. Se pueden establecer analogías con las medidas que se hacen de señales determinísticas, enfatizando en las diferencias entre unas y otras, especialmente en lo relacionado con su ámbito de aplicación.

f) Subtema. Procesos aleatorios: el tiempo como variable

Al incorporarse el tiempo como parte de la definición de una variable aleatoria, un nuevo organizador previo permitirá hacer distinción entre los temas discutidos hasta el momento y su utilidad, y la idea de proceso aleatorio o estocástico. Se retoman los objetivos propuestos inicialmente y se valora hasta qué punto se han cumplido, de manera que se verifiquen logros y mediante algún tipo de evaluación formativa se pueda medir el grado de comprensión de los contenidos que se discuten en este subtema.

g) Subtema. Procesos estacionarios y ergódicos. Mediciones estadísticas

La resolución de problemas será la estrategia fundamental, pues en este punto las aplicaciones que se le pueden dar a los conceptos elaborados guardan estrecha relación con los contenidos del curso y por medio de preguntas intercaladas se puede situar al estudiante y proponer que profundice en el tema.

Los subtemas finales se pueden orientar de manera similar, planteando la posibilidad de elaborar un resumen final o un mapa conceptual de la unidad con el fin de propiciar un espacio para desarrollar competencias en organización de conceptos y de lecto-escritura, siempre y cuando sea posible retroalimentar esta actividad, es decir, se cuente con el tiempo necesario para desarrollarla. De lo contrario, dicha actividad se puede postergar para el momento en que se desarrolle la unidad de *ruido*.

5.1 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA CONTEXTUALIZAR EL CONOCIMIENTO

Si hay algo que define la idea de aprendizaje significativo es precisamente que éste tenga sentido para el sujeto y pueda entrar a formar parte de su estructura cognoscitiva de tal manera que los conceptos asociados a este aprendizaje puedan ser empleados bien sea para aprender (o desaprender) otros conceptos (saber conocer) o para interpretar, comprender o actuar frente a una situación (saber hacer). El aprendizaje basado en proyectos es entonces una estrategia que centra su interés en el saber hacer, sin desconocer, claro está, los otros pilares de la educación que plantea DeLors [9] pues como veremos, por ejemplo, el saber convivir resulta fundamental para el éxito de esta estrategia.

ASPECTOS PSICOLÓGICOS

¿Qué es el aprendizaje basado en proyectos?

Si bien el enfoque constructivista de esta estrategia es relativamente nuevo, su origen se puede remontar a la “organización de la enseñanza agrícola en los EE.UU., y fue conceptualizado y sistematizado por Kilpatrick (1918) como un procedimiento dinámico de organizar la enseñanza mediante actividades con verdadero sentido vital para los estudiantes”⁶⁴. En este sentido un proyecto se entiende como “un plan de trabajo integrado y libremente elegido cuyo objetivo es realizar un conjunto de

⁶⁴ TOBÓN T., Sergio. Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá : Ecoe. 2004. p. 127.

acciones enmarcadas en la vida real que interesan tanto a los estudiantes como al docente, por lo cual despiertan el entusiasmo en torno a su ejecución”⁶⁵.

Sin embargo, los proyectos no se deben confundir con el método de trabajo libre, pues se supone que éste último es “más provechoso para los alumnos que poseen gran capacidad y buena preparación en el área por cubrir, ya que es menos probable que esos alumnos se vean anonadados por las dificultades que encuentren”⁶⁶. En cambio, en los proyectos el papel mediador y orientador del docente es fundamental desde la formulación hasta la evaluación del trabajo.

¿Cuáles son los propósitos del aprendizaje basado en proyectos?

Según Tobón [30], éstos se pueden resumir en:

- Permitir la formación sistemática de competencias al relacionar procesos cognitivos y metacognitivos con habilidades y destrezas procedimentales y actitudinales.
- Traer los problemas de la realidad al aula para vincularlos a los intereses de los estudiantes.
- Aprender a comprender y a construir la realidad a partir de problemas que enfrenten al estudiante con la necesidad de proponer estrategias en medio de la incertidumbre.

De esta manera, para plantear proyectos se debe tener en cuenta que:

- El estudiante debe conocer qué competencias se pretenden formar a través del proyecto.

⁶⁵ Ibid. p. 127.

⁶⁶ McKEACHI J., Wilbert. Métodos de enseñanza.

- Se debe realizar un plan de acción para llevar a cabo el proyecto y definir claramente cuál debe ser el papel del docente (hasta dónde llega u orienta al estudiante) en la elaboración de este plan.
- Definir el papel del docente como mediador.
- Definir los contenidos que sirven de apoyo al proyecto.

ASPECTOS DIDÁCTICOS Y PEDAGÓGICOS

Como estrategia de enseñanza, los proyectos se pueden considerar CO o POSINSTRUCCIONALES y permiten mejorar las conexiones externas. Como estrategia de aprendizaje, según la clasificación de Pozo [25]:

- Proceso: aprendizaje significativo
- Tipo de estrategia: elaboración
- Finalidad u objetivo: procesamiento complejo

Sin embargo, la clasificación propuesta por Pozo se queda corta en cuanto al tipo de estrategia y su finalidad, pues los proyectos no son sólo una estrategia de elaboración, sino que permiten contextualizar lo aprendido.

Según la clasificación de Alonso [1], según el tipo de material que ha de aprenderse se pueden asociar a:

- Información factual. Se puede dar el caso en que el proyecto consista en seguir un procedimiento descrito previamente. Ejemplo: presentar una licitación (aunque la elaboración requiere aprender información conceptual).
- Información conceptual. Cuando el proyecto requiere aplicar conceptos previos y enlazarlos para alcanzar el objetivo propuesto. Ejemplo: elaborar el plan técnico para una emisora.

Se puede deducir, a partir de lo que se ha planteado hasta el momento que se pueden proponer estrategias que involucren simultáneamente la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo con los proyectos de aula, con el fin de enriquecer las experiencias de los estudiantes y al mismo tiempo crear un ambiente propicio para la formación integral de los estudiantes. Por lo tanto, se pueden formular proyectos donde se fomente el aprendizaje colaborativo, es decir, que éstos no se resuelvan individualmente; pero tampoco polarizados en pequeños grupos que finalmente desconocen el fruto del trabajo de los otros perdiendo así la posibilidad de generar una sinergia mayor. Por otra parte, un proyecto se puede apoyar en la estrategia de resolución de problemas de manera que sea integrador y contextualice verdaderamente lo aprendido. Por lo tanto se puede resumir el uso de las estrategias así:

- Aprendizaje por proyectos → Estrategia de enseñanza
- Aprendizaje colaborativo → Estrategia de aprendizaje
- Resolución de problemas → Soporte a la formulación de los proyectos

5.2 UNA PROPUESTA PARA EL APRENDER ACERCA DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS MEDIANTE UN PROYECTO

La siguiente es la propuesta de proyecto de aula para la unidad *Procesos Estocásticos*, donde se resumen las fases y actividades que se van a desarrollar en paralelo con la discusión del tema en clase.

Título

Proyecto para el aprendizaje basado en problemas: *“Entrenador en procesos estocásticos aplicados a las comunicaciones”*

Problema a resolver

Desarrollar una herramienta que permita entrenar a los usuarios en los diversos temas relacionados con los *procesos estocásticos* aplicados a las comunicaciones.

