



**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA MATEMÁTICA DEL
NIVEL INTRODUCTORIO:
UNA RESPONSABILIDAD DE DOCENTES Y ESTUDIANTES**



CARLOS AUGUSTO FAJARDO ARIZA

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

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA MATEMÁTICA DEL
NIVEL INTRODUCTORIO:
UNA RESPONSABILIDAD DE DOCENTES Y ESTUDIANTES**

CARLOS AUGUSTO FAJARDO ARIZA

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

*Directora: Martha Vitalia Corredor Montagut
Doctora Ingeniera en Telecomunicaciones
Área de inteligencia artificial*

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

RESUMEN

TITULO: EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA MATEMÁTICA DEL NIVEL INTRODUCTORIO: UNA RESPONSABILIDAD DE DOCENTES Y ESTUDIANTES*

AUTOR: FAJARDO ARIZA, Carlos Augusto**

CONCEPTOS CLAVES: matemáticas, aprendizaje significativo, estrategias de enseñanza, estrategias de aprendizaje, error, comprensión, evaluación, formación integral, metacognición, aprendizaje autónomo.

El presente trabajo pretende justificar algunas estrategias que buscan facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el curso de matemáticas del nivel introductorio que se ofrece en las sedes de la Universidad Industrial de Santander. La monografía se inicia repasando la importancia de la asignatura para futuros aprendizajes en la formación de cualquier ingeniero y reflexionando en torno a algunas de las dificultades que se presentan a la hora de aprender y enseñar matemáticas en el nivel introductorio, pues muchas veces los aprendizajes obtenidos no son significativos, sino, de tipo memorístico y mecánico.

El trabajo aporta ala reflexión en torno al aprendizaje, los procesos sicológicos, la práctica docente y el diseño curricular que facilitan que éste sea significativo. Finalmente, se presentan unas estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación que pretenden favorecer no sólo la comprensión de la asignatura, sino promover en los discentes el aprendizaje de estrategias de tipo metacognitivo que les permitan ir apropiándose progresivamente del control de su propio aprendizaje.

En otras palabras, la propuesta pretende que en el nivel introductorio se promuevan no solo aprendizajes significativos de los conceptos matemáticos, sino también el desarrollo en los estudiantes de las competencias necesarias para que puedan lograr autonomía en el proceso de aprendizaje de la asignatura de matemáticas y, a su vez, puedan continuar aprendiendo durante toda la vida y logren éxito en los futuros aprendizajes a los que se verán enfrentados.

* Monografía

** Centro para el Desarrollo de la Docencia – CEDEUIS – Especialización en Docencia Universitaria, CORREDOR MONTAGUT, Martha Vithalia.

ABSTRACT

TITLE: MEANINGFUL LEARNING OF MATHEMATICS AT BASIC LEVEL:
A TEACHERS AND STUDENTS PERTAINING RESPONSIBILITY*.

BY: FAJARDO ARIZA, Carlos Augusto**

Key Words: Mathematics, meaningful learning, teaching strategies, learning strategies, fail, integral formative education, comprehension, evaluation, meta cognition, self learning.

The current work endeavors to justify some of the strategies that look for making the teaching and learning processes easier while taking the mathematics course at basic level offered by the Universidad Industrial de Santander (U.I.S.). The monograph starts by assessing through a review the importance of the subject itself on behalf of future learning topics related to the formative education of each engineer and allowing to think about some of the difficulties faced through both learning and teaching mathematics processes at basic level, since most of the time the kind of learning one gets instead of being meaningful sets itself as a retentive or mechanical type knowledge.

In regard to the matter we reflect on the learning itself, the psychological processes involved, the teaching labor and the curricular design, which in their entirety propitiate a true meaningful learning. Finally we can see some strategies related to teaching, learning and also evaluation processes which pretend to favor not only the subject itself but also to help students bringing about meta cognitive type strategies that allow them to seize step by step the control of their own learning process.

In other words, this proposal pretends that all the way through the basic level course be promoted not just the meaningful learning processes of mathematics concepts, but also the way students can get the required competences which allow them to develop main autonomous strategies in mathematics skills and in turn these strategies can favor future learning challenges they will have to face.

* Monografía.

** Centro para el Desarrollo de la Docencia – CEDEUIS – Especialización en Docencia Universitaria, CORREDOR MONTAGUT, Martha Vithalia.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO	12
1.1 El sentido de la Universidad:.....	13
1.1.1 La investigación al interior de la universidad:	15
1.1.2 La labor docente al interior de la universidad:.....	18
1.1.3 El compromiso de extensión:.....	20
1.2 El compromiso de la Universidad Industrial de Santander ante sus funciones:	22
1.3 Relación universidad, ciencia, tecnología y sociedad:	30
1.4 El nivel introductorio, como una respuesta de la universidad a la necesidad social de la educación	39
2. ¿POR QUÉ ES TAN DIFÍCIL EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS MATEMÁTICOS EN NIVEL INTRODUCTORIO?... 44 UNA REFLEXIÓN AL RESPECTO.	44
2.1 EN RELACIÓN CON LOS RESULTADO O CONTENIDOS DEL APRENDIZAJE	45
2.2 EN RELACIÓN CON LOS PROCESOS.....	55
2.3 EN RELACIÓN CON LAS CONDICIONES DEL APRENDIZAJE:....	60
3. EL APRENDIZAJE PROPÓSITO DE LOS PROCESOS DE FORMACIÓN	67
3.1 EL CONCEPTO DE APRENDIZAJE DESDE UNA PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA:.....	68
3.2 TIPOS Y SITUACIONES DE APRENDIZAJE	74
3.2.1 Aprendizaje por Recepción.....	75
3.2.2 Aprendizaje por Descubrimiento	76
3.3 ¿CÓMO APRENDEN LOS ESTUDIANTES?:.....	77
3.3.1 Teoría de Jean Piaget (1896 – 1980):.....	77
3.3.2 Teoría de Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934):.....	83
3.4 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO:.....	88
3.5 LO QUE SE QUIERE ENSEÑAR A LOS ESTUDIANTES DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO:	94
3.5.1 Lo que se quiere que el estudiante del nivel introductorio conozca: 94	

3.5.1.1	Conocimiento de datos específicos:.....	95
3.5.1.1.1	Conocimiento de la terminología:	95
3.5.1.2	Conocimiento de los modos y medios para el tratamiento de los datos específicos:.....	96
3.5.1.2.1	Conocimiento de las convenciones:	96
3.5.1.2.2	Conocimiento de las clasificaciones y categorías:	97
3.5.1.2.3	Conocimiento de criterios:	97
3.5.1.2.4	Conocimiento de la metodología:	98
3.5.1.3	Conocimiento de los universales y las abstracciones en un campo determinado:	99
3.5.1.3.1	Conocimiento de principios y generalizaciones:	99
3.5.2	Lo que se quiere que el estudiante del nivel introductorio <i>comprenda</i> : 100	
3.5.2.1	Traducción:.....	100
3.5.2.2	Interpretación:	100
3.5.2.3	Extrapolación:	102
3.5.3	La aplicación de los conceptos matemáticos:	103
3.5.4	Aprendizaje de actitudes	104
3.6	POR QUÉ NO APRENDEN LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL INTRODUCTORIO LO QUE SE LES ENSEÑA:	106
3.6.1	Los conocimientos previos marcan la diferencia a la hora de lograr el aprendizaje significativo de la matemática:	107
3.6.2	La motivación en los estudiantes un factor fundamental a la hora de aprender significativamente:.....	109
3.6.3	La motivación y actitud del docente:	115
4.	PLANEAMIENTO DE LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO	117
4.1	Diseño y planeamiento curricular	117
4.1.1	¿Qué es el currículo?.....	117
4.1.2	Tendencia curriculares:.....	121
4.1.3	Cómo influye el diseño curricular en la asignatura de matemáticas del nivel introductorio	123
4.2	Planeamiento del curso de Matemáticas nivel introductorio de la sede UIS Barbosa.	127
5.	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN	134
5.1	EL ERROR COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE:	135
5.1.1	En qué sentido es positivo el error:	136
5.1.1.1	El error es el principio del conocimiento:.....	137
5.1.2	Concepciones teóricas acerca del error:	139

5.1.2.1	El error para Gastón Bachelard:	139
5.1.2.2	El error para Jean Piaget:.....	140
5.1.3	El error y la motivación de los estudiantes:	141
5.2	EL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DE LOS ERRORES EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS:	143
5.2.1	Detección de errores	143
5.2.2	Identificación de errores	144
5.2.3	Corrección de los errores:	146
5.3	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN.....	147
5.3.1	La Evaluación del Aprendizaje	147
5.3.2	FUNCIONES DE LA EVALUACIÓN	149
5.3.2.1	Funciones con el estudiante:.....	150
5.3.2.2	Funciones con el docente:.....	150
5.3.2.3	Funciones con la institución:	151
5.3.2.4	Funciones con la sociedad:.....	152
5.3.3	PRINCIPIOS DE LA EVALUACIÓN	152
5.3.4	EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS	153
5.3.5	LA ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS:	154
5.3.5.1	La evaluación diagnóstica:	154
5.3.5.2	Evaluación formativa:	156
5.3.5.3	Evaluación Sumativa:.....	157
	BIBLIOGRAFIA.....	159

INTRODUCCIÓN

Desde mis primeros años de formación básica me empecé a interesar por la electrónica y al terminar mi formación media ya lo había decidido, mi sueño era ser Ingeniero Electrónico; enseguida empecé a considerar las posibilidades de hacerlo, averigüé en distintas universidades públicas y privadas y llegué a la conclusión que en mi casa no había dinero para pagar un semestre en una universidad privada y si quería estudiar electrónica debía hacerlo en una universidad pública y en este caso la que mejor se ajustaba a las posibilidades económicas de mi familia, era la Universidad Industrial de Santander. Sin embargo, entre mi anhelo de diseñar circuitos eléctricos, programar microcontroladores o ser un experto en sensores digitales y mis posibilidades de hacerlo, estaba de por medio el exigente proceso de admisión con el que la UIS¹ cuenta, proceso que muy pocos barboseños alcanzan a aprobar cada año. Gracias a Dios, tuve la fortuna de ser uno de los 3 o 4 estudiantes de Barbosa², que en 1996 ingresaron a la Universidad Industrial de Santander.

Aunque haber ingresado a la UIS era haber ganado una batalla no significaba que hubiese ganado la guerra. Nuevamente me encontré separado de ese anhelo de estar en un laboratorio de electrónica manipulando generadores de ondas, osciloscopios, resistencias y capacitores, pues antes de experimentar con la electrónica en la universidad me esperaban algo así como cuatro cálculos, cinco físicas, química, descriptiva y otras materias más que hacían parte de mi formación integral. La situación se agravó cuando empecé a darme cuenta que mis posibilites de entender estas asignaturas eran menores que las de algunos de mis compañeros, pues éstas exigían algunos conocimientos previos de mi formación anterior que yo no poseía. En conclusión, mis primeras experiencias

¹ El proceso de admisión en la UIS toma en cuenta el examen del ICFES.

² Barbosa es un municipio al sur de Santander con cerca de 20.000 habitantes.

educativas en la UIS, no se distinguieron porque experimentara el placer de comprender o descubrir nuevos conocimientos, y no puedo decir que en estas primeras experiencias con mi nuevo proceso de aprendizaje hubiese estado interesado en un aprendizaje significativo del Cálculo o la Mecánica, sino que más bien estuve más interesado en las calificaciones y en pasar estas asignaturas, que en comprenderlas o aprenderlas significativamente. Lo anterior obedecía a que la comprensión y el aprendizaje significativo - aunque si eran mi anhelo - estaban lejos de mis posibilidades, ya que para lograr estos objetivos requería de unos conocimientos previos y unas estrategias de aprendizaje que no poseía en ese momento. De todas maneras aunque logré mi objetivo y me sentía satisfecho pues muchos de mis compañeros aplazaban asignaturas y algunos hasta quedaron por fuera de la universidad, pero en mi existía una inconformidad, pues no veía que estuviese alcanzando lo *verdaderos objetivos educativos* que mis docentes me planteaban, pero en esos momentos no contaba con la autonomía suficiente para regular mi proceso de aprendizaje, pues para ello necesitaba ser consiente de mis verdaderas dificultades y de una verdadera mediación, pero en esos momentos la metacognición era un proceso desconocido para mí y la mediación docente no fue la mejor en ese sentido.

Experiencias como la de mis primeros años de universidad, son más comunes de lo que creemos, muchos estudiantes de la provincia se sienten frustrados ante la idea de ingresar a una universidad pública. En primer lugar, el proceso de admisión lamentablemente estaba beneficiando sólo a unos pocos estudiantes de las provincias y en la sede central el porcentaje de estos estudiantes era muy bajo, es decir, ingresar a la UIS tomando como criterio el examen del ICFES, realmente no era una posibilidad válida para la mayoría de los estudiantes de las provincias del departamento de Santander, razón por la cual los cupos se estaban llenando con estudiantes de ciudades capitales y generalmente de colegios privados. En este sentido el nivel introductorio se ha convertido en una posibilidad válida para que muchos estudiantes de la provincia con *probadas actitudes para el estudio*

(Proyecto Institucional UIS, 2000, p.62) puedan iniciar en la universidad un pregrado en ingeniería.

Aunque el ingreso a una universidad con una formación de calidad como la UIS es un gran logro, no lo es todo, pues el nivel introductorio no sólo busca brindarles una oportunidad de ingreso a la UIS, sino que también pretende favorecer los futuros aprendizajes en estos discentes.

En este sentido este trabajo pretende hacer un aporte al proceso de aprendizaje de las matemáticas en el nivel introductorio. En este sentido, se ha reflexionado acerca de algunas dificultades a las que se enfrentan aprendices y maestros a la hora de aprender y enseñar matemáticas, con la intención de querer encontrar caminos que permitan superar estos inconvenientes en los procesos de aprendizaje y enseñanza, para lo que se han consultado algunos autores y se ha reflexionado con un grupo de docentes que adelantamos la especialización en Docencia Universitaria en el Cededuis.

Como fruto de estas consultas y reflexiones, han surgido algunas propuestas y algunos principios que hemos consignado en el presente trabajo que pretendemos sirvan de orientación en el desarrollo de la asignatura de matemáticas del nivel introductorio a convertirse en una oportunidad de aprendizaje que realmente permita que los discentes alcancen las competencias cognitivas y actitudinales necesarias para abordar con éxito el pregrado. A su vez, también es intención de este trabajo presentar algunas propuestas que permitan promover competencias metacognitivas en los discentes del nivel introductorio, que les facilite el ir tomando progresivamente el control de su propio aprendizaje, es decir, que desde la asignatura se promuevan aprendizajes autónomos, no sólo para adquirir un aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos propios del nivel introductorio, sino que más bien se influencie todo su proceso de aprendizaje en el interior de la universidad.

1. LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO

El avance y desarrollo integral de los diversos sectores de la sociedad está influenciado por la formación que se brinda a algunos de sus miembros desde las aulas universitarias con el fin de que los egresados se comprometan y trabajen por el mejoramiento y mejor calidad de vida propio y el de su entorno. En este capítulo se pretende hacer una reflexión acerca del aporte de las experiencias educativas ofrecidas en la asignatura de matemáticas del nivel introductorio de los programas de Ingeniería que se inician en las sedes de la UIS, dentro del proceso de formación integral de un ingeniero.

La reflexión se hará partiendo del *sentido de la universidad* y de sus funciones de docencia, investigación y extensión, vistas desde lo gubernamental; luego se verá cómo la universidad interpreta esas funciones de acuerdo con su filosofía y en el presente caso se hará desde la misión, visión y objetivos de la Universidad Industrial de Santander. También se le dará una mirada a las exigencias de formación en relación con la sociedad, las disciplinas, las profesiones y sus problemáticas. Además, se presentará una reflexión acerca de los propósitos de la Ingeniería Electrónica y en qué medida el perfil profesional propuesto para los egresados, el plan de estudios, las estrategias de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación, responden a las funciones de la universidad, al proyecto institucional y a las *esperanzas* que, de manera explícita o implícita, la sociedad todavía mantiene en la universidad y en sus egresados.

1.1 El sentido de la Universidad:

La ley 30 de 1992 constituye el marco legal que rige la organización y el funcionamiento de la educación superior en Colombia. Esta ley parte de la premisa que la educación superior debe estar comprometida con *el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral*³. Para empezar el análisis queremos responder a la pregunta: ¿qué significa a la luz de la Ley 30 una formación integral?.

El artículo 6 de la citada ley establece los objetivos de la educación superior y de las instituciones encargadas de prestar este servicio. Propone que la educación Superior en Colombia debe formar profesionales capaces de cumplir sus funciones profesionales, investigativas y de servicio social, además, se debe comprometer por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado para solucionar problemas y suplir necesidades regionales y del país, igualmente plantea este artículo, la necesidad de que las instituciones que imparten Educación Superior se constituyan en factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional, además de contribuir al desarrollo de los niveles educativos que le preceden para facilitar el logro de sus objetivos (Congreso de la República de Colombia, Ley 30 de 28 diciembre 1992, Artículo 6).

Aunque cumplir con todas estas demandas que desde el gobierno se le hacen a las instituciones de educación superior no es tarea fácil y no cualquier entidad podrá cumplirlas, es importante resaltar aquí que para la ley 30 no todas las instituciones de Educación Superior tienen las mismas funciones, sino que las ha clasificado (en su capítulo IV) en tres tipos:

a) Instituciones Técnicas Profesionales.

³ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 30 de 28 diciembre 1992, Artículo 1. Bogotá: Diario Oficial.

b) *Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas.*

c) *Universidades.*

En los artículos 17 – 19 define a cada uno de ellas:

Instituciones técnicas profesionales: aquellas facultadas legalmente para ofrecer programas de formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción, sin perjuicio de los aspectos humanísticos propios de este nivel.

Instituciones universitarias o escuelas tecnológicas: aquellas facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, programas de formación académica en profesiones o disciplinas y programas de especialización.

Universidades: las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: La investigación científica o tecnológica; la formación académica en profesiones o disciplinas y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional.⁴

En nuestro caso, la Universidad Industrial de Santander, se encuentra en la última de estas tres clasificaciones, por lo que nos ocuparemos más de lo que concierne al significado de universidad que de los otros tipos de instituciones de educación superior. Para empezar podemos ver que a la luz de la clasificación que hace la ley 30 de las instituciones de educación superior, se advierte que existe cierta ignorancia al emplear el término *universidad* cuando se usa con ligereza para nombrar a algunas instituciones de Educación Superior pero que no cumplen con las demandas que dicho nombre les exige.

De acuerdo con la ley 30 lo que caracteriza a las universidades de los otros tipos de instituciones de Educación Superior, es esencialmente las características del

⁴ Ibid. Artículos 17 al 19.

ejercicio de la función de investigación científica o tecnológica, así como por la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura (Congreso de la República de Colombia, Ley 30 de 28 diciembre 1992, Artículo 19), éstas tareas son necesarias para que una institución pueda tomar el nombre de universidad, de lo contrario no estaría dentro de esta clasificación. En palabras de Fabián Acosta *“lo que caracterizaría a las universidades sería su tarea: formación integral de una élite para la investigación y la creación de saberes y conocimientos. Las instituciones de educación superior, por su parte, ofrecerían programas de entrenamiento de todo tipo para satisfacer las demandas del comercio, la industria y servicios”*.⁵

Atendiendo nuevamente a las funciones que caracterizan a una universidad a la luz de la ley 30, estas se han venido llamando comúnmente *investigación* (investigación científica o tecnológica), *docencia* (la formación académica en profesiones o disciplinas) y *extensión* (la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional).

1.1.1 La investigación al interior de la universidad:

Por investigación se entiende como aquella función característica de la universidad que garantiza que dentro de sus aulas y laboratorios se cree, difunda y se apropie del conocimiento científico. Es importante que dentro de la universidad se generen espacios para la investigación en todos los niveles de formación, pues se cree a veces de manera equivocada que la investigación como tal, sólo puede darse en los últimos semestres de universidad o en algunos casos sólo en estudios de postgrados como las maestrías o los doctorados, esto debido a que se tiene la falsa premisa que la investigación es válida cuando es sólo de tipo experimental, es decir, la que realiza en un laboratorio manipulando variables,

⁵ ACOSTA, Fabian y otros. La política universitaria en la sociedad del conocimiento. Cooperativa editorial Magisterio. Bogotá D.C Colombia. 2004. Pag. 76

creando de manera artificial un fenómeno o cuando el resultado de esta genera un adelanto tecnológico. Sin embargo, Arbelaez (1992. Pag 27) plantea cinco diferentes tipos de investigación que se pudieran promover en cualquier nivel dentro de una carrera universitaria e incluso en los niveles de educación que le preceden a la vida universitaria. Esta clasificación se hace con respecto al tipo de resultado que el investigador espera obtener al finalizar su trabajo, llama la atención que dentro de estos tipos de investigación (descriptiva, analítica, experimental, evaluativo y de intervención) no se le llama investigación únicamente a las que son realizadas en un laboratorio o de tipo experimental, sino que comprende otras como la *descriptiva* que busca estudiar un fenómeno de acuerdo con sus características principales utilizando criterios sistemáticos para destacar elementos esenciales de su naturaleza, también existe la *investigación analítica* que se interesa en encontrar relaciones directas entre las variables mediante la observación y sin manipularlas, otro tipo de investigación es la *evaluativa* en las que el investigador busca recolectar de manera sistemática acerca de los resultados de un proyecto en ejecución, con el objeto de emitir juicios específicos acerca de su eficacia, eficiencia y efectividad y por último se encuentra la *investigación de intervención*, que es realizada dentro de un proceso en ejecución y generalmente está enfocada a solucionar problemas sociales.

Aunque el fin de la investigación dentro de las universidades debe ser la producción de conocimiento y avance tecnológico, pues es gracias a ella que se ha contribuido al avance de la ciencia, la investigación experimental no lo puede ser todo, pues existen otros tipos de investigación como las que mencionamos anteriormente que se pueden y se debieran promover a todo nivel, es decir, se hace necesario que dentro de las universidades se promueva la investigación desde el mismo momento en que el estudiante comienza su vida universitaria, en este caso, debería promoverse la investigación (en cualquiera de sus tipos) desde el mismo nivel introductorio, así no se cuente con los conocimientos específicos para hacer una investigación experimental, pero si se pudiera por ejemplo hacer una investigación de tipo descriptivo.

Un ejemplo claro de un tipo de investigación en la que se puede vincular a la comunidad universitaria, y de la cual considero estamos necesitados como universidad, es la de tipo de investigación en la intervención, que para efectos educativos de la llama *Investigación Acción Participativa*, en la que docentes y estudiantes ponen en común sus esfuerzos para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, definiendo problemas, proponiendo objetivos, buscando estrategias que permitan mejorar el proceso educativo y evaluando constantemente las responsabilidades de estudiantes y docentes, para así poder planificar de una mejor manera los procesos de enseñanza y aprendizaje, que al final de cuentas son la columna vertebral de toda institución educativa.

De igual manera, es pertinente que se promuevan dentro de los estudiantes universitarios actitudes propias de un investigador, es decir, promover en ellos actitudes que favorezcan la apropiación de manera significativa (y más adelante la creación) del conocimiento científico, al respecto la profesora Blanca Inés Prada, habla de un *espíritu científico* que se debe *infundir* para que se pueda cumplir con esa demanda y esa necesidad que tienen los estudiantes universitarios, expresa la autora que el espíritu verdaderamente *científico implica ante todo y sobre todo una gran curiosidad intelectual*, apunta ante todo al comprender más que al mero conocer, además exige promover un espíritu crítico, que es manifestado por la duda, no por una duda escéptica, sino mas bien por una duda metódica utilizando palabras de Descartes, de igual manera, se necesita crear la conciencia dentro de la universidad que las verdades científicas son transitorias y provisionales, que están ahí mientras otras logran suplantarla (Prada Márquez, Pág. 5), si se promueven estas actitudes en los estudiantes universitarios al iniciar su proceso de formación y durante su estadía en la universidad, contaremos con estudiantes inquietos intelectualmente y con un anhelo constante de aprender de manera significativa y sobre todo que puedan *disfrutar intensamente del placer de conocer*⁶.

⁶ PRADA, Blanca Inés. Artículo Inedito. Bucaramanga UIS. 1995.

1.1.2 La labor docente al interior de la universidad:

De acuerdo a la ley 30 la universidad también debe cumplir *con la formación académica en profesiones o disciplinas*, la cual permite que los estudiantes adquieran las competencias cognitivas y actitudinales para que puedan desempeñarse de manera apropiada dentro de la disciplina en la cual están siendo formados de acuerdo con las exigencias propias de la época en la que de están haciendo profesionales y de forma que puedan realizar su proyecto de vida.

La docencia es la actividad en la cual la universidad planifica los procesos de enseñanza y brinda las condiciones que permiten al estudiante desarrollar su proceso de aprendizaje. En este caso se requiere que la universidad se interese de manera significativa por el planeamiento docente con el fin de mejorar los procesos de aprendizaje que se dan dentro de ella y por brindar condiciones favorables para el aprendizaje de los estudiantes, que al fin de cuentas es el fin de la función docente de la universidad. En este aspecto estoy de acuerdo cuando se afirma *“que uno de los cambios que debería abordarse con mayor prontitud en el mundo universitario se ubica en el proceso de aprendizaje del estudiante y en el diseño de las condiciones que lo hagan posible”*⁷.

Lastimosamente la universidad de los últimos tiempo ha dedicado muy poco tiempo y recursos a la planeación docente (MARTINEZ, 2002) y pareciera que los procesos de enseñanza se están desarrollando de la misma manera en la que se hacían en el siglo pasado, se pudiera llegar a pensar que la función docente de la universidad sólo se limitara a la repartición de una carga docente pero sin un

⁷ MARTINEZ, Miguel; BUXARRIS, María; BARA, Francisco. La universidad como espacio de aprendizaje ético. Publicado originalmente: “Ética y formación universitaria”. En el número 29 de la Revista Iberoamericana de Educación de la OEI (Mayo-Agosto 2002)

interés genuino por mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se dan dentro de ella.

Es por estas razones que se requiere que la labor docente en la universidad, se centre más en el estudiante y no tanto en el docente, pues es necesario que el estudiante se vaya convirtiendo día a día en el protagonista de su proceso de aprendizaje, es decir, *ir transfiriendo progresivamente el control del proceso de aprendizaje al estudiante buscando que el docente se vaya convirtiendo en innecesario* (Pozo, 1996. pag.347), de esta manera se logrará desarrollar aprendizajes autónomos, que son los que en este tiempo se requieren, ya que las competencias que se exigen a los profesionales de la *sociedad del conocimiento*, son actitudinales y no solo cognitivas como se pensaba hace unos años, *la figura profesional ya no corresponde con la de una persona llena de conocimientos, que desempeña en su trabajo una serie de funciones y/o actuaciones profesionales en buena medida cerradas y repetitivas* (Martinez, 2000).

La formación académica de los profesionales exige que conozcan su disciplina, pero que estén también en la capacidad de seguir aprendiéndola de manera autónoma durante toda su vida profesional, pero además, se demanda que estén en la capacidad de desaprender los conocimientos que pronto serán obsoletos y de adquirir los que estén vigentes (Martinez, Buxarris y Bara. 2002).

De lo anterior, se identifica la necesidad que la universidad invierta tiempo y recursos en reenfocar su actividad docente hacia el aprender a aprender, donde el proceso educativo más que buscar enseñar conocimiento científico se interese por enseñar a cómo aprenderlo, desarrollando procesos metacognitivos puedan ayudarle a los estudiantes a enfrentar los retos de aprendizaje que demandan el desarrollo tecnológico y científico de la actualidad.

El reenfocar la actividad docente hacia propósitos como los que hemos mencionado, no es un propósito instantáneo ni tampoco nace de manera silvestre,

requiere de esfuerzo y tiempo por parte de directivas y del personal docente. En especial, es necesario que los docentes tomemos actitudes diferentes a la hora de abordar nuestra labor, tomando conciencia que ésta requiere de preparación en lo pedagógico, que ofrecer experiencias educativas orientadas a mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, es una responsabilidad del maestro y no sólo del estudiante como se cree a veces, y que para poder facilitar condiciones favorables para el logro de aprendizajes significativos y autónomos se necesita un cambio en la *cultura docente*, por esta razón se requiere que los docentes nos preocupemos por *encontrar más argumentos que ayuden a convencer a aquellos – docentes- que aún no lo están, y que contribuyan a la promoción de actitudes y acuerdos en el profesorado orientados a la creación de una cultura docente en la universidad capaz de generar una mejora de la calidad y una forma diferente de entender...es decir un nuevo modelo de docencia universitaria más centrado en el que aprende y menos en el que enseña; mas en los resultados del aprendizaje que en las formas de enseñar, y mas en el dominio de unas competencias procedimentales, actitudinales y – metacognitivas - que en las informativas y conceptuales* (Martinez, Buxarris y Bara. 2002).

1.1.3 El compromiso de extensión:

La función de extensión hace posible que todo el desarrollo cultural, científico y humanístico gestado en la universidad, gracias a la investigación y la docencia, contribuyan a la solución de los problemas que aquejan a la sociedad, es decir, que sea de la academia donde nazcan las propuestas que ayuden a mejorar la calidad de vida de los colombianos y que se contribuya de manera significativa con el propósito de unidad nacional.

Como puede verse la función de extensión de la universidad realmente marca grandemente la diferencia con los otros tipos de instituciones de educación superior y, más aún, si es una universidad del estado, pues ésta debe estar aún

más comprometida con los intereses nacionales. La extensión exige un gran esfuerzo investigativo, intelectual, docente y administrativo; pues la correcta interacción entre cada uno ellos hará posible que la universidad se encamine a propósitos y necesidades comunes y no sólo al servicio de intereses particulares.

La transferencia debiera ser uno de los rasgos que distinguiese los aprendizajes que se dan en la universidad, es decir, que un estudiante sea capaz de transferir lo que sabe al mundo real, que sus conocimientos puedan ser aplicados correctamente para solucionar problemas reales. Al respecto se hace necesario tener en cuenta que la transferencia del conocimiento, *no es un hecho automático que se de de manera simultánea al aprendizaje* (Pozo 1996. Pag. 80).

Para que todo acervo intelectual, científico, cultural y humanístico producido en la universidad pueda contribuir a solucionar problemas pertinentes a ella, se hace necesario que la actividad docente -esa que permite que los estudiantes incorporen a la sociedad su competencias profesionales y ciudadanas- revise los procesos de aprendizaje que dan al interior de ella y se promuevan aprendizajes significativos de modo que puedan ser trasferibles, sobre todo que se puedan aplicar para la solución de problemas pertinentes a la región y al país.

No todas las formas de aprendizaje facilitan por igual la transferencia (Pozo 1996. Pag. 80), en general los aprendizajes de tipo asociativo o aquellos que se dan por la repetición, hacen que difícilmente los conocimientos y las competencias sean transferibles a otras situaciones o que puedan ser recordados en otros contextos. Por lo anterior, se hace necesario que dentro de la universidad no sólo se den aprendizaje mecánicos o repetitivos pues estos no permiten transferirse diversas e impredecibles situaciones como con las que se enfrenta un profesional a la hora de solucionar un problema laboral, sino que dentro de ella se promuevan aprendizajes significativos que en pocas palabras se podría definir como que el estudiante comprenda lo aprendido de tal forma que pueda ser utilizado en situaciones posteriores con éxito.

Igualmente existe la necesidad que para que lo que se aprende pueda ser utilizado para el bien del entorno que rodea a la universidad, el profesional debe conocer los problemas de su entorno y sentirse realmente comprometido con su región y con su nación, más aún el egresado de una universidad pública. Pero este compromiso no es algo que se pueda delegar al currículo oculto o quizás a factores externos a la universidad solamente, se requiere que ella se interese por formar verdaderos ciudadanos, responsables y comprometidos éticamente con la realidad que les rodea (Cortina. 1997), sino difícilmente estarán motivados a emplear su conocimiento para solucionar problemas de su región o de su país. En pro de conseguir estas *competencias ciudadanas*, estas deben hacer parte de los currículos de las diferentes áreas del conocimiento y promoverse de manera explícita dentro de las aulas universitarias.

1.2 El compromiso de la Universidad Industrial de Santander ante sus funciones:

En respuesta a la Ley 30 de Educación Superior, la Universidad Industrial de Santander inicia un proceso de reflexión, con el fin de alcanzar la excelencia en todos sus procesos académicos. El producto de este trabajo está representado por un documento donde se sintetizan los principios y lineamientos de su Proyecto Institucional, que incluye la definición de su Misión y Visión, al igual que la formulación de las políticas institucionales y estrategias generales, conducentes al logro de los principios misionales, basados en los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra y el trabajo interdisciplinario, para responder a las necesidades de la sociedad y del estado colombiano.

La Misión de la UIS representa el consenso de su comunidad universitaria, en torno a sus propósitos colectivos y se define a si misma, como una organización pionera en la *“formación de personas de alta calida ética política y profesional, la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de*

*la cultura y la participación activa, liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad*⁸.

En el ejercicio de proyectarse en 15 años, la UIS se vislumbra como una institución de educación superior estatal y autónoma, líder en desarrollo científico y tecnológico de excelente calidad, que ofrece formación permanente con pertinencia social, mediante el intercambio con instituciones extranjeras, adaptándose a los avances en interactividad que ofrecen las nuevas tecnologías en educación virtual. De igual manera, conservará y manifestará su vigencia social, mediante la participación activa en los organismos de planificación regional, para favorecer su crecimiento y desarrollo en todos los ámbitos que la sociedad lo requiera.

De otro lado, las políticas emanadas de los organismos directivos de la institución, establecen trece directrices mediante las cuales se convoca a la participación activa de toda comunidad universitaria, para cumplir a cabalidad con su misión. La primera política hace referencia a la construcción de una comunidad universitaria, con un alto sentido de pertenencia y compromiso con la institución, donde se logre una asimilación y cumplimiento de los propósitos misionales. Como institución pública, la segunda estrategia está orientada a la responsabilidad social mediante la formación de alta calidad y pertinencia, conducentes a la transformación nacional con sentido ético y responsabilidad política. Como tercera estrategia y en cumplimiento de una de sus funciones sustantivas como institución de educación superior, la cultura investigativa debe impregnar todas las acciones académicas, sociales y prácticas profesionales, que le confieran y garanticen la vigencia y pertinencia social necesarias, para responder con calidad a los problemas del contexto.

Otra de sus políticas establece la necesidad de alcanzar un desempeño integral del cuerpo docente, donde se conjuguen la docencia, la investigación y la

⁸ Universidad Industrial de Santander. Proyecto Institucional, Bucaramanga, 2000, p.14.

extensión, que evidencien los objetivos sociales del aprendizaje, mediante el pensamiento crítico, creativo e innovador, cuyo fin último sea contribuir a una mejor calidad de vida de las personas y su entorno, al igual que de la sociedad en armonía con el ecosistema.

Así mismo, el proyecto institucional plantea un mecanismo para garantizar el mejoramiento de la calidad y la pertinencia social de los programas con miras a lograr la excelencia académica, lo que exige un ejercicio permanente de procesos de autoevaluación y evaluación externa. Ambos hacen parte de la cultura institucional que vela por el cumplimiento de la misión institucional.

Como institución educativa de orden superior, la pedagogía para la formación integral es otra de sus políticas fundamentales. Para tal fin, la UIS establece su modelo con base en la pedagogía dialógica, como principio de democracia participativa, en la cual el estudiante se reconoce como interlocutor válido y actúa como persona autónoma asumiendo con responsabilidad los procesos de aprendizaje (aprender a aprender, aprender a ser, aprender a hacer y aprender a convivir), para el logro de una formación integral y permanente durante su vida.

Por su naturaleza estatal, la UIS debe propiciar un compromiso colectivo de eficacia y eficiencia en todas las tareas institucionales, mediante la racionalización de los recursos.

Otra de las políticas institucionales es la ampliación de cobertura, tanto en dirección horizontal en los programas académicos de pregrado y vertical en los de postgrado a nivel de maestría y doctorado; mediante el fortalecimiento y desarrollo de grupos y líneas de investigación, no sólo en la sede central, sino en todas las demás. Esta política tiene como objetivo apoyar el desarrollo regional y el avance científico y tecnológico que apoyan el sentido social de la universidad.