Objetivos generales

- Mejorar el ambiente de interdependencia positiva en los equipos – Aprender a aprender.
- Incentivar al estudiante para estudiar y al mismo tiempo aplicar por su propia cuenta conceptos fundamentales de las comunicaciones modernas, concretamente, los relacionados con modelos probabilísticos de las señales usadas en las comunicaciones, conduciendo de esta manera hacia la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias en el campo.
- Construir competencias científicas y de ingeniería proponiendo soluciones originales al problema planteado

Se propone dividir el proyecto en tres fases: una fase de adaptación y 2 fases principales.

Fase 0: De Adaptación

Para esta primera fase, cada uno de los estudiantes se dedicará a realizar una tarea específica. Al finalizar la fase de adaptación, cada grupo pondrá en común los conceptos estudiados con el fin de hacer una retroalimentación positiva de todo el tema.

Estudiante 1

Usando Simulink de Matlab o bien comandos de Matlab, obtener la curva de una de las siguientes Funciones de Densidad de Probabilidad $f_Y(y)$ de una variable aleatoria Y:

- Distribución gaussiana
- Distribución de Rayleigh
- Distribución de Rician

- Distribución de Erlang
- Distribución de Poisson
- Distribución de Neal-Wilkinson
- Distribución Binomial
- Distribución de Engset
- Distribución de Pollazec

OPCIONAL:

- Obtener la curva de más de una función.
- Calcular la Función de Distribución acumulativa a partir de la Función de Densidad de Probabilidad elegida en el punto anterior.
- Calcular la media, el valor cuadrático medio y los momentos centrales (varianza y desviación estándar) de la variable aleatoria ya sea a partir de la Función de Densidad de Probabilidad o de la Función de Distribución Acumulativa
- Desarrollar los puntos anteriores con una Función de Densidad Conjunta o una Función de Distribución Acumulativa conjunta para el caso de dos variables aleatorias X, Y
- Para las variables X, Y del punto anterior calcular los momentos conjuntos: correlación, covarianza, coeficiente de correlación.

Estudiante 2

Usar Simulink de Matlab para:

Capturar, visualizar señales de voz, procesar (filtrar y cuantizar) y luego escuchar la señal resultante.

Crear un generador de diversos tipos de señales: ruido blanco, señal AM o señal FM, onda binaria aleatoria o pseudoaleatoria, onda senoidal con fase aleatoria, y permitir la mezcla (aditiva) de estas señales.

Brindar la posibilidad de aplicar modulación AM o FM a señales aleatorias

Obtener la transformada de Hilbert (cuadratura) de cualquiera de las señales generadas

Obtener Función de Densidad de Probabilidad o la Función de Distribución Acumulativa de las variables aleatorias representadas por algunos parámetros (ejemplo: amplitud, fase, frecuencia) de las señales generadas

Estudiante 3

Usar Simulink de Matlab para:

Disponer de dos señales de voz que se usarán como dos procesos aleatorios $X(t)$ y $Y(t)$.

Brindar la posibilidad de hallar los periodogramas de esos procesos o bien su Transformada de Fourier.

Hallar las funciones de autocorrelación $R_X(\tau)$, $R_Y(\tau)$ y correlación cruzada $R_{XY}(\tau)$.

Hallar las Densidades Espectrales de Potencia $S_X(f)$, $S_Y(f)$ y $S_{XY}(f)$.

Mostrar una comparación entre Densidades espectrales y Transformada de Fourier o Periodograma.

Estudiante 4

Usar Simulink de Matlab para:

Demostrar que un proceso aleatorio está compuesto de funciones muestra.

Demostrar que en un proceso aleatorio no estacionario características como la media o la varianza varían con respecto al tiempo.

Fase I: De Acople

Demostrar que en un proceso aleatorio no estacionario las características estadísticas (la Función de Densidad de Probabilidad, la Función de Distribución Acumulativa, la media, la varianza, etc.) varían con respecto al tiempo, mientras que esto no ocurre en un proceso estacionario.

Hallar la Función de Distribución de unión entre dos momentos de tiempo (t_1 y t_2) de un proceso aleatorio.

Hallar la autocorrelación en un proceso aleatorio. Hallar la correlación cruzada entre dos procesos.

Modelar el paso de un proceso aleatorio a través de filtros lineales e invariantes en el tiempo.

Demostrar propiedades relacionadas con procesos ergódicos.

Fase II: De Presentación

Con todas las herramientas reunidas, crear un juego que permita evaluar los conocimientos del tema a los usuarios del programa.

Forma de trabajo:

Dentro de cada grupo de cuatro (4) estudiantes, se nombrará un coordinador que velará porque se cumplan las siguientes actividades:

Preliminar:

Cada grupo entregará una hoja presentando a sus integrantes, definiendo sus funciones (estudiante 1, 2 3 y 4 – Ver fase de adaptación) y adicionalmente se identificará al coordinador de grupo encargado de funciones logísticas y de velar por el normal desarrollo del proyecto.

Control de avance:

El grupo elaborará un informe de cuatro (4) páginas en el que **resume** los conceptos e ideas relacionadas con el desarrollo de cada fase del proyecto. El coordinador se encargará de entregar el resumen y en un disquete el avance en Matlab/Simulink.

Entrega final de fase:

Cada grupo entrega un disquete con los modelos y programas, y un archivo de texto donde se explique la forma de utilizarlos y la versión de Matlab empleada. Se definirá una fecha para la sustentación del proyecto.

Forma de evaluación▪ **Fase 0.**

Control de avance: prueba escrita individual, asociada al tema designado a cada estudiante (heteroevaluación).

Entrega final: proceso de grupo y sustentación (autoevaluación y heteroevaluación).

▪ **Fase 1.**

Control de avance: informe (desarrollo de competencias de lecto-escritura).

Entrega final: sustentación. Se hará por pares de grupos (coevaluación).

▪ **Fase 2.**

Control de avance: informe (desarrollo de competencias de lecto-escritura).

Entrega final: sustentación individual (heteroevaluación) y de grupo (coevaluación).

En cada fase se valorará el trabajo adicional y se harán concursos parciales que entregarán los siguientes premios adicionales a la nota del proyecto por logros destacados*:

Primer puesto: 30 decibelios

Segundo puesto: 20 decibelios

Tercer puesto: 10 decibelios

La fase II tendrá el doble de ponderación y los mejores trabajos participarán en un concurso general que dará los siguientes premios.

Primer puesto: 50 decibelios

Segundo puesto: 40 decibelios

Tercer puesto: 30 decibelios

* El valor del decibelio se concertará con los estudiantes dentro de algún rango definido por el docente.

Criterios que se tendrán en cuenta en la evaluación:

- Logro de objetivos
- Creatividad
- Dominio de todos los conceptos
- Trabajo en equipo
- Ambiente amigable
- Confiabilidad

5.3 LA EVALUACIÓN COMO EJE DINAMIZADOR DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Una vez analizadas las alternativas a nivel de estrategias de enseñanza y aprendizaje de los *procesos estocásticos* que redunden en un mayor aprovechamiento del trabajo dentro y fuera del aula, y en una mejor comprensión de este concepto complejo, es necesario abordar un aspecto no menos importante (debería decir *indispensable*), que es el de la evaluación. Entendida ésta como un proceso continuo, estará presente en cada uno de los momentos asociados a las estrategias propuestas y tendrá, como se verá más adelante, objetivos claramente definidos por el docente y conocidos desde el primer momento por los estudiantes.