El proyecto cultural de la UIS, se consolida como otra de sus políticas que propende por la formación integral de sus estudiantes, con alta calidad ética, política y profesional, a partir de la comprensión de la cultura colombiana, como la realización efectiva de los valores supremos de la humanidad por medio del cuidado de los bienes y valores más elevados del ser humano, conducentes a la generación de los procesos que modernicen y generen los cambios sociales para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Entre las políticas vigentes de globalización, le corresponde a la universidad mantener una activa interrelación con las comunidades académicas internacionales, buscando un reconocimiento de sus grupos y centros de investigación.

Además, el reflejo de la universidad en el medio externo se traduce en el desempeño de sus egresados. Por lo tanto, la institución los reconoce como miembros activos de su comunidad universitaria; en este sentido formula la política de relación permanente con ellos, mediante la organización y el ofrecimiento de programas de educación continua y la garantía de su representación en el máximo estamento directivo de la universidad, de forma que puedan apoyar el desarrollo del proyecto institucional.

Finalmente, la política financiera tiene por objetivo garantizar la viabilidad institucional, mediante la aplicación de diversas estrategias para la generación de recursos propios y la financiación estatal, con base en los resultados de alta calidad en el desempeño en cada una de las funciones universitarias. Complementariamente, la política organizacional en el marco de la ley, promueve la gestión autónoma, responsable, flexible y descentralizada, que conduzca al cumplimiento de la misión y los objetivos institucionales.

Para el cumplimiento de las políticas institucionales, la universidad planteó una serie de estrategias derivadas de las mismas que permiten el desarrollo de las tres funciones sustantivas de la institución: Docencia, investigación y extensión.

El desarrollo de la función de docencia está planteada a partir de las estrategias de desempeño integral de los docentes, mejoramiento de la calidad y la pertinencia de los programas académicos y de estrategias pedagógicas. La estrategia de desempeño integral de los docentes enfatiza la responsabilidad de ejercer labores de investigación, pedagogía y atención a la sociedad desde una perspectiva interdisciplinaria. Se plantea la necesidad de explicitar a los estudiantes la misión, las políticas y la visión de cada una de las unidades académicas y de la universidad, así como la responsabilidad con el desarrollo cultural de la sociedad regional. El mejoramiento de la calidad se busca por medio de procesos de autoevaluación de los programas académicos, siguiendo los lineamientos estatales y por medio de la colaboración de pares; también se plantea la importancia de mantener vínculos con otras instituciones y grupos a nivel nacional e internacional. Las estrategias pedagógicas implican un cambio de orientación de la docencia, dirigiéndola al aprendizaje del estudiante más que a la enseñanza en sí; se recalca la necesidad de llevar a cabo procesos de reforma académica, el desarrollo de nuevas metodologías para permitir el aprendizaje al ritmo del estúdiante, favorece los procesos de inducción a la vida universitaria, construir los espacios e infraestructura adecuados a las nuevas metodologías e implantar el sistema de tutorías.

Por su parte, el desarrollo de la función de investigación se plantea mediante las estrategias de institucionalización de la cultura de la investigación, el mejoramiento de la calidad e internacionalización. El Proyecto Institucional plantea la *“investigación como el modo cotidiano del pensar y hacer universitario”*⁹, lo que va ligado al requerimiento de la formación del espíritu científico para un aprendizaje efectivo. Lo anterior compromete a los docentes con la tarea de investigación y la

⁹ Universidad Industrial de Santander, Proyecto Institucional, 2000, p. 30

consolidación de los grupos, la búsqueda de fondos externos y la cooperación con pares internacionales. La investigación formativa se perfila a través de la participación de estudiantes en los grupos de investigación y la participación en experiencias de formación orientadas a enseñar a pensar y a aprender. También se propicia la mayor utilización de auditorios para eventos científicos en las diferentes áreas del conocimiento.

El mejoramiento de la calidad y la internacionalización son planteados mediante la vinculación de los docentes y diversos programas a redes académicas internacionales, que permitan avanzar en el afianzamiento de la calidad y pertinencia de las disciplinas y sus procesos, la promoción de pasantías de profesores-investigadores y de estudiantes talentosos en instituciones del exterior para fortalecer su formación o participar en proyectos de investigación y el fortalecimiento de alianzas estratégicas con universidades nacionales y extranjeras de excelencia.

El desarrollo de la función de extensión es claramente planteada mediante las estrategias de fortalecimiento de la responsabilidad social de la universidad y la relación con egresados. Al respecto, *desde su Fundación en 1948, la universidad se pensó a sí misma como “motor de cambio social en la región”, es decir, responsable de los cambios culturales que habrían de acontecer en la sociedad*¹⁰. En este orden de ideas se plantea el desarrollo de estrategias de asociación multidisciplinaria para el estudio de problemas sociales nacionales, la apropiación efectiva de las ciencias y técnicas y la creación de nuevas formas culturales. Se propicia el aumento de la oferta universitaria de prácticas sociales y empresariales, motivando el compromiso de elevar la vigencia social de los programas académicos y el desarrollo de proyectos de difusión del pensar y hacer universitarios por los diferentes medios de comunicación. Se propone mantener una relación dinámica con los egresados para lograr realimentar los procesos académicos con las innovaciones profesionales que vayan surgiendo.

¹⁰ Ibid. P. 33

Sin embargo, en la realidad universitaria las prácticas sociales y empresariales no siempre son favorecidas. Las estrategias se encuentran planteadas de tal forma que llevarían a cabal cumplimiento de la misión de la universidad, sin embargo, en la medida en que se implementen se logrará los objetivos propuestos. En la actualidad se encuentra que las propuestas de cambio han sido aceptadas lentamente, tanto por parte de docentes como de estudiantes, puesto que muchos procesos pedagógicos continúan centrados en el docente y sin la flexibilidad propuesta.

En cuanto a la reflexión continua sobre el quehacer universitario y su pertinencia en el proyecto institucional se insiste en que es necesaria la implementación real y operativa de una verdadera reforma académica, que no debe perder de vista los siguientes principios orientadores:

- a) La formación integral como un objeto Institucional que se propone integrar la perspectiva tradicional de la UIS de creación y conservación del conocimiento con una perspectiva humana y social de los programas académicos. Entendiendo que el *UNIVERSITARIO UIS* debe distinguirse por ser: *“ciudadano, ético, creativo, profesional excelente y versátil, culto, estéticamente formado, desarrollado física y mentalmente, preocupado por el cuidado del medio ambiente y con un alto sentido de su responsabilidad social”*.¹¹

- b) La investigación como una *actividad académica primordial* que va a potenciar las otras funciones de la universidad (docencia y extensión). En este sentido se propone que la investigación debe hacer parte *constitutiva del proceso de formación integral*, por lo tanto no puede promoverse sólo en los estudiantes que acceden a los postgrados, por eso se requiere que la cultura investigativa en la UIS sobrepase *los límites de la buenas*

¹¹ Universidad Industrial de Santander, Proyecto Institucional, 2000, p. 47

intenciones y el discurso; en este sentido debe considerarse la investigación como el eje central alrededor del cual giren las actividades universitarias, integrada al proceso docente y como resultado de lo anterior la universidad debe proponer soluciones a problemas de orden regional y nacional.

- c) La vigencia social de la Universidad como una Institución pública que tiene grandes responsabilidades, en primer lugar, en la necesidad social de educación, que promueva aprendizajes integrales de acuerdo con el contexto social en el cual se desenvuelve la UIS y en segundo lugar con la creación del conocimiento que permita el desarrollo cultural, económico, político y tecnológico a nivel regional y nacional.
- d) La flexibilidad e interdisciplinariedad en los programas de estudio para eliminar de ellos la rigidez y la profesionalización que caracterizó durante mucho tiempo a la UIS, entendiendo la flexibilidad como una característica de los planes de estudio para que no enfoquen en una tendencia profesionalizante, sino que además se preocupe por aspectos que tiene que ver con la formación integral, es decir que se brinden espacios para que *el estudiante desarrolle sensibilidad hacia otras disciplinas y construya su personalidad frecuentando otros campos de conocimiento, aprovechando todas las oportunidades que le ofrece el ambiente cultural de la Universidad*¹², de otro lado la interdisciplinariedad propende por interrelación de los saberes, para que se puedan superar las limitaciones del *saber especializado* frente a problemas complejos, para los cuales las ciencias especializadas seguramente no pueden ofrecer soluciones.
- e) La pedagogía dialógica como parámetros fundamentales de la comunidad universitaria en donde profesores y estudiantes mantienen una estrecha relación no sólo académica, científica y pedagógica, sino también de

¹² Ibid. P.65

respeto, de comunicación y de autonomía. En este sentido lo que se quiere es superar ese tipo de educación donde el docente es el eje central para que se convierta en aquel que *induce a los estudiantes a aceptar y apropiarse del saber disponible*¹³, por consiguiente, la nueva concepción pedagógica debe tener las siguientes características:

- Mantener vigente la pregunta
 - Incentivar la expresión oral y escrita
 - Ayudar al desarrollo de la capacidad de juicio crítico y argumentativo
 - Beneficiar la construcción de una ética de la responsabilidad que favorezca el desarrollo de la autonomía
 - Posibilitar el ejercicio estético del gusto por el estudio
- f) La formación permanente como estilo de vida de docentes y egresados conscientes de la imperiosa necesidad de actualización con el propósito de afrontar el vertiginoso ritmo de cambio de la sociedad de la información.

1.3 Relación universidad, ciencia, tecnología y sociedad:

El avance científico ha constituido uno de los factores fundamentales para el progreso de la humanidad. Este avance, como todo proceso evolutivo, ha estado caracterizado por la presencia de una serie de etapas, cada una de las cuales, es de esperarse, supere a su predecesora, aunque este no ha sido siempre el caso. La forma de vida del hombre ha sido afectada por las aplicaciones de los conocimientos propios de cada una de estas etapas. Por otra parte, este proceso evolutivo de la ciencia no ha culminado – ni lo hará nunca- pues este es una característica inherente a su definición.

¹³ Universidad Industrial de Santander, Proyecto Institucional, 2000, p. 69

La influencia de la ciencia y sus aplicaciones sobre el ser humano ha venido en constante crecimiento, a tal punto que la definición de riqueza ha cambiado – especialmente en los últimos años – de la posesión de bienes materiales a la de conocimiento científico. Este conocimiento científico y sus aplicaciones dotan a quien lo posee de un poder que permite tomar decisiones que afectan de manera positiva o negativa a la humanidad, de ahí la importancia que el avance científico deba correr sobre los rieles de la ética y de actitudes que favorezcan el desarrollo integral del hombre.

Es por esto que el papel de las universidades como conservadoras, transmisoras y creadoras de conocimiento, tiene gran importancia en el desarrollo de un país, además, si se tiene en cuenta que dentro de ellas no sólo se debe favorecer el desarrollo cognitivo y procedimental sino también lo actitudinal, que como ya se mencionó, es un riel por el cual se debe encaminar el desarrollo científico y por ende el desarrollo de la humanidad.

En esta dirección, el informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI (Delors, 1996) considera que la sociedad exige de la educación (en todo nivel) una proyección de su quehacer educativo que responda al reto que le ofrece un mundo rápidamente cambiante, la comisión plantea que la educación deba girar en torno a cuatro pilares fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser, pilares que deberán ser implementados en la educación que se imparte en las universidades si se quiere responder a los retos que le presentan la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Aprender a conocer: “Consiste para cada persona en aprender a comprender el mundo que la rodea. Al menos suficientemente para vivir con dignidad, desarrollar sus capacidades profesionales y comunicarse con los demás”¹⁴

¹⁴ DELORS, Jacques. La educación encierra un tesoro. En: “Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI”. Madrid: Santillana, 1996. pag.23.

Aprender a hacer: Se refiere a la formación profesional, a lograr que el estudiante aplique lo que aprendió, y lo transfiera a las necesidades del entorno, así mismo, que desarrolle competencias para liderar procesos y tomar la iniciativa en buscar soluciones a las necesidades del mercado laboral.

Aprender a vivir juntos: Significa aprender a compartir y comprender mejor al otro en sus debilidades y fortalezas además prepararse en todos aquellos aspectos que rodean la vida de una persona, su cultura, su historia, espiritualidad, desarrollar la capacidad de trabajo en equipo, prepararse para el manejo adecuado de los conflictos.

Aprender a ser: La educación debe brindar al estudiante, la debida formación que permita el desarrollo de pensamiento crítico y autónomo en la toma de decisiones y resolución de problemas de un alto sentido de responsabilidad, y así contribuir al desarrollo global del ser humano dotado de cuerpo, mente, espiritualidad, potencialidades, sentido de la estética, facilidad de comunicarse con los demás, etc.

Para que el proceso de formación que se da al interior de la universidad no puede ni debe desconocer cuatro pilares que desde la Comisión Internacional para la Educación se le demandan, ya que éstos se plantean con la intención de brindar beneficios a nivel científico, tecnológico y social al entorno que rodea a la universidad, objetivos que también están de acuerdo con las funciones de docencia, investigación y extensión, que como mencionamos anteriormente, deben regir los principios directores de toda aquella institución de educación superior que recibe el nombre de universidad.

En este sentido la demanda de aprender a conocer en esta época, que se ha querido llamar la *sociedad del conocimiento* (Silvio, 2000), son muy diferentes a las de otras épocas, pues los analfabetas de la sociedad del conocimiento “no serán aquellos que no sepan leer y escribir, sino los que no puedan aprender,

desaprender y volver a aprender” (Alvin Toffler), por lo tanto, se hace necesario que el proceso de formación o la labor docente de la universidad esté enfocada hacia el aprender a aprender (Pozo, 1996), debido a que no ha habido antes una época en que la validez de los conocimientos sean tan efímera y además en donde la producción intelectual acerca de cualquier disciplina crezca a diario como hoy en día, razón por la cual en este tiempo aprender a conocer no implica sólo competencias cognitivas sino también que los profesionales posean estrategias de aprendizaje y competencias metacognitivas que puedan responder a las demandas de aprendizaje que la sociedad les hace, al respecto dice Carlos Hernández (2002), que la universidad tiene la responsabilidad de *“formar alumnos (...) en una relación con el conocimiento caracterizada por la indagación permanente, el dialogo intenso, la apropiación la apropiación de la historia de los problemas y la sistematización del camino seguido a través de la escritura, la conciencia de los procesos involucrados en el aprendizaje que permite diseñar estrategias para continuar aprendiendo”*¹⁵.

Como mencionamos la universidad debe estar comprometida con el saber desde una perspectiva metacognitiva, pero su vez no puede ignorar o desconocer la problemáticas de la sociedad o considerarlas desde una perspectiva distante o ideológica, por el contrario al ser generadora de conocimiento científico y de tecnología debe estar consciente que éstos le ofrecen oportunidades tan valiosas de mejorar la calidad de vida de las personas que están en su entorno, que no puede cometer la irresponsabilidad de ignorar estas necesidades (Hernández, 2002), ni dejar de poner al servicio de ellos toda su labor docente, investigativa y su compromiso con la extensión. De igual manera el *aprender a hacer* implica que se forme a los futuros profesionales con la capacidad de continuar aprendiendo aun después de haber abandonado las aulas universitarias y se enfrenten a un mundo laboral que les exige que rápidamente cambien de un trabajo a otro, que desaprendan y aprendan rápidamente, pues los conocimientos tecnológicos que

¹⁵ HERNÁNDEZ, Carlos A. Universidad y Excelencia. En: “Educación Superior. Sociedad e investigación: Cuatro estudios básicos sobre educación superior”. Compilado por: Myriam Henao W. Colciencias, Ascun. Bogotá. 2002. Pag. 30

son válidos hoy día pueden ser obsoletos para mañana, en este sentido la demanda sigue siendo la misma de la que hemos venido hablando, el proceso educativo debe enfocarse su *aprender a hacer* también como un aprender a aprender hacer, es decir, profesionales con la capacidad de afrontar situaciones nuevas apropiándose del conocimiento necesario para poderlas abordar, situaciones para las cuales no necesariamente se prepararon inicialmente (Hernández, 2002).

De otro lado, si algo, en lo cual estamos en mora con nuestra sociedad los educadores, es en enseñar a nuestros discentes a *vivir juntos*, las noticias y las estadísticas muestran los colombianos no sabemos hacerlo. Lastimosamente el brindar oportunidades válidas de formación en aspectos como la comprensión, el trabajo en equipo, la solidaridad, el compañerismo y la tolerancia, muchas veces están ausentes de las aulas universitarias, en este sentido la Declaración mundial para la educación superior del siglo XXI, en su artículo 6 versa la orientación a largo plazo fundada en la pertinencia que contempla la adecuación entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que éstas hacen. El numeral (b) del mismo artículo plantea que la educación superior debe reforzar sus funciones de servicio a la sociedad y, más específicamente, hacer que sus actividades se encaminen a erradicar la pobreza, la violencia, la intolerancia, el analfabetismo, el hambre, el deterioro del medio ambiente y las enfermedades, todo esto a través de un planteamiento llevado a cabo tanto a nivel intra como transdisciplinario en donde se pueda dar un análisis de los problemas y las preguntas planteadas¹⁶.

De igual manera, la sociedad contemporánea reclama que en las instituciones de educación superior se eduque al hombre en valores, que los egresados de nuestras universidades, salga con un perfil más humano, es decir, que se preocupe por formarle en todos aquellos aspectos que rodean la vida de una persona, algunas veces dentro de las aulas universitarias se dictan sin la intención de formarlos en

¹⁶ SILVIO, José. La Virtualización de la Universidad. Iesal/UNESCO. Caracas, 2000. Pag.29.

responsabilidad, como veremos más adelante temas como la responsabilidad, el pensamiento crítico y autónomo, los valores ciudadanos, el sentido de la estética, la buena comunicación y todos aquellos que contribuyan a la formación integral de los futuros deben hacer parte del currículo universitario, al respecto afirma Silvio (2000, Pag. 168) “se deben formar a los estudiantes para que se conviertan en ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas (...) y asumir responsabilidades sociales.