De este proceso, todos los agentes involucrados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje deben salir beneficiados, por un lado los estudiantes porque cuentan con retroalimentación oportuna y significativa acerca de sus propios logros y avances en la comprensión de un concepto que si bien es complejo, poco a poco se ha ido explorando en sus elementos y las relaciones existentes entre ellos. Además, las mediciones (calificaciones) obtenidas serán una escala de valor con sentido y representativa de una serie de indicadores que le permiten al estudiante detectar sus propias fortalezas y debilidades. Por otra parte, los docentes cuentan con información

valiosísima acerca de sus estudiantes y de su propio desempeño si se tiene en cuenta que como resultado de cada etapa del proceso de evaluación es posible señalar aspectos claves de las estrategias empleadas que se deben reforzar, mejorar, modificar o simplemente desechar. Además, como señala Gronlund [9], dada la tremenda influencia que tienen los resultados de la evaluación en las vidas de los estudiantes, no debe hacerse a la ligera, sin orden ni planeación; por el contrario debe ser el producto de una preparación responsable, consistente y adaptada a las necesidades y propósitos de cada curso⁶⁷.

Finalmente, la evaluación, como todo lo anterior, debe estar ajustada a las políticas de la institución de manera que también aporte elementos de juicio para que se realicen los ajustes necesarios y se tomen las medidas pertinentes para mantener la vigencia de sus programas y el perfil deseado de sus profesionales.

De esta manera, y respondiendo inicialmente a las preguntas ¿qué es y para qué evaluar? se puede intentar⁶⁸ responder al ¿cómo?, y así definir los principios que deben regir a la evaluación.

5.3.1 ¿Qué es evaluación?⁶⁹

Partiendo de una definición como la de P.D. Lafourcade quien dice que la evaluación es “la etapa del proceso educativo que tiene como finalidad **comprobar**, de manera

⁶⁷ En este sentido, la planeación de la evaluación no significa que la *forma* diseñada al inicio del semestre sea inalterable; por el contrario, ésta se debe ir adecuando a las condiciones propias de cada curso.

⁶⁸ Al decir *intentar* me estoy refiriendo a que cualquier estrategia de evaluación que se proponga es imperfecta e inacabada, lo cual significa que siempre será susceptible de ser mejorada o reemplazada.

⁶⁹ Concepto elaborado con base en el resultado del uso de la herramienta ND4 en el seminario *La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral*, orientado por Ruby Arbeláez. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005.

sistemática, en qué **medida** se han logrado los objetivos propuestos con antelación”⁷⁰ se podría asociar evaluación simplemente a medición. Sin embargo, esta definición y la de muchos otros autores citados en [1], en realidad van más allá, pues la evaluación, como parte integral de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, implica emitir juicios, valorar y, más aún, retroalimentar con el fin de diagnosticar, interpretar, guiar en la toma de decisiones sobre los mismos procesos y reconocer la calidad de los logros alcanzados.

A la evaluación la integran: información, argumentos y juicios, así como normas, concepciones, creencias y opiniones, e involucra la integración de elementos personales, institucionales y del entorno. Por medio de ella se busca conocer los procesos actuales y verificar la utilidad de las estrategias empleadas en el aula. También, a través de las evaluaciones diagnósticas, se puede hacer el reconocimiento de las ideas previas, errores conceptuales e ideas alternativas que sirven de punto de partida dentro del proceso pedagógico.

Ya que los docentes, encargados de dirigir los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y los mismos estudiantes como protagonistas de dichos procesos, son los responsables de poner en práctica los mecanismos de evaluación, y más aún, de aprovechar y reinterpretar los resultados de ésta; la estrategia (de evaluación) que se defina debe permitir que la relación docente/estudiante se dinamice, evitando las presiones indebidas y el mal ejercicio del poder por parte del docente, y logrando que el estudiante trascienda su interés por la medición hacia el proceso completo de evaluación. Sin embargo, no se debe desconocer que se evalúa en el marco de políticas institucionales y directrices provenientes del mismo Ministerio de Educación, por lo que se deben ajustar las estrategias a estos lineamientos, con el fin de obtener información que, más allá de una calificación, provea elementos

⁷⁰ LAFORCADE, Pedro D. En: ARBELÁEZ, Ruby. La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005. p. 20.

informativos y valorativos útiles para dinamizar y mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, siendo una herramienta eficaz, eficiente y efectiva.

De cualquier forma, como resultado de la evaluación, en la mayoría de los casos se espera una acreditación o certificación, lo cual constituye una de las principales causas de tensión y nerviosismo por parte del evaluado, e incluso, reduciéndose a la medición, se convierte en el mecanismo de motivación más inmediato que encuentran tanto docentes como estudiantes para “dinamizar” la labor dentro del aula. Sin embargo, como ya se ha mencionado, al ser la evaluación un proceso continuo que exige constante retroalimentación, no se puede limitar a los resultados de la medición ni a los instrumentos que permiten obtenerlos, sino que se debe considerar como un constante devenir del cual sacan provecho todos los agentes que participan del proceso⁷¹.

Dentro del sinnúmero de instrumentos (preguntas y respuestas orales y escritas, exposiciones, ensayos, de libro abierto⁷², etc.), estrategias (heteroevaluación, coevaluación, autoevaluación) y orientaciones (por normas, por objetivos, por competencias, etc.) de evaluación, se deben adoptar aquellos que se adapten a las condiciones del curso sin quedarse en la forma sino llegando al fondo del mecanismo escogido, para lo que se debe reconocer, como ya se mencionó, que la evaluación tiene que ser una actividad **planificada** y no producto del ensayo y el error, sin dejar de lado que la constante realimentación también permite reorientar el camino inicialmente trazado, siempre y cuando se cumplan sus fines esenciales de medición, explicación y valoración.

⁷¹ En muchos casos las propias instituciones desconocen los mecanismos de evaluación empleados por sus docentes y los resultados que de ella se obtienen, lo cual les impide desarrollar políticas claras y coherentes con la realidad que se vive en su interior.

⁷² Ver: ARBELÁEZ, Ruby. La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. CEDEDUIS, Bucaramanga. 2005. p. 68-73.

Finalmente, y considerando que, aunque la evaluación es necesaria como mecanismo de control, y en algunos casos de categorización, se debe evitar caer en el error de promover procesos de evaluación alienantes, centrados en la memoria, o como ya se mencionó, como medio de ejercicio del poder. En este sentido se debe tener claro que la evaluación, no es un mecanismo de represión, castigo o premio, ni es en sí la acreditación o la promoción a que puede dar lugar, ni constituye en sí la esencia de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sino que es una parte de éstos, que permite ir más allá de la simple calificación y cuantificación para así detectar los progresos y las fallas en el aprendizaje, centrándose hoy en día en competencias cognitivas, por superación de las evaluaciones integrales en las cuales se toman en cuenta las actitudes y habilidades. De esta manera se concluye, como en [1], que la evaluación es una fuerza dinamizadora de los procesos de E/A y de la formación integral.

5.3.2 ¿Para qué evaluar?

Entre otras cosas, se evalúa para la reinterpretar y mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. A su vez, los resultados de la evaluación permiten realizar un pronóstico del desempeño de los estudiantes en los ciclos siguientes y verificar el cumplimiento de los propósitos, sin dejar de lado su carácter seleccionador para promover a los estudiantes a fases siguientes de su formación, y contar con elementos para el análisis de los currículos y las estrategias pedagógicas. Todo este proceso debería ser garantía de que las personas formadas contribuyan eficientemente al desarrollo y la solución de problemas de la comunidad.

En el caso concreto de la unidad *procesos estocásticos*, se pueden sintetizar las funciones de la evaluación así⁷³:

⁷³ Ibid. p. 22-24.

Para el estudiante

- Motivar el aprendizaje de la teoría de probabilidad y estadística identificando los logros y fallos con su aplicación directa al estudio y análisis de los sistemas de comunicaciones.
- Fijar el aprendizaje mediante estudios de casos donde diferentes situaciones problemáticas, de carácter cotidiano, hagan necesario realizar un análisis probabilístico y/o estadístico, revisando los conceptos claves que tienen aplicación directa en el estudio de sistemas de comunicaciones.
- Retroalimentar los resultados con el docente y contrastarlos con lo planteado en la bibliografía propuesta, adoptando una actitud que, independientemente de calificaciones parciales, propenda por superar las deficiencias detectadas a tiempo.
- Esforzarse más por superar las dificultades detectadas en la comprensión del tema, buscando el apoyo necesario, reforzando los aspectos en los que el aprendizaje no haya sido el esperado, y compartir las fortalezas con otros estudiantes, de manera que se propicie un ambiente de interdependencia positiva.
- Mantener centrada la atención en el tema principal, que es la teoría de comunicaciones, viendo en los *procesos estocásticos* un escalón que, bien fundamentado, permite ascender más fácilmente hacia metas claras.

Para el docente

- Reconocer en qué medida se van logrando los objetivos propuestos en la unidad en aras de articularlos con los de la asignatura.
- Tomar medidas oportunas cuando se identifican las causas que pueden haber impedido alcanzar las metas parciales dentro de la unidad y de ser necesario replantear objetivos.
- Aprovechar la experiencia de procesos de evaluación de grupos anteriores para evitar estrategias que estancuen la dinámica del curso.

- Proporcionar herramientas para reforzar aquellos aspectos en los que se han detectado debilidades dentro del grupo (sistemas de simulación, revisión de otras fuentes bibliográficas, realizar más estudios de casos contextualizados) y de ser posible proponer alternativas para situaciones individuales que también se hayan podido identificar.
- Reforzar las estrategias que hasta el momento hayan resultado adecuadas en el proceso de enseñanza para lograr los aprendizajes deseados.
- Entregar y retroalimentar oportunamente los resultados del proceso de aprendizaje.
- Otorgar una correspondencia justa entre el logro de los objetivos planteados por parte del docente (o la construcción de las competencias deseadas por parte del estudiante) y la calificación asignada.
- **Planear** todas las actividades teniendo claridad en cuanto a la experiencia de aprendizaje que se desea lograr.
- Conocer mejor a los estudiantes y los diferentes estilos de aprendizaje presentes dentro del grupo con el fin de brindarles oportunidades más equitativas de demostrar sus logros y de identificar sus deficiencias.

Para la institución

- Verificar la correspondencia entre las acciones docentes y las políticas de la institución (a nivel de evaluación).
- Realizar una reflexión continua sobre la validez de las estrategias propuestas, sus implicaciones y su impacto sobre calidad de la formación de sus estudiantes.
- Analizar posibles reformas curriculares que permitan solucionar problemas que se salen de la competencia del docente (intensidad horaria, prácticas de laboratorio, etc.).
- Difundir los resultados positivos y negativos a nivel de prácticas pedagógicas como forma de retroalimentar la labor docente.

- Proponer la realización de talleres y foros sobre evaluación, orientados a discutir los problemas que más a menudo se han detectado en este sentido.

6. CONCLUSIONES

El aprendizaje se constituye en uno de los distintivos de la raza humana, y desde que nacemos no dejamos de aprender. En ese proceso median diversos factores y personas que hacen posible desarrollar nuestro potencial de aprendizaje para lograr una comprensión cada vez más completa del mundo, y de la manera de continuar transformándolo*. Así, a través de la educación formal se orienta este proceso en el que intervienen estudiantes en el rol principal de aprendices, y docentes, asumiendo el papel, no menos importante, de mediadores no sólo de los procesos de aprendizaje, sino de la formación de actitudes y valores necesarios para crear una conciencia social y ambiental que nos permita lograr un desarrollo sostenible a largo plazo.

A nivel universitario hemos visto que esto no es menos cierto, y por el contrario, la sociedad exige profesionales cada vez más integrales, trasladándose esta responsabilidad a la Universidad, a pesar de que ésta en su sentido más básico no está condicionada a estas exigencias [8], pero al estar inserta en una comunidad debe, de alguna manera, responder a ellas. De ahí que en el Proyecto Institucional de una institución de educación superior como la Universidad Industrial de Santander se plantee la necesidad de propender por una formación no sólo académica sino también humana, social, estética y cultural, en lo que se interpreta como una formación integral.

En ese sentido, se encontró que las Escuelas al interior de la Universidad, y en particular la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, plantean también ese compromiso con la formación integral de los futuros profesionales, el cual se debe ver reflejado en todo el currículo, aun en el oculto, para

* Nótese cómo nuestra capacidad de aprendizaje no nos hace necesariamente más inteligentes, pues vemos que muchas de las transformaciones que estamos haciendo al mundo nos están condenando a nuestra propia extinción.

que empiece a ser realmente efectivo. Y el currículo incluye, claro está, los planes de estudio, en los que los docentes tienen una participación directa y que a través de su accionar pedagógico se deben comprometer también con el cumplimiento de los objetivos de la formación en todas sus dimensiones, pues es ahí, en el aula, en el encuentro docente-estudiantes, donde se da el principal espacio para lograrlos.

Con esto en mente, el papel mediador del docente adquiere una connotación que hace notar la necesidad que el profesor universitario, más que un excelente científico o investigador, busque permanentemente convertirse en un excelente maestro. De ahí la importancia de compartir espacios de reflexión como los que se dan en el marco de una Especialización como esta, la de Docencia Universitaria, en la que además de prepararnos para ser mejores docentes, reconocemos la necesidad de ser permanentes aprendices.

Pasando ahora al plano cognitivo, situamos la asignatura *Teoría de Comunicaciones* dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, y en ella la unidad *Procesos Estocásticos*, que constituye el eje central para el análisis del ruido y la información en los sistemas de comunicaciones. Haciendo un análisis crítico a partir de la experiencia en el aula se encuentra que a la complejidad propia del tema, se suman diversos factores que hacen difícil el aprendizaje para los estudiantes, y menos efectivo el papel mediador del docente. Sin embargo, identificando las posibles causas y situaciones que desencadenan condiciones adversas para desarrollar los procesos de aprendizaje y enseñanza, se pueden plantear soluciones que son la base de una investigación-acción en el aula.