Para finalizar y basado en la reflexión hecha por Morin (2000) por solicitud de la UNESCO, queremos presentar un resumen de los *siete saberes necesarios para la educación del futuro*, partiendo de la premisa que éstos saberes exigen un esfuerzo adicional por parte de los actores de la comunidad académica por direccionar el proceso educativo hacia un enfoque educativo mundial que permita comprender los motivos inspiradores de la revolución educativa (Morín, 2000). Aquí se exponen los problemas centrales que permanecen ignorados u olvidados por completo y que son necesarios para enseñar en el siglo XXI:

- **Las cegueras del conocimiento:**

La disposición del ser humano, las imperfecciones, sus dificultades y sus tendencias al error como a la ilusión no hace conocer lo que es conocer, así el conocimiento debe verse como una primera necesidad que sirva de preparación para afrontar los riesgos permanentes de error y de ilusión que no cesan de parasitar el espíritu humano¹⁷.

De lo anterior vemos que el conocimiento nunca estará exento del error y la ilusión, ninguna actividad humana estará exenta del error y menos en el ámbito educativo, el error es tan viejo como el aprendizaje mismo (Astolfi. 1999). De igual

¹⁷ MORIN, Edgar. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. Bogotá. Pag. 3.

forma el conocimiento en forma de palabra, idea o teoría es el fruto de la traducción-reconstrucción mediada por el lenguaje y el pensamiento. Este conocimiento implica la interpretación individual lo que genera y multiplican los riesgos de error en la subjetividad del cognoscente, su visión del mundo, sus principios de conocimiento, la proyección de nuestros deseos, la proyección de nuestros miedos, nuestras perturbaciones mentales y los sentimientos. Al respecto diversos estudios han probado que “*el desarrollo del Conocimiento Científico es un medio poderoso de detección de errores y de lucha contra las ilusiones*”¹⁸ y que el desarrollo de la inteligencia es inseparable de la afectividad, la facultad de razonamiento puede ser disminuida por ausencia de emoción. No quiere decir esto que los paradigmas que controlan la ciencia no puedan desarrollar ilusiones y que ninguna teoría científica está inmunizada entra el error.

- **Los principios de un conocimiento pertinente**

En este principio se insiste en la necesidad de “*promover un conocimiento capaz de abordar los problemas globales y fundamentales para inscribir allí los conocimientos parciales locales*”¹⁹. En este sentido es necesario tener en cuenta aspectos importantes como la pertinencia del conocimiento, la capacidad intelectual de los seres humanos y los problemas esenciales que son necesarios abordar.

De la pertinencia del conocimiento: En este sentido se exige una reforma en las formas de pensamiento al interior de la universidad por que existe una *inadecuación* cada vez más amplia entre nuestros saberes que se tornan desunidos, divididos y compartimentados y las realidades o problemas cada vez más interdisciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, globales y planetarios.

¹⁸ Ibid. Pag. 6

¹⁹ Ibid. Pag. 11

La inteligencia general: Entre más amplia sea la inteligencia general más grande es su facultad para tratar problemas especiales, y al comprender los elementos particulares activa la inteligencia general que opera y organiza para solucionar un caso particular. Por lo que es un reto y compromiso de las instituciones educativas, el desarrollo cognitivo de los educando de forma que puedan realizar de manera eficiente sus procesos mentales.

Problemas esenciales: En la detección de los problemas esenciales hay que colocar especial atención a los efectos que pueden tener la hiperespecialización (extrae un objeto de su contexto), la tendencia a la reducción propia de algunas ciencias o disciplinas que consiste en reducir lo complejo a lo simple, puede motivar la eliminación de lo cualitativo como son las pasiones, emociones, sentimientos, etc., y la falsa racionalidad.

- **Enseñar la condición humana:**

Dado que el ser humano es físico, biológico, psíquico, cultural, social e histórico, Morin (2000) plantea que la educación del futuro debe apuntar a una enseñanza universal y centrada en la condición humana. Es principalmente una coordinación global, un compartir entrelazado del ser humano integral, situado en el universo y a la vez separarlo de él, es describir nuestra situación el mundo. *“Es imposible concebir la unidad compleja de lo humano que concibe nuestra humanidad de manera insular por fuera del cosmos que lo rodea, de la materia física y del espíritu del cual estamos constituidos, la complejidad humana se vuelve invisible y el hombre desvanece”*²⁰. De ahí de la necesidad de *“una gran religazón de los conocimientos resultantes de las ciencias naturales con el fin de ubicar la condición humana en el mundo, de las resultantes de las ciencias humanas para*

²⁰ MORIN, Edgar. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. Bogotá. Pag. 36

aclarar las multidimensionalidades y complejidades humanas y la necesidad de integrar el aporte inestimable de las humanidades, no solamente de la filosofía y la historia sino también de la literatura, la poesía, las artes...” ²¹

- **Enseñar la identidad terrenal**

El objeto de la educación para el futuro debe tener en cuenta el conocimiento de los desarrollos de la era planetaria que se incrementará en el siglo XXI, al igual que el reconocimiento de la identidad terrenal. Se hace necesario enseñar la historia de la era planetaria que comienza con la comunicación de todos los continentes en el siglo XVI, mostrar cómo se volvieron ínter solidarias todas las partes del mundo, mostrar opresiones que asolaron y asolan a la humanidad, enseñar la crisis planetaria del siglo XX, enseñar la fase de la mundialización civilizar y solidarizar la tierra, mostrar cómo puede ser posible el progreso y la supervivencia de la humanidad.

- **Afrontar las incertidumbres**

En la frase celebre de Eurípides de esperar lo inesperado, nos introduce en el irremediable devenir de los cambios de la incertidumbre de la historia humana. En la educación para el siglo XXI es imperativo la inclusión de una formación para asumir y enfrentar las incertidumbres que han aparecido en las ciencias físicas, ciencias de la evolución biológica y las ciencias históricas durante el siglo XX. En este sentido se hace necesario “enseñar principios de estrategia que permitan afrontar los riesgos, lo inesperado, lo incierto, y modificar su desarrollo en virtud de las informaciones adquiridas en el camino. Se hace necesario aprender a navegar en un océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certeza”²²

²¹ Ibid, pag 36

²² Ibid. Pag 13

- **Enseñar la comprensión**

La comprensión es hoy fundamental para la comunicación de los humanos, por lo que enseñar la comprensión es un reto importante de la educación del futuro. Esta tarea exige el cambio de mentalidades, puesto que para lograr la comprensión de la humanidad, se hace indispensable que las relaciones entre las personas pasen de un estado de violencia permanente a un estado donde sea posible la convivencia, situación que exige necesariamente la comprensión mutua y se constituye en una base fundamental de una educación para la convivencia, para la paz.

- **La Ética del Género Humano**

La ética individuo–espacio necesita un control mutuo de la sociedad por el individuo y del individuo por la sociedad en una palabra democracia planetaria. La “ética debe formarse en los espíritus a partir de la conciencia de que el humano es al mismo tiempo individuo, es parte de una sociedad y es parte de una especie”²³. La educación debe formar en la toma de conciencia de que la tierra es patria y en el desarrollo de la voluntad de ejercer la ciudadanía planetaria.

1.4 El nivel introductorio, como una respuesta de la universidad a la necesidad social de la educación

La Universidad Industrial de Santander se ha propuesto cumplir con su objetivo misional de responder a la *necesidad social de la educación*, razón por la cual pretende abrir sus puertas a todos aquellos estudiantes que sin importar su condición económica o su procedencia, prueben un deseo genuino y unas actitudes propias de un buen estudiante (Proyecto Institucional UIS, 2000, p.62).

²³ Ibid. Pag 14

En este mismo sentido la UIS ha querido tener en cuenta a algunos estudiantes de la provincia con *probadas actitudes para el estudio* (Proyecto Institucional UIS, 2000, p.62) pero que lamentablemente por encontrarse en zonas aisladas o en las cuales no tuvieron acceso a una educación básica y media de calidad, estaban quedando excluidos de la Universidad, pues su proceso de formación no les permitía obtener puntajes en el examen del ICFES sobresalientes que les permitiera competir por un cupo en la UIS central, de igual manera también ha sido intención de la universidad que la posibilidad de una Educación Superior subsidiada por el gobierno - como la que actualmente se ofrece en la Universidad Industrial de Santander-, sea también para aquellos discentes de escasos recursos provenientes de la provincia, pero que como ya se mencionó, están quedando excluidos de la universidad, pues el proceso de admisiones que actualmente se da en la sede central no es una oportunidad válida para ellos.

En este sentido la UIS ha querido dar una posibilidad de ingreso válida para los estudiantes, creando el nivel introductorio en las sedes de la provincia como una alternativa de ingreso valida para los bachilleres egresados de ellas. Para ello la UIS ha propuesto este nivel como una alternativa de ingreso para los estudiantes de provincia que no han tenido acceso a una formación media o básica de calidad o que por diferentes razones²⁴ no alcanzaron los niveles en el examen de estado exigidos por la universidad, razón por la cual a los alumnos que ingresan al nivel introductorio, no se les tiene en cuenta el nivel de sus competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, sino que, se pretende que éste les brinde la oportunidad de alcanzar unos niveles mínimos en estas competencias para poder abordar con éxito los fines educativos planteados en cualquier ingeniería²⁵ en la UIS. Los discentes que con la mediación educativa que ofrece el nivel introductorio, alcance los niveles en las competencias cognitivas, procedimentales

²⁴ Es común encontrar estudiantes del nivel introductorio que durante su formación básica y media debieron compartir su tiempo de estudio con el trabajo o que provienen de procesos educativos de no muy buena calidad y por consiguiente su formación no ha sido la mejor.

²⁵ Actualmente el nivel introductorio, solo permite el ingreso a los programas de ingeniería que se ofrecen en la UIS.

y actitudinales que se requiere para tener éxito en ciclo básico y profesional de una ingeniería, serán aquellos que obtendrán un cupo a través de éste para ingresar a formarse como ingenieros en la UIS.

En este orden de ideas sobre el proceso educativo que se desarrolla el nivel introductorio pesan dos grandes responsabilidades: en primer lugar que sea a través de este nivel que se determine cuáles estudiantes de la provincia tendrán la oportunidad de ingresar la universidad y en segundo lugar que sea éste el que facilite la formación de los futuros estudiantes de pregrado en las competencias mínimas requeridas para abordar con éxito el ciclo básico y profesional de cualquier ingeniería.

Al tratar de seleccionar aquellos estudiantes que “merecen” una oportunidad para ingresar estudiar una ingeniería en Universidad se deben tener en cuenta varios aspectos:

En primer lugar, se debe promover a aquellos estudiantes que alcancen un mínimo en las competencias cognitivas que se requieren para tener éxito en el proceso de formación que les espera en el pregrado, ya que sin estas competencias mínimas les será imposible alcanzar los aprendizajes significativos que exige su formación como ingenieros. En este sentido el nivel introductorio tiene la responsabilidad de no promover a un estudiante sin estas competencias cognitivas mínimas, pues de lo contrario le estará condenando a quedar excluido más delante de la universidad pues no logrará los fines educativos del ciclo básico, en este caso el remedio habrá resultado peor que la enfermedad, pues su exclusión por bajo rendimiento de la UIS, no solo le habrá hecho perder tiempo, esfuerzo y dinero, sino que terminará afectándolo emocionalmente no sólo al discente sino seguramente también a su familia. Así, la asignatura de matemáticas será la encargada de definir, en primer lugar, cuáles han de ser estas

competencias cognitivas mínimas²⁶ en su campo que se requieren para abordar con éxito las asignaturas como Cálculo y Álgebra entre otras que más adelante les requerirán de unos conocimientos previos sin los cuales no se podrá favorecer aprendizajes significativos,

En segundo lugar, en este proceso de selección no sólo se puede tener en cuenta el desarrollo de las competencias cognitivas, ya que si bien es cierto que éstas son necesarias para cualquier proceso educativo como lo mencionamos anteriormente, no son suficientes para tener éxito en los objetivos educativos que se espera alcance un estudiante de pregrado, en este sentido se requiere que se promuevan competencias actitudinales y metacognitivas que favorezcan no solo su proceso de aprendizaje en el nivel introductorio, sino que éste – y esto muy importante - también debe promover estas todas aquellas competencias (distintas a las cognitivas) que favorezcan los futuros aprendizajes en la universidad, ya que si los discentes ingresan a su formación de pregrado sin ellas difícilmente tendrán éxito en su proceso de aprendizaje.

De igual manera, la asignatura de matemáticas debe promover estrategias de aprendizaje y metacognitivas necesarias para el aprendizaje significativo y autónomo de la matemática y que favorezcan el aprendizaje no solo el aprendizaje de ella, sino también el de futuras asignaturas como Cálculo I y Álgebra Superior. La asignatura posee un gran reto ya que el tipo de contenidos y competencias propios de la universidad no se ajustan a un aprendizaje de tipo asociativo (Pozo 1999), como el que vienen acostumbrados muchos de los discentes que ingresan al nivel introductorio, puesto que para el caso del Cálculo se requieren de procesos más complejos de construcción del conocimiento (Pozo,1999) diferentes a la memorización y automatización. Para que estos procesos se den dentro del aula es necesario que los estudiantes desaprendan las estrategias que utilizaron en su formación básica y sean conscientes de lo que es aprender

²⁶ En el capítulo 3 y 4 de esta monografía se hace una reflexión acerca de cuáles deben ser estas competencias cognitivas mínimas requeridas para el ciclo básico de cualquier ingeniería en la UIS.

significativamente, objetivos que difícilmente se lograrán sin la mediación del docente, igualmente los docentes somos conscientes, que “la principal dificultad del aprendizaje asociativo es que repitiendo y juntando piezas –el estudiante- jamás logrará comprender”²⁷, ni dará el significado pertinente a los conceptos matemáticos. Con este tipo de aprendizaje también se le dificultará hacer una transferencia a otros contextos relacionados con su carrera profesional impidiendo que desde la asignatura, se contribuya a las funciones de investigación y extensión que tiene la universidad. Por lo anterior la enseñanza de este tipo de estrategias de aprendizaje y el desarrollo de competencias metacognitivas es un reto para la signatura de matemáticas del nivel introductorio.

²⁷ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.156

2. ¿POR QUÉ ES TAN DIFÍCIL EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS MATEMÁTICOS EN NIVEL INTRODUCTORIO²⁸?

UNA REFLEXIÓN AL RESPECTO.

El Cálculo²⁹ siempre ha estado presente en cualquier desarrollo de la ingeniería, cada avance tecnológico ha estado sustentado sobre conceptos matemáticos y de ahí su importancia en la formación básica de los estudiantes de ingeniería, por ende, es intención de todo docente ofrecer experiencias que faciliten un buen aprendizaje de las matemáticas, *logrando que los nuevos conocimientos sean duraderos, aplicables a diferentes situaciones del entorno y como resultado de un proceso intencionado y explícito*³⁰. Un aprendizaje con estas características es fruto de un buen proceso de enseñanza y de la intención y participación explícitas de docentes y estudiantes. Sin embargo, estos propósitos no siempre se consiguen dentro del aula de clase y específicamente en el curso de matemáticas del nivel introductorio. En este capítulo se pretende hacer una reflexión crítica de los procesos de enseñanza y aprendizaje que actualmente se dan en el curso de matemática del nivel introductorio de los programas de ingeniería de la sede UIS-Barbosa, para lo que tomaremos como referencia el aprendizaje de los estudiantes.

²⁸ El nivel introductorio, es un periodo académico de cuatro meses, en el que los estudiantes de las provincias concursan para obtener un cupo a diferentes ingenierías en la Universidad Industrial de Santander. Este nivel introductorio pretende beneficiar a los estudiantes que por no haber tenido acceso a una educación media y básica de calidad no obtienen un puntaje en el examen del ICFES que les permita ingresar a la UIS.

²⁹ Los conceptos de Cálculo y Matemáticas se utilizan indistintamente como sinónimos en este capítulo.

³⁰ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.75

La reflexión se hará teniendo en cuenta los componentes del aprendizaje planteados por Pozo (1999), que son:

- Los resultados: **qué** se aprende.
- Los procesos: **cómo** se produce el aprendizaje
- Las condiciones: es decir el **cuándo, dónde, con quién** se aprende.

2.1 EN RELACIÓN CON LOS RESULTADO O CONTENIDOS DEL APRENDIZAJE

Los presaberes marcan diferencia:

Los estudiantes que llegan al curso de matemáticas del nivel introductorio han desarrollado, con diferente nivel, ciertas competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales como resultado de su formación básica y media, situación que influye en gran manera en su desempeño. Teniendo en cuenta lo anterior, dado que la asignatura requiere de unos conceptos mínimos para poder ser abordada con éxito, a los estudiantes que tienen un nivel bajo en estas competencias cognitivas básicas les queda difícil el logro de los fines educativos planteados en ésta, lo que verifica la afirmación de Cubero cuando dice que:

Los esquemas de conocimiento de los alumnos son un elemento primordial, ya que el aprendizaje significativo únicamente ocurre cuando quien aprende construye sobre su experiencia y conocimientos anteriores el nuevo conjunto de ideas que se dispone a asimilar, es decir, cuando el conocimiento interactúa con los esquemas existentes...En cambio, lo que a menudo sucede es que el estudiante realiza síntesis entre lo que el conoce y lo que cuenta el maestro, aprende algunos contenidos de forma superficial, o, simplemente, con el paso del tiempo, olvida lo trabajado en clase y sigue actuando de

*acuerdo con lo que ya sabía*³¹,

cita de la que derivamos la necesidad de trabajar estrategias que permitan a los estudiantes que están por debajo de los mínimos requeridos, asegurar su proceso de aprendizaje, un desarrollo de las competencias básicas que les permitan adquirir al menos el nivel mínimo para abordar los compromisos de la asignatura y de su formación profesional. Sin embargo, no se puede olvidar que estos alumnos tendrán una dificultad y responsabilidad mayor si desean lograr superar los retos que implica la educación superior y tener éxito en ingresar y mantenerse en una carrera profesional en la UIS.

De otro lado está el grupo de estudiantes que viene con apenas las competencias básicas para la asignatura de matemáticas, pero no para lograr terminar con éxito el ciclo básico. En este caso se busca que alcancen el nivel que se requiere al finalizar el curso de matemáticas y en general el nivel introductorio. Finalmente, están los estudiantes que llegan con los conocimientos necesarios aún para entrar directamente a la universidad, en cuyo caso el nivel introductorio es favorable para ayudarles a formar en otros aspectos como la disciplina, la responsabilidad, el conocimiento y uso de estrategias de aprendizaje.

En todos los casos es conveniente no perder de vista la necesidad de partir siempre de los que los alumnos saben, elemento fundamental para el logro del aprendizaje tal como se afirma cuando se dice que:

*“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”*³².