La reforma académica del programa de Ingeniería Eléctrica es el escenario propicio para llevar a la práctica los resultados aquí planteados pues, además de estar inspirada en los principios institucionales (ver ANEXO) que sugieren prácticas pedagógicas acordes con las intenciones de este trabajo, desde el punto de vista curricular, le abre un nuevo espacio a las telecomunicaciones y por lo tanto también a su estudio

probabilístico. Por esto, aunque la unidad se sigue enmarcando en el planeamiento del curso actual, las estrategias se proponen pensando en un espacio más amplio para su uso, y cada una respondiendo de alguna forma a las situaciones evidenciadas en el segundo capítulo.

Como estrategia transversal de enseñanza y aprendizaje para toda la unidad, la propuesta de trabajo colaborativo basado en proyectos promueve un desarrollo no sólo a nivel cognitivo, sino también social. Además, permite realizar una evaluación verdaderamente “dinamizadora de la formación integral”[2], a lo largo de todo el desarrollo de la unidad, facilitando al docente la retroalimentación oportuna de los resultados y ofreciendo al estudiante la oportunidad que contextualice lo aprendido. Y es que la eficacia de los resultados obtenidos del aprendizaje como práctica social y cultural depende en gran medida de las características de los contextos de interacción en los que se produce [25]. Dentro de los beneficios que se esperan del uso de esta estrategia, se pueden resaltar [19]:

- Mayor rendimiento y productividad de los estudiantes
- Mayor posibilidad de retención en la memoria de largo plazo
- Motivación intrínseca
- Motivación a lograr alto rendimiento
- Más tiempo dedicado a las tareas
- Un nivel superior de razonamiento y pensamiento crítico.
- Aumenta el espíritu de equipo y las relaciones solidarias.
- Fomenta el desarrollo social, integración, autoestima y sentido de la propia identidad.

De esta forma se puede pensar que como estrategia no sólo estimula el *aprender a aprender*, sino a través de proyectos, como se ha propuesto en este trabajo, también propicia el aprender a hacer, fomentando actitudes positivas hacia su profesión y

hacia los demás, situando al estudiante en un contexto en el que reconoce la importancia de aprender a convivir.

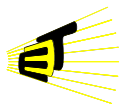
Además, el trabajo por proyectos pedagógicos de aula responde al propósito de construcción de la cultura que tiene la educación [18], y coincide con las estrategias que ha empleado la humanidad para construir su concepción del mundo y transformarlo, y la manera como el propio ser humano se ha construido a sí mismo. De esta forma, el estudiante no sólo es el protagonista de su propio aprendizaje, sino que además se reconoce como tal, y reconoce a los otros como copartícipes de ese proceso, fomentándose no sólo su autonomía, sino otros valores sociales como la tolerancia y el respeto por los demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO TAPIA, Jesús. Motivación y aprendizaje en el aula: cómo enseñar a pensar. Madrid: Santillana, 1991. 328 p.
- [2] ARBELÁEZ, Ruby. La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. Bucaramanga : CEDEDUIS, 2005. 77 p.
- [3] AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2ª Edición. México: Trillas, 1983. 623 p.
- [4] BACHELARD Gaston. La formación del espíritu científico. 13 edición. Buenos Aires: Argos, 1985. 302 p.
- [5] BLOOM, Benjamín S. Taxonomía de los objetivos de la educación. 7 edición. Buenos Aires : El Ateneo, 1979. 355 p.
- [6] CORREDOR, Martha y Otros. Aula Virtual: Una alternativa en educación superior. Bucaramanga : Ediciones UIS, 2000. 130 p.
- [7] COUCH, Leon W. Sistemas de Comunicación Digital y Analógicos. 5ª edición. México : Pearson Educación, 1997. 742 p.
- [8] DERRIDA, Jacques. La universidad sin condición. Serie *Presidential Lectures*. Paris, Galilée, 2001 En: <http://personales.ciudad.com.ar/Derrida/universidad-sin-condicion.htm>. Madrid, 2002.
- [9] DELORS, Jacques. La educación encierra un tesoro. Madrid : UNESCO, 1996. 318 p.
- [10] DÍAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: McGrawHill. 1998, 232 p.
- [11] ESTÉVEZ NÉNNINGER, Ety Haydeé. Enseñar a aprender. Estrategias cognitivas. México : Paidós, 2002. 224 p.
- [12] FICHTE, SCHLEIERMACHER, HUMBOLDT, NIETZCHE, JASPERS y otros. La idea de universidad. En: La idea de la universidad en Alemania. Buenos Aires : Ed. Sudamericana, 1959. 524 p.

- [13] GÓMEZ, María C., RICO, Martha C., CASTAÑO, Virginia, LOPERA, Elvia C. Estamos haciendo proyectos de aula. En: *Alegría de enseñar. La revista para maestros y padres*. Santa Fe Bogotá. No. 23. Año 5, abril-junio de 1995. p. 28-33
- [14] GRONLUND, Norman E. *Medición y evaluación en la enseñanza*. México : Editorial Pax, 1973. 630 p.
- [15] HAYKIN, Simon. *Sistemas de comunicación*. México : Limusa Wiley, 2002. 816 p.
- [16] HENAO WILLES, Myriam. *Políticas públicas y universidad*. Santafé de Bogotá : Corcas editores, 1999. 282 p.
- [17] HENAO, M.; HERNÁNDEZ, C.; HOYOS, G.; PABÓN, N. y VELÁSQUEZ, M. *Educación superior: sociedad e investigación*. Santafé de Bogotá : Colciencias-ASCUN, 2002. 408 p.
- [18] JARAMILLO A., Adriana, SCHMIDT Q., Mariana. Los proyectos pedagógicos de aula: una propuesta que potencia el desarrollo humano. En: *Alegría de enseñar. La revista para maestros y padres*. Santa Fe Bogotá. No. 23. Año 5, abril-junio de 1995. p. 13-27.
- [19] JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger, T. and JOHNSON, Edythe. *Los nuevos círculos del aprendizaje: La cooperación en el aula y la escuela*. Buenos Aires: Aique, 1999. 134 p.
- [20] LUCIO, Ricardo y SERRANO, Mariana. *La educación superior: tendencias y políticas estatales*. Santafé de Bogotá : Tercer Mundo Editores, 1992. 328 p.
- [21] MANTILLA M., Fredy. *Filosofía de la ciencia*. Bucaramanga: CEDEDUIS, 2005. 123 p.
- [22] MONEREO, Carles y POZO Juan Ignacio (editores). *La universidad ante la nueva cultura educativa*. Madrid : Síntesis, 2003. 303 p.
- [23] OROZCO, L.; PARRA, R. y SERNA, H. *¿La universidad a la deriva?*. Bogotá : Tercer mundo editores, 1988. 343 p.
- [24] PAPOULIS, Athanasios. *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. 3^a edición. Singapore : McGraw Hill, 1991. 666 p.

- [25] POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza, 1996. 383 p.
- [26] PRADA M. Blanca Inés. El espíritu científico. Artículo inédito. 10 p.
- [27] PROYECTO INSTITUCIONAL. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2000. 75 p.
- [28] REFORMA CURRICULAR E3T – UIS. Versión preliminar. Bucaramanga, 2005. 55 p.
- [29] SAINT-ONGE, Michel. Yo explico, pero ellos...¿aprenden?. 2ª edición. Bilbao : Ediciones Mensajero, 1997. 199 p.
- [30] TOBÓN T., Sergio. Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá : Ecoe, 2004. 258 p.
- [31] TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas. 4ª edición. México : Prentice may, 2003. 948 p.



ANEXO

PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS DE LA E3T

El siguiente es un apartado de un documento preliminar de la Reforma Académica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones y que recoge las prácticas pedagógicas propuestas*.

4. PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

Las ingenierías eléctrica y electrónica son disciplinas en las cuales se tienen varios campos que presentan una fuerte dinámica de cambio y han sido en el último siglo unas de las principales fuerzas impulsoras del avance científico y tecnológico. Hoy se observa cómo el estado del arte en todas las ciencias se mueve de una forma cada vez más acelerada, siendo el cambio la principal característica del mundo actual. Por esta razón, las carreras de ingenierías eléctrica y electrónica mantienen una actitud positiva y de acción hacia los cambios que se están dando en la educación, reflejada en sus prácticas pedagógicas de Investigación-Acción. Aunque los programas de pregrado preparan fundamentalmente para el ejercicio de la profesión, es clara la necesidad de formar dentro de una cultura de investigación que permita la formación de ingenieros con pensamiento crítico, capacidad de asombro, habilidades para leer y escribir en el sentido amplio de observar e interpretar el mundo, sus fenómenos y describirlos no sólo en forma alfabética sino mediante el modelado matemático o algorítmico.

Las prácticas pedagógicas de los programas de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica se apoyan en la misión y visión de la universidad, las directrices expresadas en el proyecto institucional del 2000, los recursos de la universidad y su capacidad de interacción con la sociedad. Se orientan a la aproximación de los estudiantes a la formación en las aulas mediante pedagogías dialógicas, la investigación que adelantan los diferentes grupos, la vinculación de estudiantes a los proyectos de extensión y el apoyo a agrupaciones estudiantiles en la organización de eventos de integración, seminarios y conferencias.

4.1. Procesos de Comunicación en el Aula

En el aula de clase, los contextos de interacción se construyen en la medida en que tanto alumnos como profesores van participando e interactuando conjuntamente, es decir, van poniéndose de acuerdo en cuanto a la forma de participación que les corresponde. El aula constituye un espacio donde la comunicación se establece bajo una serie de reglas cuyo cumplimiento hace posible que alumnos y profesores puedan comunicarse recíprocamente. En la medida en que entre docentes y alumnos fluya una comunicación efectiva y recíproca, se producirán de manera favorable relaciones interactivas docente-alumno que redunden en mejoras del proceso didáctico.

El proceso de enseñanza universitaria tradicional ha sido unidireccional y colectivo, el profesor transmite oralmente sus conocimientos a un grupo más o menos numeroso de alumnos, con la utilización como recurso de apoyo de materiales impresos, fundamentalmente libros. Como alternativa a esta didáctica, se plantea la necesidad de establecer estrategias para democratizar la participación de los diferentes actores en el proceso enseñanza-aprendizaje, especialmente del alumno, prevaleciendo su dignidad; es decir, la confianza en que él puede decidirse a aprender y pensar por sí mismo, sin depender completamente del profesor⁷⁴.

* Nota del autor. Hago votos porque no se queden sólo en el papel.

⁷⁴ Proyecto Institucional UIS, 2000, pag. 36

Se recalcan una serie de estrategias comunicativas, utilizadas en algunos casos específicos con asignaturas del programa actual, como:

- Propiciar un ambiente para el debate, exposición y defensa de ideas y proyectos.
- Centrar la práctica pedagógica en la construcción del saber mediante la participación activa de profesores y estudiantes.
- Desarrollo de metodologías de aprendizaje colaborativo, en las cuales la comunicación entre alumnos es fundamental para incrementar su conocimiento mutuo, como resultado del contraste de opiniones y de la armonización de esfuerzos en función de una meta común, además de fomentar los vínculos de compañerismo y amistad y el incremento del propio autoconcepto y autoestima. La pedagogía dialógica se estructura entonces como el paradigma a buscar en el ejercicio de la enseñanza-aprendizaje.
- Implantar el sistema de tutorías para que los profesores tengan el espacio requerido para orientar y apoyar a los estudiantes en su formación integral (tanto profesional como personal). El espacio de la tutoría personaliza mucho más el proceso enseñanza-aprendizaje y brinda un ambiente de informalidad.
- Fortalecer el programa de inducción a la vida universitaria que se realiza semestralmente para las nuevas generaciones de estudiantes que ingresan, incorporándolos con eficacia a la hermenéutica de la misión, las políticas el nuevo currículo y las prácticas pedagógicas.
- Fomento a la utilización de nuevas tecnologías de comunicación, como el "Aula Virtual", proyecto mediante el cual se cuenta con un espacio de comunicación alternativo entre profesor, alumnos y auxiliares.
- Incentivar el desarrollo de un diálogo intercultural entre los diferentes integrantes de la comunidad universitaria provenientes de los diversos nichos culturales, tanto nacionales como internacionales.

A pesar que el interés está centrado en la comunicación dentro del aula, es necesario recalcar que el espacio universitario no se restringe exclusivamente el aula y forma una comunidad representativa de una sociedad. Es necesario propiciar ambientes para la comunicación efectiva, tanto formal como informal. Es preciso reconocer que para lograr un desarrollo eficaz de la enseñanza y el aprendizaje se necesita la armonización de las distintas posibilidades⁷⁵. Además la comunicación en la universidad, como en cualquier otra institución de enseñanza, presenta una notable diversidad de formas y sentidos. Algunos ejemplos de esta interacción es la establecida entre profesor-alumno, entre alumnos o entre profesores, además de las interacciones con administrativos en situaciones esporádicas.

4.2 Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje

La E³T 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. Para lograr esto, los profesores se agrupan en torno a los grupos de investigación que soportan la formación en los programas de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica⁷⁶: Eléctrica, electrónica, control, comunicaciones, redes, etc. Cada uno de los grupos busca su desempeño óptimo mediante metas pedagógicas, de acuerdo con los principios orientadores de la reforma académica. En términos generales, se busca el aprendizaje significativo mediante un estilo de Investigación-Acción para la formación de competencias dentro de un paradigma constructivista. Para verificar la efectividad del proceso, al interior de cada grupo de investigación se estudian los resultados alcanzados semestralmente (lo cual forma parte del proceso de autoevaluación), estos se socializan a nivel de escuela y se replantean las metas y estrategias de mejoramiento.

Si la programación curricular a nivel de asignatura se realiza sistemática y eficazmente, la propuesta de objetivos, la naturaleza del contenido y el desarrollo del grupo de estudiantes determinarán las estrategias metodológicas. Resulta prioritario que el desarrollo de esta programación se haga sobre la base de diferentes metodologías pedagógicas, como la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo y el seminario alemán, entre otros; de manera que se complemente o reemplace en la medida de lo posible la exposición teórica de los temas.

Estas estrategias conforman uno o varios métodos integrados, dirigidos al cumplimiento de los objetivos. Entre los espacios universitarios más vinculados al quehacer de la formación en ingeniería y que actúan como estrategias pedagógicas se tienen:

- Laboratorios: es un espacio de integración teórico práctico donde el estudiante verifica apreciaciones teóricas, confronta contenidos con la realidad, comprueba diseños propios, realiza pruebas de sistemas reales; es un espacio orientado y asesorado por el profesor.
- Prácticas pre-profesionales: Se convierten en una vinculación del estudiante con la realidad del ejercicio de su profesión antes de obtener su título. Se tendrá preferencia para la realización de prácticas que

⁷⁵ Didáctica Universitaria, Coordinadora: A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, Ed. La Muralla, 2001, Madrid

⁷⁶ Proyecto Institucional. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2000. Pág. 40. www.uis.edu.co

involucren, más que el ejercicio de una labor rutinaria, la solución de algún problema de ingeniería. El estudiante debe informar también periódicamente a un profesor coordinador del trabajo y a la escuela sobre su avance, con el fin de evaluar su rendimiento. Es de carácter opcional.