³¹ CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla: Diada. 1995. p.11

³² AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Segunda edición. Trillas. 1996. p. 151

Actualmente la materia se desarrolla sin tener en cuenta el nivel de entrada de los estudiantes, generalmente el docente elige un nivel de entrada para el cual va a orientar la asignatura y trabaja en función de éste excluyendo a los demás, es por esto que en algunas ocasiones algunos estudiantes (los de mayor nivel) observan que el docente orienta la signatura de manera elemental y que los conceptos que se están construyendo en clase son triviales, este grupo de estudiantes llega a sentir que no se les está aportando a su formación; mientras que en otras ocasiones otro grupo de discentes (los de más bajo nivel) creen que el docente complica la asignatura o que quizás va muy rápido, pues no cuentan con las herramientas y rapidez necesaria para comprender los conceptos, esto genera en este grupo de educandos sentimientos de incapacidad y difícilmente crecerán en conocimientos y comprensión de conceptos.

Ahora la pregunta es: ¿cuáles son esos presaberes que marcan la diferencia?. Entre los conceptos que deberían traer los estudiantes que ingresan al nivel introductorio para abordar la asignatura de matemáticas con éxito, podríamos nombrar: el manejo de las operaciones elementales entre números enteros (positivos y negativos) y entre los números racionales (fraccionarios), manejo del plano cartesiano, solución de ecuaciones lineales (despeje de variables) y operaciones elementales entre polinomios (álgebra de polinomios, por ejemplo productos notables). La claridad en estos presaberes básicos, va a marcar la diferencia y, a su vez; los niveles de comprensión y manejo de estos conceptos generan los grupos de estudiantes de los que venimos hablando, ocasionando principalmente que para muchos de los discentes sea necesario un repaso de estos conceptos básicos durante las horas de clase. Sin embargo, estos repasos serían muy constantes y por lo tanto aburridos para sus demás compañeros, razón por la cual generalmente los alumnos no se atreven a preguntar y, por consiguiente, se quedan sin solucionar sus dudas básicas y sin entender lo que se está explicando que para ellos resulta nuevo. Adicionalmente, esta situación es una preocupación para el docente, pues no puede avanzar a la velocidad que exige la asignatura, que de por sí es extensa. En consecuencia, estos estudiantes

con una baja comprensión de conceptos previos básicos se encuentran en desventaja con respecto a sus otros compañeros y con respecto a las exigencias de tiempo que tiene la asignatura.

Dada la diferencia que se crea a partir del dominio de conceptos previos que tengan los distintos grupos de estudiantes de los que venimos hablando, es posible que se creen rivalidades entre éstos, o que el discente piense que el profesor debe trabajar de acuerdo a su nivel sin importar el de sus compañeros, fruto de este ambiente de intolerancia que se respira tan a menudo en nuestro entorno y que lamentablemente muchas veces también se apoya en el interior de la universidad, en donde no se promueve una cultura de trabajo colaborativo para que los que han tenido mayores oportunidades de formación apoyen a los que se les ha dificultado tener acceso a procesos de formación de mejor calidad. Al respecto es conveniente tener presente que “el aprendizaje colaborativo hace posible que la igualdad de derechos se convierta en igualdad de oportunidades, pues permite descubrir el valor de trabajar juntos, privilegia entre los estudiantes el respeto, la tolerancia, el pensamiento crítico y creativo, la habilidad para tomar decisiones, la autonomía y la autorregulación”³³.

En todos los casos el docente tiene como responsabilidad encontrar los niveles de mediación que necesitan todos los estudiantes, independiente de su nivel, para ayudarles no tanto a cumplir a todos los mismos objetivos como el que cada uno eleve su nivel de conocimiento y comprensión de la matemática y, pueda abordar con una alta probabilidad de éxito su proceso de formación.

La “competencias actitudinales” un contenido importante en la formación profesional:

³³ CORREDOR, Martha Vitalia y Otros. Aula virtual: una alternativa en Educación Superior. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2003. p. 52.

Los estudiantes que ingresan al nivel introductorio de la UIS sede Barbosa lo hacen con una gran cantidad de conductas aprendidas, que en cierta forma condicionan el comportamiento del estudiante (Skinner. 1953). Por ejemplo, ellos aprendieron de manera implícita qué cantidad de tiempo se debe estudiar, cuáles momentos del día son mejores para su formación académica y también aprendieron cual es la “posición” que su colegio (en este caso) ocupa dentro de sus prioridades. Todas estas conductas no se desaprenden tan pronto como reciben el diploma que les acredita como bachilleres, también es iluso pensar que en el momento en que comienzan a ser estudiantes universitarios cambiaron su forma de pensar y comportarse por una que les favorece en formación para lo superior. Por lo anterior, es común encontrar estudiantes en la universidad que tienen por ejemplo la premisa que el viernes es un día de descanso (o de rumba en otros casos), que el “mejor” tiempo para estudiar es por las noches y madrugadas, que “los fines de semana no se estudia”, consideran que el tiempo extra clase necesario para estudiar no supera las dos horas (en especial teniendo en cuenta que son estudiantes de provincia, en donde generalmente los colegios son menos exigentes en cuanto a tarea extra-clase), que solo hace falta estudiar dos días antes de los exámenes, por nombrar algunos de ellos.

Para muchos el estudio es una actividad en donde lo importante es conseguir buenas notas, lo que comienza siendo su motivación principal dentro de la universidad (aunque algunos no solo comienzan sino que terminan también con la misma motivación), por esta razón se les ve todo el tiempo más interesados en sus calificaciones que en lograr un desarrollo adecuado de las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, que les posibiliten un buen desempeño en el campo laboral y les apoye las posibilidades de competir por un empleo.

Por otro lado, el apelativo que tiene la UIS, como universidad pública de calidad, de tener una comunidad de profesores que es “exigente”, ha influido para que

algunos docentes tiendan a darle más importancia a las competencias cognitivas y procedimentales que a las actitudinales, quizás afanados en cumplir con todo el contenido teórico que exigen las asignaturas, olvidando que existen otros componentes de la formación integral que “se constituyen en un problema para el aprendizaje y que requieren una intervención explícita”³⁴ por parte de los docentes. Algún profesor podría refutar que estamos “bien” quizás excusados en los buenos resultados o reconocimientos que reciben algunos de nuestros estudiantes, y han obtenido y siguen obteniendo los egresados, situaciones y reflexiones que motivan la conclusión que la exigencia basada solamente en competencias cognitivas, es el mejor camino a la excelencia.

Al respecto, el hecho que algunos de nuestros estudiantes sobresalgan no quiere decir que la universidad esté logrando sus objetivos, creo que esa es una consecuencia lógica, de su exigencia y la calidad de sus estudiantes, dado el exigente proceso de admisión que favorece a los mejores; pero, los que se destacan son una pequeña minoría en la universidad en medio de una inmensa mayoría que está luchando por permanecer en ésta y poder graduarse; algunos más que asistir por cinco años a la universidad para formarse como profesionales, en realidad viven en un curso de sobrevivencia que dura en promedio ocho años³⁵, estos estudiantes viven en función del hoy, de que las notas de las asignaturas sean superiores 3.0 y el promedio superior a 3.2, asustados por la condicionalidad o el fantasma del PFU (Por Fuera de la Universidad), por lo que no logran disfrutar su proceso de profesionalización, del “placer de aprender”, no logran ver la actividad académica como científica, como un proceso de construcción de conocimiento que permite la investigación y que por sobre todo debe ser placentera y significativa y no una obligación o una carga.

³⁴ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S.A. 1999. Pag. 90

³⁵ El promedio para terminar una ingeniería es de ocho años y algunas ingenierías como Ingeniería Mecánica tienen promedios más altos.

Con lo anterior no quiero afirmar que la exigencia académica enfocada únicamente hacia los conceptos y procesos sea mala dentro de la formación profesional, de ninguna manera, pero si que no lo es el todo, es una condición necesaria pero no suficiente. Centrarse solo en la formación intelectual, valorando lo cognitivo y procedimental por encima de lo actitudinal no propende por la formación integral. Considero, espero no ser atrevido en mi afirmación, que si en la universidad no se destacan la mayoría sino una minoría es por que nos hace falta formación en lo actitudinal, como por ejemplo incluir en nuestras clases un espacio dedicado a la “enseñanza del aprendizaje que facilite la toma de conciencia y por tanto el desarrollo de los mecanismos de redescipción representacional”³⁶.

Es muy importante para todo docente (y en este caso los de la UIS, que vivimos influidos por este ambiente de exigencia en lo cognitivo y procedimental), cuestionarnos acerca de nuestros procesos de enseñanza, preguntarnos si estamos formando actitudes en los estudiantes que favorezcan sus procesos de formación, en este sentido, se evidencia claramente que la formación en actitudes dentro de la asignatura de matemáticas la hemos relegado al currículo oculto.

Está claro que en nuestra labor docente la exigencia no lo es todo, es necesario que los profesores actuemos de manera explícita sobre la formación de actitudes. Ofrecer experiencias de aprendizaje que favorezcan el desarrollo en los discentes actitudes propias del espíritu científico³⁷, lo que permitirá enfocar la enseñanza de la ciencia hacia la formación de una actitud científica. En este sentido los docentes de la UIS tenemos un camino que recorrer, pues como dice un adagio en la universidad “UIS no es uno (el que se destaca) somos todos”. Es un reto como docentes el formar cada vez, más estudiantes que se destaquen, porque si los que

³⁶ PEREZ E, Maria del Puy y otros. Las concepciones sobre el aprendizaje en los estudiantes universitarios. En: Teorías del Aprendizaje, compilado por Martha Ilce Perez Angulo. Ediciones UIS. 2004.

³⁷ El espíritu científico implica – afirma Balnaca ines Prada – curiosidad intelectual, ser analítico, esforzarse por ser preciso y claro, ser crítico, estar consciente de falibilidad de la ciencia y no admite intromisiones de autoridades extrañas a su propio dominio.

se destacan son unos pocos, quizás no es un fruto de la formación, en cuanto a lo actitudinal, que han recibido en la universidad, sino mas bien fruto de la que recibieron en su educación básica y en su hogar.

Las “estrategias de aprendizaje”, un contenido que generalmente no se enseña en las aulas de clase:

Muchos estudiantes ingresan al nivel introductorio con tendencias de aprendizaje predominantemente asociativas (Pozo 1999), que por alguna razón (las cuales no se analizan aquí) han sido fruto de su formación básica; estas tendencias asociativas han fundamentado sus estrategias de aprendizaje, fomentando que su proceso para acceder al conocimiento tienda a ser predominantemente asociativo.

En el nivel introductorio se observan estudiantes que centran su aprendizaje en los ejercicios o problemas, su tiempo de estudio es dedicado exclusivamente a resolver ejercicios, no toman en cuenta los conceptos matemáticos, el interés por la comprensión es muy poco, es decir, no existe interés por asimilar los conceptos o que quizás estas nuevas teorías exijan una reestructuración de los conocimientos anteriores (Pozo, 1999). Sus concepciones centran el aprendizaje únicamente en la capacidad de resolver ejercicios, en este caso el aprendizaje está centrado en poder resolver casi de forma automatizada los problemas, sin interesarse por “verlos” desde la teoría, por analizar el nivel de comprensión que tienen de los conceptos que deben aplicar, simplemente los resuelven de manera asociativa, aplicando un algoritmo de manera repetitiva y mecánica, en este caso la motivación es la nota y no el aprendizaje.

Otro grupo de estudiantes usa como estrategia el tomar apuntes de todo lo que el docente explica dejando aun lado el prestar atención, para estos estudiantes lo importantes es tomar “buenos apuntes y entender después”, proceso que casi siempre termina con que éstos sólo revisen los apuntes tratando de “seguir” los “pasos” dados por el docente para resolver los ejercicios, aunque estos “pasos” no

tengan ningún significado para ellos, ni estén relacionados entre si. En este caso lo que predomina es la memorización para reproducir con éxito en los exámenes y poder conseguir “su objetivo”, que en este caso tampoco es el aprendizaje, sino la nota.

Existe otro grupo de discentes que basan su “aprendizaje” de las matemáticas en la memorización de procedimientos que les ayuden a resolver ejercicios; es común que estos estudiantes copien cada uno de los ejercicios resueltos por el docente, les encanta escuchar de los profesores “fórmulas universales” para la solución de problemas, comprar solucionarios de los libros; son totalmente apáticos al análisis o la reflexión, en este caso el interés del estudiante tampoco es el aprendizaje, sino el aprobar con la mayor nota posible el curso de matemáticas, pareciera que para este grupo de estudiantes “el fin justifica los medios”.

Cuando los grupos de estudiantes mencionados anteriormente ingresa a la universidad y específicamente al curso de matemáticas del nivel introductorio, se encuentra con la dificultad que muchas de las estrategias mencionadas anteriormente, las cuales les permitían tener éxito en su formación básica, no les ofrecen los mismos resultados en la educación superior, entendiendo el nivel introductorio como educación superior, pues el tipo de contenidos y competencias propios de la universidad no se ajustan a un aprendizaje de tipo asociativo (Pozo 1999), puesto que para el caso del Cálculo se requieren de procesos más complejos de construcción del conocimiento (Pozo,1999) diferentes a la memorización y automatización, los cuales requieren que el estudiante construya los nuevos conocimientos partiendo de lo que ya sabe, es decir, el discente debe ajustar, utilizando la terminología de Pozo, los nuevos conocimientos con los anteriores y, si es necesario, realizar una *reestructuración* de los conocimientos anteriores³⁸. Para que estos procesos se den dentro del aula es necesario que los estudiantes desaprendan las estrategias que utilizaron en su formación básica y

³⁸ Se puede encontrar en el libro de Pozo (1999) una excelente descripción de los procesos necesarios para la construcción del conocimiento, en este caso sólo se mencionaron el *ajuste* y la *reestructuración* de los conocimientos de los cuatro que describe el autor.

sean conscientes de lo que es aprender significativamente, objetivos que difícilmente se lograrán sin la mediación del docente.

Por otro lado, los docentes somos conscientes, que “la principal dificultad del aprendizaje asociativo es que repitiendo y juntando piezas –el estudiante- jamás logrará comprender”³⁹, ni dará el significado pertinente a los conceptos matemáticos. Con este tipo de aprendizaje también se le dificultará hacer una transferencia a otros contextos relacionados con su carrera profesional (en este caso la ingeniería). Los maestros comprendemos la necesidad que existe en el estudiante de adquirir estrategias que les faciliten un aprendizaje constructivo, que permita encontrar significado a cada concepto teórico, es decir, que los procesos de construcción del conocimiento que se utilizan estén acorde con el nivel “superior” de educación que están adelantando los aprendices.

Lamentablemente estas estrategias no hacen parte del ni del currículo oficial, ni del currículo operativo, ni mucho menos del currículo oculto de la asignatura de matemáticas, en palabras más sencillas, actualmente no se enseñan estrategias de aprendizaje a los estudiantes del nivel introductorio que les facilite su proceso de aprendizaje de las matemáticas⁴⁰, sin embargo, pretendemos que los discentes utilicen no sólo las técnicas de estudio apropiadas para la asignatura, aprendidas no sabemos dónde, porque muchas veces éstas tampoco hacen parte de ninguno de los currículos de la educación básica y media – sino que también, sepan cómo y cuándo usarlas de acuerdo a la necesidad de aprendizaje, es decir que posean estrategias de aprendizaje que les permitan aprender de manera más eficiente y significativa. El desconocimiento de estrategias que faciliten el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes durante su proceso de formación básica y media pudo pasar inadvertido, debido a que la exigencia durante este periodo de formación no fue mayor (en muchos casos), mientras que en el nivel introductorio - debido a la cantidad de contenidos que cubre la asignatura de matemáticas y a

³⁹ POZO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.156

⁴⁰ Esta es una afirmación que se limita a mi experiencia como docente de la asignatura en la sede de Barbosa.

una mayor exigencia en la comprensión y aplicación de los conceptos - éstas se hacen imprescindibles; pero ¿cómo puedo necesitar aquello que ni siquiera sé que existe?. En este sentido muchos estudiantes llegan a sentirse frustrados, por no decir “brutos” – como dicen ellos – , no porque en realidad tengan deficiencias cognitivas sino porque sus estrategias son tan pobres que realmente no alcanzan niveles de eficiencia – en tiempo y comprensión – que les permitan asumir con éxito la asignatura, ocasionando problemas de desmotivación y deserción escolar.

De otro lado, los docentes estamos tan afanados por cubrir todos los contenidos teóricos que exige la asignatura, que pocas veces dedicamos tiempo para reflexionar, junto con nuestros estudiantes, acerca de su proceso de aprendizaje, en parte por esta carrera contra el reloj, pero también por el desconocimiento de estrategias de aprendizaje y quizás porque relegamos su enseñanza al currículo oculto, lo que muestra que no somos conscientes de cuan importante son para lograr aprendizajes autónomos y significativos, que son seguramente los que demandamos de nuestros estudiantes. La enseñanza de este tipo de estrategias de aprendizaje, es un reto para todo docente y vale la pena que reflexionemos al respecto y actuemos de manera explícita desde nuestra asignatura para promoverlas.

2.2 EN RELACIÓN CON LOS PROCESOS

La motivación en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, no es sólo un problema de los estudiantes, lo es también de los docentes (Pozo 1999):

Los estudiantes que ingresan al nivel introductorio de la UIS sede Barbosa lo hacen con diferentes motivaciones, algunos se matriculan por su deseo de ser ingenieros y la sede les ofrece la oportunidad de ingresar a la universidad sin tener

en cuenta su examen de estado. También está el grupo que ingresa al nivel introductorio pues éste les ofrece la posibilidad de estudiar en una universidad pública (no necesariamente porque quieran ser ingenieros); otros se matriculan al nivel introductorio porque es la única posibilidad de adelantar estudios de pregrado pues la ubicación de la sede cerca de sus casas les favorece, también por motivos económicos o familiares; algunos decepcionados de no haber podido rendir académicamente en otras carreras y la sede es “la última oportunidad” que les ofrecen sus padres o familiares para estudiar y, finalmente, algunos comienzan el nivel introductorio sin motivación solamente obligados por sus padres o familiares.