- **Seminarios:** Constituyen un método de investigación que requiere una preparación cuidadosa de parte del profesor, la provisión de recursos bibliográficos y de otro tipo, que los estudiantes deben estudiar, organizar y exponer en un tiempo controlado, de tal manera que se de una visión multidimensional del problema o tema que se esté tratando. También son un espacio para socializar los temas que se estén trabajando al interior de cada grupo de investigación, para que el estudiante se vincule después por medio del desarrollo del trabajo de grado.
- **Proyectos de fin de curso:** Permiten la articulación de conceptos vistos en una o varias materias simultáneas, planteados para la resolución de problemas específicos. Estos proyectos permite la interacción del estudiante con otros compañeros y con los profesores de las asignaturas respectivas. Además, fortalecen la capacidad de integración de ideas, que por razones netamente logísticas adquiere de manera fraccionada.
- **Exposición:** este método es de vieja data en la universidad y casi el único método que aplican la mayoría de profesores, no debe desaparecer sino enriquecerse con nuevas formas de interacción educativa y material didáctico auxiliar que distribuya las fuentes de información, con la participación activa de los estudiantes y con los recursos de la comunicación educativa.
- **Realimentación de las evaluaciones:** Permiten que el estudiante desarrolle las evaluaciones en otro ambiente determinado y posteriormente sustente nuevamente la evaluación, siendo consciente de los errores cometidos. Adicionalmente, con este proceso se enriquece el aprendizaje, ya que después de la evaluación escrita existe un nuevo encuentro entre estudiantes para socializar la evaluación realizada, aunque hasta el momento ha sido poco utilizado en la universidad.
- **Consejería:** Tiene como función el estudio dirigido y el asesoramiento académico-metodológico y psicológico del estudiante. Se propone que cada profesor tenga un número determinado de estudiantes desde su ingreso a la E3T, los cuales recibirán el seguimiento y orientación en cuestiones académicas de planeamiento del programa, administrativas o personales.
- **Trabajo de grado:** Todo estudiante de ingeniería eléctrica o electrónica debe realizar un trabajo de grado⁷⁷, bien sea en la modalidad de proyecto de investigación, docencia, práctica social o práctica empresarial. En cada uno de esos casos se cuenta con lineamientos para garantizar que el trabajo provea al estudiante de una primera experiencia de lo que luego pudiera ser su ejercicio profesional. En cada uno de los casos el estudiante debe estar asesorado por un profesor que actúa como director del proyecto y verifica el cabal cumplimiento de los objetivos perseguidos por el trabajo propuesto. Es de esperarse que cada uno de los proyectos tenga pertinencia con el quehacer de la escuela y los grupos de investigación.

Además de estas formas de ejercicio de la pedagogía, se tienen en cuenta lineamientos como el de desarrollar esta reforma teniendo en cuenta la definición de menos asignaturas pero más fundamentación en profundidad. El nuevo plan de asignaturas gira sobre un núcleo estudiado en profundidad, dejando a los estudiantes la flexibilidad para que puedan escoger las asignaturas correspondientes a líneas de profundización específicas y asignaturas de contexto.

También se cuenta como estrategia institucional la de construir los nuevos escenarios requeridos por la pedagogía centrada en el aprender (bibliotecas más dotadas, aulas, centros de estudio, biblioteca virtual, seminarios) y organizar masivamente la capacitación de profesores y estudiantes en tecnologías de manejo de la información disponible en el ciberespacio.

4.3 Mediaciones

Los medios didácticos permiten ayudar a los alumnos a estructurar la información que reciben, ayudan a motivar el aprendizaje y sirven para conseguir objetivos del proceso educativo. Es necesario tener en cuenta que un principio en el uso de medios es el que exista congruencia entre el modelo de enseñanza seleccionado y el medio a utilizar. Por ejemplo, si se desean mostrar solamente resultados o gráficos previamente obtenidos un acetato puede ser suficiente, pero si es necesaria la socialización de estrategias particulares para el manejo de herramientas software resulta a todas luces más recomendado el video-beam y el computador. En algunas clases se prefiere la utilización de videos didácticos.

⁷⁷ Reglamento Estudiantil de Pregrado, UIS

Si bien el ámbito de la clase debe dar espacio a la espontaneidad, se considera fundamental planear y probar las actividades a desarrollar dentro de una sesión de este tipo, para que la cantidad de información hacia los estudiantes no sea tanta que deje de ser asimilable.

Dependiendo de la materia se contará con sesiones de trabajo conjunto, en las cuales no solamente el docente está a cargo de la solución de un problema, sino el mismo estudiante lo debe estar siguiendo en su equipo de cómputo. Para ello se requiere la utilización de salas de cómputo adecuadas en recursos informáticos y con capacidad suficiente para atender a los estudiantes en las asignaturas que requieran esta modalidad, normalmente correspondientes al ciclo profesional.

Los laboratorios como espacios de desarrollo de la pedagogía constituyen elementos de mediación fundamentales, tanto en el caso de laboratorios físicos, como centros de cómputo. Teniendo en cuenta que en la mayoría de asignaturas el material escrito constituye la fuente fundamental más importante para la realización de actividades individuales y en grupo, se seleccionarán textos siguiendo criterios de "legibilidad" y adecuación a las necesidades, teniendo en cuenta los conocimientos y habilidades de los estudiantes. Asimismo, se tendrá en cuenta la universalidad y disponibilidad en el medio de la misma referencia bibliográfica.

Además del material de trabajo de los textos mencionados con anterioridad, resulta prioritario para las ingenierías eléctrica y electrónica contar con acceso a bases de datos suficientemente actualizadas. En ese sentido, debe mantenerse actualizada la base de datos IEEE, la cual cuenta con una gran cantidad de artículos técnicos en el campo del conocimiento de estos programas.

Los espacios virtuales de interacción docente-estudiantes proveen alternativas para el direccionamiento de la comunidad educativa hacia enlaces web complementarios a la pedagogía formal y para la ampliación de temáticas no abordables dentro del marco del proceso enseñanza-aprendizaje. Un avance en este sentido lo constituye el "Aula Virtual"⁷⁸ en la UIS.

4.4. Procesos de Evaluación: Del aprendizaje, del currículo, del profesor

La mejora del sistema educativo tiene como uno de sus ejes centrales la realización de actividades de evaluación. No se trata de un movimiento aislado en una escuela, en un proyecto pedagógico o en un país; sino, por el contrario, de un proyecto claramente internacional, que forma parte de los nuevos esquemas de globalización que circundan nuestro mundo.