Con respecto a las motivaciones de los estudiantes que ingresan al nivel introductorio, en ocasiones son ajenas a la asignatura de matemáticas, por ejemplo, están más interesados en obtener el promedio que les permita ingresar a la ingeniería de su preferencia, que en un aprendizaje significativo de las matemáticas. De otro lado, los estudiantes cuando ingresan a la universidad vienen con el anhelo de empezar a estudiar asignaturas que se relacionen directamente con el desempeño profesional de su ingeniería predilecta, anhelan lo más pronto posible empezar a manipular compuestos químicos, conocer dispositivos electrónicos, estar al frente de un computador, pues ignoran que el camino de la ingeniería está delineado y fundamentado en los conceptos matemáticos. De lo anterior, concluimos que en algunos estudiantes sus intereses están por fuera del aprendizaje, es decir, no están interesados en aprender conceptos matemáticos significativos, sino en lo que pueden conseguir si los aprenden. Como lo afirma Pozo cuando dice:

“Se trata de aprender algo deseado (ingresar a la universidad) o de evitar algo no deseado (quedar excluido), a cambio de aprender. Es lo que se conoce como motivación extrínseca, una situación en la que

*el móvil para aprender está fuera de lo que se aprende, son sus consecuencias y no la propia actividad del aprender en sí.*⁴¹

Por otro lado, existen estudiantes (aunque no son la mayoría) interesados en el aprendizaje de la matemática, que demuestra un interés genuino por la asignatura, bien sea por que les guste o por que les resulta interesante; en este caso –afirma Pozo- el aprendizaje se mueve por “la satisfacción personal de comprender o dominar algo, implica que la meta o móvil del aprendizaje es precisamente aprender y no obtener algo –a cambio- del aprendizaje”⁴².

Podríamos afirmar que tal como lo expresa Pozo (1999), en los estudiantes del nivel introductorio se presentan los dos tipos de motivación en el proceso de aprendizaje. Un grupo de estudiantes con motivación extrínseca hacia el aprendizaje de las matemáticas, realizan un esfuerzo por aprender, a cambio de, por ejemplo, obtener un cupo en una ingeniería en la UIS; un grupo, un poco más reducido, en el que el aprendizaje se encuentra movido *por su deseo de aprender* (motivación intrínseca). Entre estos dos grupos se destaca académicamente este último, es decir, en aquellos en que su motivación no depende de factores externos, a este grupo le resulta más fácil invertir el esfuerzo y tiempo necesarios que exige la asignatura, teniendo en cuenta que la materia exige un trabajo intelectual mayor al que ellos venían acostumbrados durante su formación básica, es común encontrar a estos estudiantes en las horas de consulta resolviendo dudas acerca de ejercicios propuestos o aclarando conceptos vistos en clase, para resumir, este interés les favorece enormemente su proceso de aprendizaje. Mientras que el grupo cuya motivación no está centrada en el aprendizaje en sí, le cuesta mucho exigirse en la medida en que la asignatura lo demanda, pues ellos también vienen acostumbrados a una formación que exigía menor tiempo y esfuerzo. Es normal que durante las horas de consulta este grupo de estudiantes,

⁴¹ POZO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.174

⁴² POZO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.176

se dedique a copiar literalmente las soluciones de los ejercicios que preguntan sus compañeros, porque generalmente no traen dudas propias y solo aspiran a que uno de estos ejercicios que sus compañeros ha preguntado, sea el del examen y ellos puedan reproducir lo que han copiado.

De todas formas es importante tener en cuenta que como el nivel introductorio exige un esfuerzo mayor al que los estudiantes de educación básica vienen acostumbrados, es necesario que exista una mayor motivación en ellos, “a medida que el aprendizaje requiere más esfuerzo, se necesita más motivación para compensar ese desgaste”⁴³ y si bien algunos estudiantes bien llegan con una motivación de tipo extrínseco, que puede ser aprovechada por el docente, es necesario que el profesor promueva una motivación de tipo intrínseco, cambiando las prioridades en el estudiante, en donde lo que le interese no sea por ejemplo la nota sino un aprendizaje significativo. Lastimosamente muchas veces no promovemos este tipo de motivación pues les hacemos sentir que también para nosotros es su promedio y no su aprendizaje de las matemáticas lo que nos interesa. En este sentido muchas veces lo que se hace es tratar de mostrar cuan importante es el aprendizaje significativo de la asignatura para poder abordar con éxito el ciclo básico de ingeniería, además se trata de hacer una conexión entre los conceptos de matemáticas y las materias del ciclo básico que se relacionan con las ingenierías (Electromagnetismo, Estequiometría, Circuitos eléctricos, etc.), para *dar motivos* al estudiante de por qué es importante y necesario el aprendizaje significativo de la asignatura.

Mantener atención del estudiante, un pre-requisito para la enseñanza y el aprendizaje:

⁴³ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.177

Por lo general los estudiantes ingresan con mucha expectativa a su proceso de formación profesional, se podría afirmar que muchos ingresan a la universidad con una actitud que favorece su aprendizaje, pero lastimosamente –hay que decirlo- los docentes no ayudamos a que esta actitud se mantenga durante todo el proceso. “Una vez motivado el aprendiz, se necesita activar otros procesos para lograr un aprendizaje eficaz. Uno de esos procesos es la atención”.⁴⁴.

Los conceptos de matemáticas que se deben aprender en el nivel introductorio están “aparentemente alejados” de las aplicaciones de la ingeniería a la que aspiran los estudiantes. Dado este alejamiento, los estudiantes no mantienen la atención sobre el aprendizaje de estos conceptos, debido a que no les encuentran relación con lo que ellos se identifican (la química, la electrónica, los computadores, etc.), puesto que un alumno estará atento a aquella “información” que les interesa, algunos afirman que su anhelo es ser ingenieros y no matemáticos, se preguntan por qué razón es necesario para ser ingeniero estudiar casi en su totalidad el Cálculo descubierto por Newton. De lo anterior se deriva que los estudiantes consideren la matemática como una asignatura “importante”, pero que en realidad no les interesa, desviando su atención del aprendizaje. Además, se debe tener en cuenta que esta materia es extensa en su contenido por lo que es necesario que los docentes nos cuestionemos formas eficaces que permitan mantener atento al estudiante durante el largo proceso de aprendizaje, pues entre más esfuerzo cognitivo requerirá de una mayor atención por parte del estudiante. .

Los docentes algunas veces damos por sentado que la atención durante el proceso de formación es algo que se da de manera espontánea, que el interés de los estudiantes por aprobar la asignatura es suficiente para que ellos permanezcan atentos durante las dos horas que duran las sesiones de matemáticas y lastimosamente estamos equivocados, es necesario que actuemos

⁴⁴ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.183

de manera explícita para captar su atención - elemento sin el cual no hay aprendizaje (Pozo, 1999) – pues nuestro objetivo no es recitar contenidos sino facilitar el aprendizaje de nuestros estudiantes, es necesario convertir la asignatura en una que incluya información que le interese al estudiante, que tenga que ver con ellos, pues como lo ya lo mencioné, el objetivo no es cubrir todo el currículo teórico sino que los estudiantes aprendan de manera significativa los conceptos teóricos.

2.3 EN RELACIÓN CON LAS CONDICIONES DEL APRENDIZAJE:

A más contenidos (en el mismo tiempo) menor aprendizaje:

El curso de matemáticas del nivel introductorio pretende desarrollar unas competencias que faciliten al estudiante el logro de los objetivos del curso de Cálculo y, en general, del ciclo básico de ingeniería. Este espacio de formación brinda a los estudiantes la oportunidad de construir o reelaborar conceptos matemáticos vistos en el bachillerato, necesarios para empezar a estudiar una ingeniería en la universidad, así como estimularlos para que se conviertan en personas conscientes de su necesidad de avanzar en su conocimiento de las matemáticas, no de manera mecánica sino en un proceso de análisis y de reelaboración de los conceptos.

Este curso pretende reconstruir los conceptos matemáticos que son considerados importantes para abordar el ciclo básico de ingeniería, por lo que podríamos decir que es una materia con logros educativos ambiciosos, pues pretende cubrir en un periodo académico de 16 semanas, muchos de los conceptos que se trabajaron durante los años de formación básica, en otras palabras, es una asignatura cuyo contenido es extenso para este periodo de tiempo, lo que ha influido en que el docente tiendan a darle más importancia a las competencias cognitivas y

procedimentales, quizá afanado en cumplir con todo el contenido teórico que exige la asignatura.

De otro lado, ese afán por terminar todo el currículo teórico, puede afectar la práctica docente en sí, pues no “es posible dosificar la información nueva”⁴⁵, lo que tiene efectos negativos en el aprendizaje (Pozo, 1999). De otro lado, en este curso se le da otro enfoque a las matemáticas del que se le dió en la formación básica, pues es necesario que ésta sea entendida como el lenguaje del cual se vale la ingeniería para expresarse, se pasa de considerarla como un fin, a considerarla como instrumento para representar la realidad, modelar procesos y diseñar soluciones a problemas específicos

En este sentido, lograr que el estudiante tenga un nuevo enfoque de la matemática y pueda alcanzar un aprendizaje significativo de la asignatura “requerirá de tiempos más largos, más cantidad de práctica y ocasionalmente reducirá la probabilidad de éxito inmediato”⁴⁶, en este sentido parece que existe una incongruencia en la asignatura, pues no es posible cumplir con el tiempo que recomiendan los teóricos para trabajar los diversos conceptos y, al mismo tiempo, con terminar todo el contenido del curso.

Al respecto el docente de matemáticas tiene un gran reto, pues el objetivo principal en la labor docente no es cubrir todo el currículo teórico, con resultados de aprendizaje memorísticos y de corta duración sino que en los discentes del nivel introductorio se produzcan cambios más estables y duraderos en el aprendizaje (Pozo. 1999).

En este sentido se hace necesario que el docente analice los contenidos de aprendizaje y seleccione aquella información que considere más importante para

⁴⁵ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S.A. 1999. Pag. 343

⁴⁶ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S.A. 1999. Pag. 322

futuros aprendizajes, quizás exista la necesidad de asesorarse con otros colegas para definir qué contenidos son más relevantes. Al respecto dice Pozo: “deberás analizar los materiales de aprendizaje y seleccionar aquella información que sea necesaria para el futuro...teniendo en cuenta que lo importante es que se *condensen y automaticen estos conocimientos básicos*”⁴⁷, teniendo en cuenta que no se puede tratar de condensar los contenidos al punto que se excluyan algunos importantes, ni que se incluyan demasiados impidiendo la dosificación de la información nueva (Pozo, 1996). De aquí se deriva la gran responsabilidad que tiene el docente para filtrar, tamizar, reestructurar y organizar los contenidos que realmente son esenciales para la formación de los estudiantes a quienes está acompañando en su proceso de formación.

El momento de intervención del profesor es un factor importante en el proceso de producción del estudiante:

Actualmente se ha desdibujado la responsabilidad del estudiante y la del docente dentro y fuera del aula de clase, esta situación ha hecho que los procesos de enseñanza de las matemáticas en el pregrado no obtengan como resultado verdaderos aprendizajes significativos y se plantee en cambio una enseñanza bancaria. Por tanto, es necesario que el modelo educativo de las matemáticas se redefina centrado en la necesidad de aprender a aprender y en el desarrollo de habilidades intelectuales que favorezcan el aprendizaje significativo de la disciplina en sí y el desarrollo de competencias metacognitivas que les permitan a los estudiantes regular su propio proceso de aprendizaje.

Un proceso de educación redefinido y enfocado hacia el aprender a aprender, exige que exista la intención por parte del docente en facilitar que el estudiante

⁴⁷ POZO MUNICIO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S.A. 1999. Pag. 343

sea el principal constructor de su propio conocimiento, de tal forma que se establezcan los límites entre la responsabilidad del enseñante y la del aprendiz, debe estar definido el “nivel de mediación” necesario para que el estudiante reconstruya de manera completa los conceptos o postulados matemáticos. Corresponde a los docentes desarrollar la habilidad para saber cuál es el momento oportuno de intervenir pues de lo contrario podemos estar quitándole la oportunidad al estudiante de pensar por si solo, impidiéndole construir sus propias estructuras cognoscitivas, de establecer enlaces adecuados entre lo que sabe y la nueva información que le presentamos, podemos estar adelantándonos y dañando el proceso individual de construcción de saber. Por otro lado, pudiera ocurrir que no le demos herramientas adecuadas o que no exista por parte del docente la suficiente mediación para que el educando sea capaz de lanzar sus propios juicios, atreverse a plantear hipótesis, resolver problemas, tomar decisiones, situaciones que pueden generar una sensación de incompetencia y fracaso de parte de los estudiantes, lo que generaría una desmotivación por el proceso de aprendizaje. En este sentido se requiere que el nivel de mediación por parte del docente se regule de manera apropiada, de forma que vaya transfiriendo progresivamente el control del proceso de aprendizaje al aprendiz (Pozo, 1996), partiendo de la premisa que en el proceso educativo lo importante es el aprendizaje y no la enseñanza y que al fin de cuentas *“la meta ultima de todo maestro es volverse innecesario”*⁴⁸

La “evaluación” ese gran desconocido en el proceso de formación universitaria:

En la Universidad Industrial de Santander se respira un ambiente de exigencia – muy confortante para los docentes pero menos para los estudiantes- que ha ubicado al docente como el protagonista en el proceso de evaluación y éste

⁴⁸ Ibid. Pag 347

procurando que el ambiente no se deje de respirar, ha centrado el proceso de evaluación en lo cognitivo y procedimental.

Como docente de matemáticas del nivel introductorio he sido consciente de la exigencia académica que ha caracterizado a la UIS; en muchas ocasiones me he sentido responsable de permitir que este ambiente de exigencia no se deje de respirar, pues anhelo que nuestros estudiantes continúen destacándose como lo han venido haciendo. Equivocadamente pensamos que ha sido la alta exigencia en los procesos evaluativos, centrados en lo cognitivo y procedimental, en su mayoría tradicionales – aprendidos en nuestro tiempo de estudiantes - los que han ubicado a la Universidad Industrial en ese lugar de privilegio del que goza a nivel regional e incluso nacional; sin tener en cuenta que estos procesos arrojan como resultado, por un lado, que sean sólo unos pocos los que gocen de notas excelentes y se encuentren motivados por su proceso aprendizaje, y por otro lado, arrojan una gran mayoría de estudiantes que están luchando por apenas sobrevivir en un enfrentamiento con el docente, en donde pareciera que él está muy interesado en que no le roben ningún cinco de los que él tiene guardados exclusivamente para los “súper-dotados” y “super inteligentes” y, por otro lado, pareciera que el docente está interesado en dejar por fuera de la universidad a todo aquel irresponsable que le dé la oportunidad.

Lo que si es cierto es que los docentes universitarios – en su gran mayoría – desconocemos teorías pedagógicas acerca de la evaluación, hecho que ha provocado que nos limitemos a reproducirlo (el proceso de evaluación) tal y como lo vivimos en nuestro vida de estudiantes. Lastimosamente estamos solamente interesados en el “cómo evaluar que en saber qué es, por qué se hace y para qué sirve...si hay algo común entre la mayoría del profesorado universitario, es el desconocimiento de las teorías pedagógicas acerca de la evaluación”⁴⁹, nosotros en la mayoría de los casos desarrollamos el proceso de evaluación como una

⁴⁹ ARBELAEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Universidad Industrial de Santander. 2005. Pag.7.

reproducción de lo que vivimos en nuestra vida de estudiantes⁵⁰. Estos procesos tradicionales lamentablemente no arrojan los resultados que se esperan, aunque los docentes pareciera que nos escudáramos en la premisa que el solo hecho de que los exámenes sean exigentes harán que los estudiantes se esfuercen por aprender. Este desdibujamiento de los procesos de evaluación ha ocasionado que se vean afectados tanto el proceso de aprendizaje, como el proceso de enseñanza; muchas veces los docentes nos preguntamos por qué los estudiantes son tan negados al análisis y la síntesis y tan hábiles para mecanizar y memorizar (por poner un ejemplo), y quizás la respuesta a estos interrogante esté en que ellos se van a esforzar por desarrollar estas competencias de tipo asociativo, motivados por nuestro proceso evaluativo, que seguramente está privilegiando la mecanización y memorización por encima de otras competencias como la capacidad de comprensión, que son un componente importante del aprendizaje de la asignatura.

Si la evaluación tiene una influencia a lo largo de todo el proceso de formación, vale la pena que como docentes hagamos una reflexión al respecto pues es posible como lo afirma Arbelaez (2005), que convirtamos nuestro proceso evaluativo “en una fuerza dinamizadora del proceso de formación”⁵¹.

Para concluir este capítulo podríamos afirmar que *“aunque ni los problemas ni las soluciones son las mismas en los procesos de aprendizaje lo que si es cierto es que estos tres componentes –resultados del aprendizaje, procesos del aprendizaje y condiciones del aprendizaje - siempre están presentes y se requiere de un equilibrio entre ellos si queremos conseguir aprendizajes significativos”*⁵². Por tal razón, es intención de todo docente el encontrar un equilibrio entre ellos para favorecer el proceso educativo, iniciando el análisis en los resultados y los

⁵⁰ ARBELAEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Universidad Industrial de Santander. 2005. Pag.7

⁵¹ ARBELAEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Universidad Industrial de Santander. 2005. Pag.7

⁵² POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva Cultura del Aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.88

procesos para ofrecer las condiciones necesarias que faciliten aprendizajes significativos en los aprendices (Pozo 1999).

3. EL APRENDIZAJE PROPÓSITO DE LOS PROCESOS DE FORMACIÓN

Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental de todo proceso de enseñanza es el logro de aprendizajes significativos y autónomos, y que el logro de éste es uno de los motivos por el cual los docentes se preparan para el desarrollo de su quehacer pedagógico, este capítulo está dedicado a la reflexión sobre el aprendizaje proceso de gran importancia cuya responsabilidad está en manos de docentes, estudiantes e instituciones de educación superior. La reflexión estará específicamente enfocada hacia las matemáticas, pues el área objeto de la reflexión en esta monografía es el aprendizaje realmente significativo en el curso de matemáticas del nivel introductorio que se ofrece a los estudiantes que aspiran a los programas de ingeniería de la UIS, que se ofrece en la sede UIS - Barbosa.

En la primera parte se plantea la concepción de aprendizaje desde una perspectiva constructivista, que es la que sirve de orientación de los procesos de mediación del aprendizaje en el curso de matemáticas del nivel introductorio de la sede UIS- Barbosa. En el segundo apartado, se realiza un análisis y una reflexión sobre diferentes tipos y situaciones de aprendizaje que se dan en el aula, pero asumiendo una clasificación propuesta por Ausubel, Novak y Hannesian (AUSUBEL y Otros, 1992).

Así mismo, se presentan diversas teorías que explican cómo aprenden los estudiantes. Igualmente, en el siguiente apartado se muestran los diferentes resultados o contenidos del aprendizaje, es decir qué se quiere, que los estudiantes del nivel introductorio aprendan en el curso de matemáticas y, finalmente, se hace una reflexión que pretende responder de manera argumentada a la pregunta ¿por qué no aprenden los estudiantes lo que se les quiere enseñar?

3.1 EL CONCEPTO DE APRENDIZAJE DESDE UNA PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA:

La capacidad para conocer la realidad, asimilarla y actuar sobre ella, que tienen los humanos, nos ha puesto en un lugar muy privilegiado, en relación con el de los otros seres vivos. Esta capacidad ha permitido la contribución del hombre al desarrollo de la ciencia, lo que ha posibilitado el avance en las diferentes áreas del conocimiento y de la producción, situación que ha redundado en un mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. De otro lado, cada vez se valoran más los procesos de formación en nuestra sociedad y se ha incrementado el interés por acceder a los procesos de enseñanza formal y no formal; cada día se hace más popular la idea de querer realizar estudios de educación básica, y la gran mayoría de los jóvenes que terminan su formación media, aspiran ingresar a una institución de educación superior. En este contexto, el interés por *aprender* se acrecienta y el conocimiento es cada vez más valorado en medio de nuestra sociedad. Dada la importancia que tiene el aprendizaje en los procesos de enseñanza formal y no formal, es importante referirnos a los procesos de aprendizaje sistemático e intencionado, como los que se dan en la escuela y particularmente en el curso de matemáticas del nivel introductorio.

Para empezar la reflexión sobre el aprendizaje de los estudiantes, debemos empezar por responder a la pregunta ¿qué es aprendizaje?. Aunque el proponernos definir un concepto como el de aprendizaje que algunas veces se ve tan difuminado y dependiente del contexto en el que se realice y que en muchas ocasiones pareciera que no tiene fronteras bien definidas con otros conceptos (como por ejemplo desarrollo, memoria, enseñanza) (Pozo 1996), lo que nos proponemos es tener en cuenta algunas consideraciones de teóricos al respecto y con la ayuda de éstas llegar a algunas conclusiones que nos permitan construir un concepto de aprendizaje en el contexto de la matemática del nivel introductorio.

Estévez (2002, pág. 51) muestra algunas de las conclusiones a las que llegó la Asociación para el Desarrollo y Supervisión del Currículo en Estados Unidos y de las que desarrollaremos aquellas que nos ayudan a construir el concepto de aprendizaje. Una síntesis de estas conclusiones puede verse en la figura 1.

- ***El aprendizaje consiste en establecer relaciones entre información nueva y conocimiento previamente adquirido:*** el aprendizaje exige el establecimiento de relaciones entre lo que el estudiante ya sabe y la nueva información, pues como afirma Cubero, *“los esquemas de conocimiento de los alumnos son un elemento primordial, ya que el aprendizaje únicamente ocurre cuando quien aprende construye sobre su experiencia y conocimientos anteriores el nuevo conjunto de ideas que se dispone a asimilar, es decir, cuando el conocimiento interactúa con los esquemas existentes”*⁵³
- ***El aprendizaje requiere organizar información:*** por lo que es necesario que el estudiante posea estructuras de conocimiento organizadas e integradas en lugar que información aislada. La organización hace posible y facilita la relación entre la nueva información y la que ya tiene consolidada el aprendiz en su estructura mental.
- ***El aprendizaje consiste en la adquisición de un repertorio de estructuras cognitivas y metacognitivas:*** Se dice que el aprendizaje es “estratégico” o metacognitivo cuando el estudiante tiene conciencia y control sobre lo que aprende y del modo en el que lo hace, es decir, cuando tiene conciencia y control sobre los procesos que debe realizar y las estrategias que debe utilizar para alcanzar aprendizaje significativos y autónomos. *También se debe tener en cuenta que, no se trata únicamente*

⁵³ CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla: Diada. 1995. p.11

de conocer estrategias y desarrollar habilidades que faciliten el aprendizaje, sino también saber cómo y cuándo hacer uso de éstas.

De otro lado, para Pozo el concepto de aprendizaje cuenta con un grado de *incertidumbre o indeterminación* (1996, pag. 75) por lo que no da una definición como tal de éste, sino que señala tres *rasgos prototípicos del buen aprender*:

- ***El aprendizaje debe producir un cambio duradero***: es común la idea que aprender significa cambiar o modificar los conocimientos anteriores y es este uno de los principales objetivos del proceso educativo y a su vez una de las principales dificultades, ya que no siempre se consigue fácilmente cambiar lo que los estudiantes ya saben, pues requiere que existan cambios en los esquemas que el aprendiz posee, y que en cierta forma el estudiante desaprenda lo que ya sabe (Pozo. 1999, pag. 76); en este sentido es importante tener en cuenta que el cambio conceptual es complejo y lento, y éstos no siempre son de la misma naturaleza ni de la misma duración. Un primer tipo de cambio es el que se puede dar, en el caso de la matemática por ejemplo con el aprendizaje mecánico de fórmula, cuando se logra sustituir sin fundamentación suficiente un conocimiento anterior o previo por uno nuevo, el cual fácilmente se podrá volver a sustituir, dada la falta de profundidad y comprensión con que se abordó este aprendizaje. Un segundo cambio se da cuando el objeto en el aprendizaje no es sustituir sino lograr que el aprendiz reorganice el conocimiento previo, lo que daría lugar a una nueva estructura mental; estos cambios son de tipo más general que puntual, no son fácilmente reversibles sino de naturaleza evolutiva y por lo tanto más durables y estables en el tiempo (Pozo 1999. pag. 77); en este caso tenemos la situación de aprendizaje de alguna de las leyes de la matemática pero de forma fundamentada, razonada y analizada, de forma que el estudiante pueda descubrir por el mismo las relaciones entre las variables implicadas y el por qué de éstas.

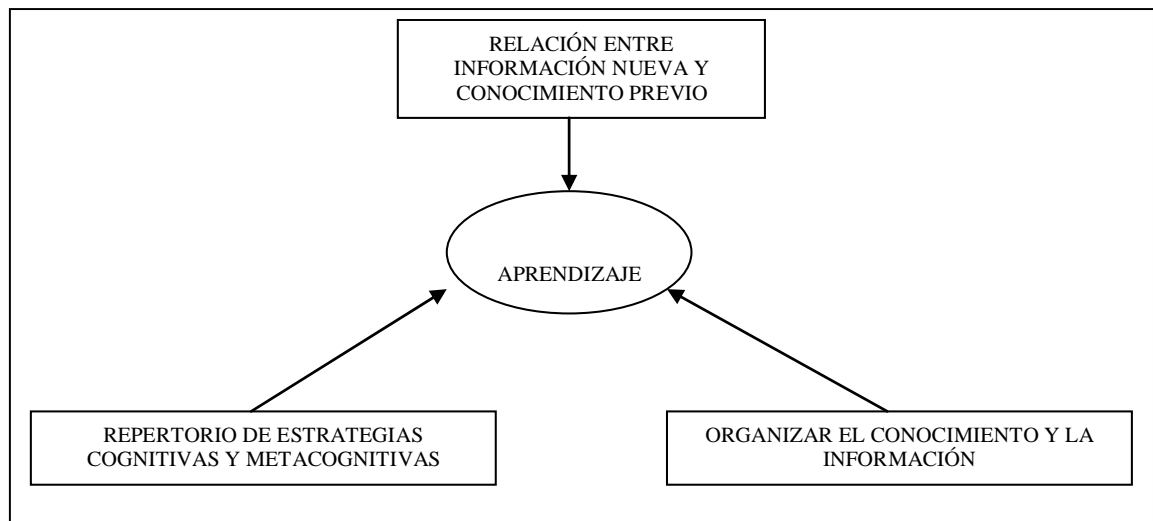


Figura 3.1 ¿Qué es el aprendizaje? (Extractado de Estévez. 2002)

- **El aprendizaje debe ser transferible a nuevas situaciones:** uno de los principales objetivos en la enseñanza de las matemáticas del nivel introductorio es que estos conocimientos puedan ser aplicados posteriormente en los ciclos básico y profesional de ingeniería, un objetivo que no siempre se cumple con éxito en la mayoría de los estudiantes. Por un lado, los docente nos quejamos que los estudiantes no pueden aplicar los conocimientos que adquieren en clase y por otro lado los discentes se quejan que los maestros les enseñan una cantidad de conocimientos que o no son utilizables en su vida profesional o que si lo son no van a saber cómo utilizarlos. En este caso es necesario tener en cuenta que la transferencia no es un hecho que se de de manera simultánea al aprendizaje (Pozo 1999. pag. 80), es decir, por el hecho que un estudiante haya aprendido a derivar no implica que necesariamente pueda utilizar este concepto para resolver un problema de física. La transferencia de conceptos a situaciones nuevas exige que el estudiante aprenda significativamente sobre el uso y los procedimientos para aplicarlos.

- ***El aprendizaje debe darse como consecuencia directa de la práctica realizada:*** El aprendizaje es siempre fruto de la práctica, sin embargo, para Pozo (1999) existe una diferencia entre aprendizaje como tal con otros cambios de conocimiento. Para este autor existen cambios de conocimiento que se dan de manera implícita o fruto de la práctica en la que se adquieren (por ejemplo las fobias, el lenguaje, etc.) pero el aprendizaje como tal, del que nos ocupamos aquí, debe ser fruto de situaciones en las que deliberadamente alguien se propone cambiar su conocimiento o el de los demás, a través de una práctica en las que se planifican u organizan las actividades y se especifica lo que se quiere cambiar o qué se va adquirir en dicha práctica (Pozo. 1999, pag. 82), en este caso estaríamos hablando del curso de matemáticas que tiene una duración de cuatro meses, y exige ofrecer experiencias con el propósito de mejorar los conocimientos matemáticos de los estudiantes del nivel introductorio, necesarios para abordar con éxito los ciclos básico y profesional de ingeniería, con la participación activa del estudiante y con ayuda del docente.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se podría definir el aprendizaje como un proceso intencional y planificado en el que alguien se propone cambiar su conocimiento o el de los demás utilizando estrategias cognitivas y metacognitivas que le permiten establecer relaciones entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo, facilitando la reestructuración de los conocimientos en el aprendiz de manera lógica para que éstos sean duraderos y puedan ser aplicados en otras situaciones o contextos.

Para lograr aprendizajes en el proceso educativo se hace necesario que exista la intención por parte de aprendices y maestros en querer aprender y enseñar respectivamente. Las experiencias cotidianas nos muestran como el proceso

educativo muchas veces no logra los objetivos que se propone si no existe esta intencionalidad por parte de los actores de este proceso, por un lado para un docente es difícil enseñar a quien no está interesado y no se dispone para aprender, y por otro lado ni las mejores estrategias de enseñanza harán posible el aprendizaje en un estudiante que no tenga la intención y quiera hacer un esfuerzo por aprender. De la misma manera, el aprendizaje se dificulta en los estudiantes si el docente no tiene el propósito de enseñar, si solamente se limita a repetir unos contenidos teóricos pero sin ningún interés en enfocar su labor docente en el aprendizaje de los estudiantes, la triste experiencia cotidiana nos muestra como muchos estudiantes han tenido que sufrir asignaturas en donde pareciera que la última intención del docente sea el aprendizaje significativo de sus aprendices.

El aprendizaje no es un proceso que “nazca silvestre”, exige planificación sino difícilmente cumplirá con su objetivo. En el caso del nivel introductorio la planificación es realizada por el docente, quien debe definir de manera explícita los propósitos que se desean alcanzar y que irán de acuerdo con las capacidades y necesidades del grupo. Igualmente se deben proponer las estrategias a utilizar y las responsabilidades de cada uno de los actores, tanto en el proceso de enseñanza como en el de aprendizaje. Estos objetivos, estrategias y responsabilidades deben ser verificables, pues la experiencia nos muestra que el proceso educativo no tiende a ordenarse por si solo, sino mas bien a desordenarse, luego necesitará de la intervención por parte de estudiantes y profesores para que se cumpla con los propósitos.

El objetivo primordial de todo proceso educativo es el aprendizaje de los estudiantes y específicamente en el curso de matemáticas del nivel introductorio se espera el aprendizaje por parte de los estudiantes de unos contenidos matemáticos, pero, ¿qué se entiende por aprendizaje de contenidos matemáticos?, ¿qué se espera que de un estudiante que alcance este objetivo?. En primer lugar se busca que exista un cambio en el conocimiento matemático de los estudiantes, corrigiendo posibles errores conceptuales y procedimentales que

éstos aprendieron como fruto de su formación anterior, en cierta forma se busca que se desaprendan errores conceptuales. Además se quiere que ellos reconstruyan nuevos conceptos a partir de lo que ya saben y se produzca una reestructuración en su conocimiento de las matemáticas y que ésta sea duradera en el tiempo y no permanezca solo por los cuatro meses que dura el nivel introductorio, igualmente se espera que esta nueva estructura cognitiva pueda ser aplicada en el ciclo básico y profesional de la ingeniería a la cual accedan los discentes después de aprobar el introductorio.

También es un objetivo el aprendizaje de estrategias cognitivas y metacognitivas que no sólo faciliten el cumplimiento de los objetivos de este curso sino que favorezcan todo el proceso de aprendizaje al que se verán enfrentados de ahora en adelante, pues como afirma Alvin Toffler *“los analfabetas del siglo XXI no serán aquellos que no sepan leer y escribir, sino los que no puedan aprender, desaprender y volver a aprender”*, por tanto, se hace necesario que los ingenieros de la sociedad del aprendizaje posean estrategias que les permitan lograr aprendizajes significativos y autónomos no solo en su estadía dentro de la universidad sino durante toda su vida profesional.

3.2 TIPOS Y SITUACIONES DE APRENDIZAJE

De acuerdo al trabajo de Ausubel, Novak y Hanesian, es urgente distinguir con claridad los principales tipos y situaciones de aprendizaje que se pueden dar dentro del aula de clase. Al respecto existen dos clasificaciones principales de los tipos de aprendizaje, la primera se refiere al *modo* en que se adquiere el conocimiento y la segunda a la forma en que el conocimiento es incorporado a la estructura de conocimientos del aprendiz (Díaz, 1998, pág. 19).

En la clasificación en cuanto al *modo*, se distinguen dos tipos de aprendizaje posible: *por recepción* y *por descubrimiento*. Y en cuanto a la forma, encontramos

dos modalidades: *por recepción* y *por descubrimiento*. La interacción en cuanto al modo y la forma en que aprendemos han originado las llamadas *situaciones del aprendizaje*.

3.2.1 Aprendizaje por Recepción

En el aprendizaje por recepción, “*el contenido total de lo que se va a enseñar se le presenta al alumno en su forma final*”⁵⁴, en consecuencia, en la tarea de aprendizaje lo que se espera del aprendiz es que internalice la información de modo que pueda recuperarla posteriormente.

En el *aprendizaje por recepción significativo* el material o la tarea de aprendizaje debe ser potencialmente significativas para el estudiante o en su defecto se deben convertir en significativos durante el proceso de internalización, de modo que a medida que el estudiante va recibiendo la nueva información pueda ir relacionándola con los conceptos e ideas que el alumno ya tenga (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983, pág. 34)

De otro lado, si el material o la tarea de aprendizaje no es potencialmente significativa, ni tampoco es convertida durante el proceso de internalización, estamos hablando de *aprendizaje por recepción repetitivo*, en donde al momento de recibir la información el estudiante se limita a hacer simples asociaciones arbitrarias y el alumno manifiesta una actitud de memorizar la información. (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983, pag. 34). Pareciera que el aprendizaje significativo es mucho más deseable que el aprendizaje significativo, en este sentido los autores llaman la atención respecto a estas preferencias cuando dicen:

⁵⁴ AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Segunda edición. Trillas. 1996. pag. 34

“Gran parte de la confusión en las discusiones sobre aprendizaje escolar se debe al no reconocer que los aprendizajes por repetición y significativo no son completamente dicotómico. Aunque son cualitativamente discontinuos en términos de los procesos psicológicos que subyacen a cada uno de ellos y que por lo mismo no pueden ser colocados en polos opuestos”⁵⁵

Esto nos muestra que existen tareas de aprendizaje donde se dan ambos tipos de aprendizaje o donde se dan aprendizajes con las distintas características.

3.2.2 Aprendizaje por Descubrimiento

En el aprendizaje por descubrimiento, la característica principal es que el contenido principal a ser aprendido, no se da terminado sino que debe ser descubierto por el estudiante antes de que éste pueda ser incorporado a su estructura cognitiva (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983, pág. 35), en cuyo caso la tarea de aprendizaje consiste en descubrir algo. Cuando descubre el contenido que debe ser aprendido y el estudiante logra integrarlo a su estructura cognoscitiva, de forma no arbitraria, ni al pie de la letra, estaremos hablando de *aprendizaje por descubrimiento significativo*.

De otro lado, si el descubrimiento se hace por simples asociaciones, en donde lo que predomina es la memorización de conceptos y procedimientos y no la comprensión de los mismos, estaremos hablando de *aprendizaje por descubrimiento repetido*.

Finalmente podemos resaltar que no es cierta la premisa que el único aprendizaje significativo que se da en el aula de clase, es aquel donde el estudiante realiza la

⁵⁵ Ibid. pag. 34

tarea de descubrirlo por si solo, pues como se vio, se puede dar un aprendizaje significativo por recepción y también podemos encontrar que se logren aprendizajes por descubrimiento que no necesariamente sean significativos.

3.3 ¿CÓMO APRENDEN LOS ESTUDIANTES?:

Este trabajo de tesis está motivado en facilitar el aprendizaje de los estudiantes de matemáticas del nivel introductorio, por lo que es pertinente hacer una reflexión acerca de cómo es que aprenden los discentes, razón por la cual nos ocuparemos de mirar algunas teorías que tienen posiciones en relación con la *forma* y los *procesos psicológicos* implicados en el aprendizaje. La comprensión de estos procesos hará que las prácticas docentes se puedan enfocar de manera que se favorezca el aprendizaje significativo de los estudiantes y no se reduzca a un pobre proceso de enseñanza en el que sólo se transmiten conocimientos sin tener en cuenta las condiciones que se requieren para que se produzcan aprendizajes significativos. La reflexión se hará a partir de algunos teóricos de Piaget y Vygotsky.