La globalización no sólo ha puesto en el centro de interés los procesos de integración regional y las multirrelaciones e interdependencias económicas, también conlleva una uniformización de la educación y de los valores, lo cual permitiría hablar también de una globalización de los procesos educativos.⁷⁹

El concepto calidad de la educación sólo ha podido tener consistencia en el campo de la educación a partir de su vinculación con las prácticas de evaluación. Los estudios sobre calidad -en general vinculados a los productos- no se han podido aplicar al escenario educativo precisamente por la dificultad para definir tales productos, o mejor aún, por reducir los procesos simbólicos que subyacen en los ámbitos educativos a magnitudes de resultados. Sin embargo, es necesario ser muy cautelosos a la hora de plantear mecanismos de evaluación para comprobar la calidad, porque se puede llegar a calificar o descalificar al sistema educativo sin analizar las causas, los resultados, o el rigor de los instrumentos que "midan" el logro educativo.

Un riesgo de todo proceso evaluativo es que el resultado que alguien obtiene en un examen se visualice solamente como un valor absoluto: no se analiza ni la pertinencia de las preguntas, ni mucho menos el tipo de habilidades que se pueden medir mediante estos instrumentos. Se desconoce la posibilidad de efectuar evaluaciones que mejoren el sistema educativo por la intervención de los actores en las tareas de evaluación, en el análisis de sus resultados y en la elaboración de estrategias para enfrentar tales situaciones en comparación con una escueta evaluación de resultados.

A este respecto es necesario propender dentro de la escuela y la universidad por el desarrollo de prácticas de evaluación que midan de la manera más pertinente posible los resultados del proceso de aprendizaje del estudiante, del docente y del currículo.

Se buscará 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 implica

⁷⁸ Desarrollado por el grupo de investigación GENTE, UIS

⁷⁹ Evaluar Lo Académico. Organismos Internacionales, Nuevas Reglas Y Desafíos. Ángel Díaz Barriga

evitar la evaluación que juzga o califica los resultados de la acción educativa cuando el proceso ha concluido y esos resultados no puedan modificarse. 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 dé antes de que termine la tarea educacional.

Por ello, la evaluación formativa busca generar determinados procesos de participación, o por lo menos se busca una práctica de la evaluación en la que los usuarios sean los principales destinatarios de los resultados de ésta. No se evalúa para calificar o juzgar el sistema, sino para formar elementos que posibiliten una mejor comprensión sobre su funcionamiento⁸⁰.

Evaluación del aprendizaje:

Esta es una de las labores que debe cumplir todo docente de la universidad para con sus dirigidos y deber ser el resultado de un seguimiento del proceso de aprendizaje del estudiante desde el momento en el que ingresa a un curso determinado, hasta que se decide su promoción al siguiente. Se considera prioritario centrar esta evaluación hacia los procesos de comprensión, aplicación y análisis del conocimiento adquirido.

Por reglamento debe ser el resultado de al menos tres evaluaciones durante el periodo académico y para el caso de materias básicas y básicas profesionales deben ser realizadas de manera integrada por los diferentes profesores que dirigen la materia, para garantizar la equidad del proceso; es decir, debe nombrarse un profesor que coordine las actividades de evaluación que se realicen durante el semestre.

Un docente comprometido con un verdadero proceso de evaluación tiene en cuenta no solamente la evaluación genérica sino espacios, actitudes y aptitudes del estudiante que muestren su desempeño dentro del proceso particular de aprendizaje. Por consiguiente, la evaluación del aprendizaje debe dejar de ser sólo la calificación de las evaluaciones escritas e incluir otros aspectos como talleres, realimentación de las evaluaciones, trabajo en clase, etc.

En el caso de las asignaturas que implementan aprendizaje colaborativo se incluye la realización de realimentación hacia los estudiantes, en aspectos no relacionados con el tema en particular, sino con capacidades como el liderazgo, trabajo en equipo, posibilidad de concertación, etc. Aunque no constituye por sí factor numérico sobre la nota, si es fundamental para el proceso de evaluación formativa.

Se permitirá, balanceando la libertad de cátedra y el cumplimiento de criterios de equidad y justicia, la libertad de estrategias de evaluación. Dependiendo de la materia se podrá incluir la realización de un examen acumulativo final.

Como elemento adicional a la evaluación del aprendizaje se tiene la implantación de exámenes de estado, obligatorios y propiciados por la UNESCO, que recomienda "llevar a cabo mediciones nacionales para determinar el nivel de competencias alcanzado, desarrollando un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las escuelas".⁸¹

Evaluación del Docente:

La Universidad cuenta con elementos de evaluación del desempeño docente como los son las encuestas periódicas a estudiantes, a su jefe inmediato y de autoevaluación. Además de estas herramientas de evaluación, se propone la creación de comités de seguimiento en asignaturas, conformado por estudiantes, que durante el semestre evalúan si se están cumpliendo los objetivos, contenidos y procesos de evaluación del aprendizaje en cada una de las asignaturas. En cuanto a evaluación de productividad académica se cuenta con un Comité de Asignación de Puntaje por productividad académica y desempeño destacado de la docencia, siguiendo los lineamientos del decreto 1279 de 2002 y las normas internas de la UIS. Cabe destacar que el ejercicio de la docencia debe ser realizado por profesionales con altas características profesionales, éticas y de relaciones interpersonales que velen por el adecuado desarrollo de la institución, sus estudiantes y de ellos mismos.

El Proyecto Institucional resalta como política de la universidad el desempeño integral de los docentes, dentro del cual deben asumir con compromiso y conciencia plena su responsabilidad ética y social, el papel de orientadores del proceso de aprendizaje y ser los maestros que apoyan la formación integral de los estudiantes. Para ello, deberán articular en su desempeño las funciones de docencia, investigación y

⁸⁰ Evaluar Lo Académico. Organismos Internacionales, Nuevas Reglas Y Desafíos. Ángel Díaz Barriga

⁸¹ "Recomendaciones de la conferencia". Séptima Reunión de Ministros de Educación de América Latina y el Caribe, Kingston, 13-17 de mayo de 1996.

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.⁸²

En consecuencia, el proceso de evaluación del docente debe estar constituido por dos componentes: En primera instancia la evaluación de resultados de su ejercicio profesional en las funciones que le asigna su cargo, como son docentes, de investigación y de extensión, y por otra parte se considera importante tener en cuenta una evaluación de crecimiento personal y profesional del docente, reflejada en su continua preparación para las tareas que realiza, la cual puede considerarse al evaluar la tenencia del docente mediante un proyecto de vida profesional con horizonte de uno o dos años.

Evaluación del Currículo:

Como política institucional se tiene la de propender por el mejoramiento de la calidad y pertinencia de los programas académicos. Todo programa en la universidad debe estar comprometido con un proceso permanente de mejoramiento de su calidad y pertinencia. En este proceso se cuentan como herramientas la autoevaluación y evaluación externa, para asegurar la excelencia académica y la vigencia social de los programas.

Se entiende que el proceso colectivo de autoevaluación para acreditar la calidad de los programas no es un fin en sí mismo, sino una metodología para la transformación de la Universidad en cumplimiento de las políticas de construcción de comunidad universitaria y de responsabilidad con la nación. El proceso de acreditación debe conllevar a una discusión con los pares evaluadores sobre las estrategias para el mejoramiento de la calidad.

Para la realización de estos procesos en forma permanente se plantea definir la conformación de un Comité de Autoevaluación de Currícula, integrado por estudiantes, docentes, egresados y empresarios y con periodicidad de sesión anual.

⁸² Proyecto Institucional UIS, año 2000, pag. 20