3.3.1 Teoría de Jean Piaget (1896 – 1980):

Para responder a la pregunta de cómo aprenden los estudiantes desde la teoría de Piaget, debemos partir de la premisa que él no considera que el progreso cognitivo de un aprendiz consista en pequeños aprendizajes puntuales sino que está regido por un proceso de equilibración (Pozo,1989), para Piaget el aprendizaje se produciría cuando tiene lugar un desequilibrio o conflicto cognitivo entre dos procesos complementarios que Piaget denominó asimilación y acomodación, en este sentido la posición de Piaget con respecto al aprendizaje es constructivista (Pozo 1989), ya que la construcción del conocimiento, se debe

según Piaget, a la tendencia al equilibrio entre los dos procesos mencionados. ¿Pero en qué consiste la asimilación y acomodación?

Asimilación y acomodación: dos procesos complementarios en la construcción del conocimiento.

La asimilación “sería el proceso por el que el sujeto interpreta la información que proviene del medio, en función de sus esquemas o estructuras conceptuales disponibles”⁵⁶, es decir, es la forma en que un aprendiz asimila un estímulo a uno de los esquemas o conceptos que él posee. En este caso un estudiante al que se le plantea un concepto, una afirmación o un problema -matemático en este caso- va a asimilarlo de acuerdo con los conceptos o esquemas aprendidos en su procesos de formación anteriores, es decir, va a tratar de relacionarlo con alguna información que el ya posea dentro de sus esquemas cognitivos, o dicho en otras palabras, el aprendiz va a “ver” a la luz de sus conceptos o ideas previas disponibles en ese momento. Si a un estudiante se le pregunta a cuánto equivale 2^0 , tratará de buscar de asimilar la respuesta en uno de sus esquemas o conceptos disponibles, el de potenciación (si lo posee). Al respecto, afirma Pozo hablando acerca de la asimilación Piagetana: “El mundo carece de significados... asimilamos las vagas formas del mundo a nuestras ideas. Así conocemos, adaptando las cosas a la forma y el conocimiento de nuestros conceptos”⁵⁷

Pero el conocimiento no puede estar basado en asimilaciones subjetivas, pues las cosas no serían lo que son si no lo que nosotros quisiésemos que fueran, así que nuestros conocimientos no serían fiables; por esta razón en la teoría de Piaget existe un proceso complementario a la asimilación que Piaget denominó acomodación, el cual hace que nuestras percepciones e ideas tiendan a adaptarse a las características reales del mundo, es decir, la acomodación permite que nuestros conceptos o ideas busquen ajustarse a la realidad y no se alejen de

⁵⁶ POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. 1989. pag. 178.

⁵⁷ Ibid. Pag. 179

manera subjetiva de ella. Ante la pregunta de cuánto es 2^0 casi ningún estudiante (del nivel introductorio) lo relacionará con una suma o una resta y estarán de acuerdo en afirmar -si no saben la respuesta- que seguramente es un número menor que 2^2 . Pero la acomodación no solo explica la tendencia de mis conocimientos o esquemas de asimilación a adecuarse a la realidad, sino que, sobre todo sirve para explicar el cambio en los esquemas que el estudiante ya posee, cuando esta adecuación no se produce (Pozo, 1989), es decir, si mis esquemas no concuerdan o son insuficientes para asimilar una situación determinada, me veré obligado a modificar uno de mis esquemas, buscando que se adapte con la situación, así pues, para Piaget la acomodación es cualquier modificación de un esquema asimilador o de una estructura, modificación causada por elementos que se asimilan (Piaget. 1970, pag. 18 de la trad. cast.). Es decir, si el estudiante no pueda dar una respuesta a la pregunta de cuánto es 2^0 , o mejor, no puede encontrar dentro de sus esquemas o conceptos matemáticos la razón por la cual es igual a $2^0=1$, se verá obligado modificar o ampliar sus conocimientos acerca de la potenciación si quiere encontrar una respuesta a este interrogante.

Además un aspecto importante en esta teoría es que la acomodación no sólo implica una modificación de los esquemas de asimilación que el estudiante posee debido a la nueva información asimilada, sino que también producirá una nueva asimilación o reinterpretación de situaciones o datos anteriores debido a los nuevos esquemas asimiladores construidos, es decir, la adquisición de un nuevo concepto puede modificar toda la estructura conceptual precedente (Pozo. 1989). Siguiendo con nuestro ejemplo, cuando el estudiante haya entendido la razón por la cual un número elevado a la cero es igual a uno, ante la pregunta: ¿cuánto es 0^0 ?, no responderá mecánicamente que es igual a uno, sino que seguramente entenderá que 0^0 es una indeterminación, es decir no existe.

Como vemos los procesos de asimilación y acomodación se implican necesariamente, “no hay asimilación sin acomodación pero...la acomodación

tampoco existe sin una asimilación simultánea” (Piaget. 1970, pag. 19 de la trad. cast.), para Piaget la construcción del conocimiento se basa en la tendencia a un equilibrio creciente entre ambos procesos, pero también y esto es muy importante, sólo de los desequilibrios entre estos dos procesos surge el aprendizaje o el cambio cognitivo (Pozo. 1989).

Piaget (1975) sostiene que el equilibrio entre asimilación y acomodación se produce – y se rompe – en tres niveles de complejidad creciente, Pozo (1989) hace referencia a estos tres niveles:

En el primer nivel, los esquemas que posee el sujeto deben estar en equilibrio con lo se que asimila. Así cuando la “conducta” de un suceso – por ejemplo $i^2=-1$, donde i es un número complejo – no se ajusta a las predicciones del sujeto se produce un desequilibrio entre sus esquemas de conocimiento – un número real elevado a una potencia par siempre es mayor que cero – y los hechos que se asimilan.

En este segundo nivel, tiene que existir un equilibrio entre los diversos esquemas del sujeto, que deben asimilarse y acomodarse recíprocamente. De lo contrario se produce un “conflicto cognitivo” o desequilibrio entre dos esquemas. Esto sucede por ejemplo cuando se analizan las propiedades de una recta con pendiente i , es decir, de la forma $y = ix$, esta recta recibe el nombre de isotrópica y no se puede graficar, es perpendicular así misma en todo punto y la distancia entre dos puntos cualquiera de esta recta es igual a cero. Estos conceptos entrarán en conflictos con los conceptos que el estudiante posee acerca de las rectas.

Por último en el nivel superior el equilibrio consiste en la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados. Así por ejemplo, cuando un sujeto adquiere un nuevo concepto debe relacionarlo con otros conceptos que ya posee integrándolo en una nueva estructura de conceptos. En este caso, la acomodación de un esquema produce cambios en el resto de esquemas asimiladores. De no ser

así, se producirán continuos desequilibrios o conflictos entre estos esquemas. En este caso el estudiante adquiere los conceptos necesarios para entender las propiedades de las rectas isotópicas y debe relacionarlos con otros conceptos como el de corriente alterna e integrarlos en una nueva estructura de conceptos, ya que esto le permitirá simular la conducción de corriente alterna, si asume que ésta no viajan a través de un alambre de cobre sino a lo largo de una recta isotrópica.

En los tres casos se observa que los desequilibrios muestran que los esquemas disponibles por el estudiantes no son suficientes para asimilar la información que se presenta por lo tanto se hace necesario acomodar esos esquemas para recuperar el equilibrio (Pozo 1989).

¿Cómo superar los desequilibrios?:

Según Piaget (1975) habría dos tipos de respuestas globales a los estados desequilibrio:

Respuestas no adaptativas: en este caso el estudiante no toma conciencia del conflicto existente, es decir, al no encontrar la situación como conflictiva, él no tendrá la necesidad de modificar sus esquemas y no se producirá ninguna acomodación y por lo tanto no se producirá ningún aprendizaje.

Respuestas adaptativas: en este caso el aprendiz es conciente de la perturbación o del estado de desequilibrio e intentará resolverlo, estas respuestas adaptativas pueden ser de tres tipos:

Respuesta de tipo alpha: La regulación de la perturbación no se traduce en un cambio del sistema de conocimientos, ya sea por que la perturbación es muy leve

y puede ser corregida sin modificar el sistema o porque, siendo fuerte se ignora o no se considera.

Respuesta de tipo beta: El elemento perturbador se integra en el sistema de conocimientos, pero como un caso más de variación en el interior de la estructura organizada.

Respuesta Gamma: Hay una anticipación de las posibles variaciones que dejan de ser perturbaciones para convertirse en parte del juego de transformaciones del sistema. (Pozo 1989).

Los tres tipos de respuestas adaptativas se relacionan con la analogía de Driver, Guesne y Tiberghien (1985), es decir, corresponden a las tres formas en como puede reaccionar la clase ante el alumno nuevo: puede no relacionarse en absoluto con los otros estudiantes y permanecer aislado; puede unirse a un grupo que ya existe; o su presencia puede provocar una reorganización de los grupos de amigos de la clase en su totalidad.

Como señalábamos al principio, esta teoría está basada en contradicciones – desaciertos - pues en el proceso de aprendizaje el estudiante deberá ir superando de manera gradual desequilibrios de diferente naturaleza, entre los hechos y los esquemas asimiladores, entre esquemas y finalmente aquellos que requieren una integración jerárquica de los esquemas previamente diferenciados. En resumen para Piaget resultan más fructíferos los fracasos que los aciertos a la hora de aprender, por que proporcionan más información sobre la insuficiencia asimiladora de nuestros esquemas o conocimientos (Wertheimer, 1945). La obra de Piaget quiso ir en una posición decidida de la asociación y el mecanicismo que comenzaba a dominar las teorías psicológicas (Pozo, 1989), por esta razón Piaget descalifica la asociación como una forma de aprender, razón por la cual su teoría sigue siendo muy discutida en parte por su desprecio por el aprendizaje asociativo (Pozo, 1989), y por no tener muy en cuenta los procesos de instrucción.

Afortunadamente encontramos teorías que se oponen a estos reduccionismos e intentan conciliar los procesos de aprendizaje asociativo y por reestructuración para ello concediendo para ello una mayor importancia a la instrucción (Pozo, 1989), por esta razón analizaremos a continuación la teoría de Vygotsky (1934) y Ausubel, Novak y Hanesian (1978) que han abordado el aprendizaje teniendo en cuenta los procesos de instrucción.

3.3.2 Teoría de Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934):

La teoría de Vygotsky a diferencia de la de Teoría de Piaget no niega la importancia del aprendizaje asociativo, aunque si aclara que se trata de un mecanismo claramente insuficiente (Pozo, 1989), en este sentido Vygotsky viene a crear una teoría conciliadora en este aspecto basando su teoría sobre el concepto de *actividad*. Vygotsky sostiene que el hombre no se limita a responder a estímulos sino que actúa sobre ellos para modificarlos, esta actuación sobre los estímulos es posible gracias a la *mediación* de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta, al respecto dice Pozo: *“gracias al uso de instrumentos mediadores, el sujeto modifica el estímulo; no se limita a responder ante su presencia de modo reflejo o mecánico sino que actúa sobre él”*⁵⁸.

En la teoría de Vygotsky los mediadores son instrumentos que permiten transformar la realidad, él distingue dos tipos de mediadores en función de su actividad: las *herramientas* y los *signos*. Las herramientas son instrumentos con los que el hombre actúa directamente sobre la realidad (el martillo, un vehículo, etc.) para modificarla. Pero para Vygotsky existe una segunda herramienta los signos que *actúan sobre nuestra representación interna de la realidad, transforman la actividad mental de la persona que los utiliza (lenguaje, escritura,*

⁵⁸ POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. 1989. pag. 178. En: PEREZ, Martha Ilce. (Compiladora). Teorías del Aprendizaje. Ediciones UIS. 2004. Pag. 3

etc), y de ese modo regulan su conducta social⁵⁹. El ciclo de actividad de Vygotsky se resume en la figura 3.3

El sistema de signos más usado por los humanos es el lenguaje, pero existe muchos instrumentos de tipo simbólico que nos permiten actuar sobre la realidad (la matemática, los sistemas de medición, la escritura, etc.), en suma la diferencia entre las herramientas y los signos es que los primeros actúan directamente sobre los estímulos transformándolos y los últimos no actúan materialmente sobre el estímulo sino que modifica a la persona que lo utiliza como mediador y termina influenciando su conducta con el entorno, ante esta diferencia Vygotsky afirma:

“La función de la herramienta no es otra que la de servir de conductor de la influencia humana en el objeto de la actividad; se halla externamente orientada y debe acarrear cambios en los objetos. Es un medio a través del cual la actividad humana externa aspira a dominar y triunfar sobre la naturaleza. Por otro lado, el signo no cambia absolutamente nada en el objeto de una operación psicológica. Así pues, se trata de un medio de actividad interna que aspira a dominarse a sí mismo; el signo, por consiguiente, está internamente orientado” (Vygotsky, 1978, pag. 91 de la trad, al cast.)

Son los instrumentos de tipo simbólico los que nos interesan en el contexto educativo, ya que éstos modifican al sujeto, estos signos o si se prefiere los significados, vienen a estar constituidos por conceptos y por estructuras organizadas de conceptos (Pozo, 1989), por eso ahora mostraremos – según Vygotsky – cómo se adquieren de estos mediadores simbólicos.

⁵⁹ **Citado** en CASTRO, Miriam. SÁNCHEZ, Miriam. La teoría del enfoque sociocultural de Vygotsky. <http://campus.uab.es/~2133542/teoriav.html>.

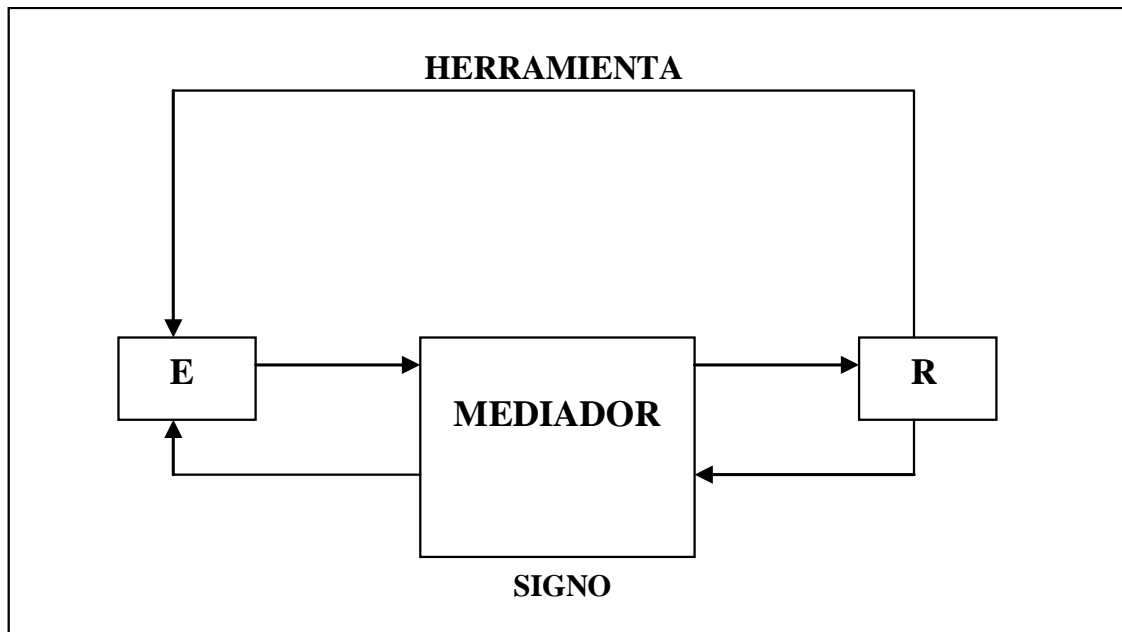


Figura 3.3. El ciclo de actividad según Vygotsky. (Adaptado de Pozo, 1989)

La adquisición de los signos o significados:

Para Vygotsky los instrumentos de mediación – herramientas y signos – los proporciona la cultura, se adquieren y se desarrollan a través de la interacción social (CASTRO y SÁNCHEZ, 2005). Puesto que el individuo se encuentra en una sociedad específica con una cultura concreta, los significados están determinadas por la forma de ser de la sociedad: los significados *son mediados culturalmente* (CASTRO y SÁNCHEZ, 2005), por lo cual se puede decir que los significados – por ejemplo conceptos matemáticos - son el resultado de la interacción con los demás, es en esta interacción que aprendemos el uso de los símbolos, que a su vez nos permiten formas de “ver” el mundo de manera diferente, Vygotsky (1978) afirmaba que a mayor interacción social, mayor conocimiento.

En su teoría Vygotsky sostenía que la adquisición de significados siempre es objeto de intercambio social (Pozo, 1989), es decir, los significados son en un primer momento son sociales, interpersonales o interpsicológicas y después del

proceso de internalización se convierten en individuales, intrapersonales o intrapsicológicas, al respecto Vygotsky afirma:

“En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero entre personas (interpsicológica), y después en el interior del propio niño (intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos” (Vygotsky, 1978, pag. 94 de la trad. al cast.)

Esta separación o distinción entre habilidades interpsicológicas y habilidades intrapsicológicas y el paso de las primeras a las segundas es el concepto de interiorización (CASTRO y SÁNCHEZ, 2005), es decir, que el progreso cognitivo de un individuo según Vygotsky se alcanza cuando se apropia de los significados sociales, es decir, los hace suyos, llevándolos a un plano individual o, dicho de otra manera, cuando el estudiante hace suyas habilidades interpsicológicas convirtiéndolas en habilidades intrapsicológicas.

En este sentido para Vygotsky el sujeto ni imita los significados –como sería el caso del conductismo – ni los construye sin interactuar socialmente como para Piaget, sino que literalmente los reconstruye (Pozo, 1989). Vygotsky presenta varios ejemplos de reconstrucción del significado exterior en significado interior. Presentamos uno de los más conocidos (Véase Pozo, 1989): *Al principio un bebé intenta coger un objeto estirando su mano hacia él, pero no lo alcanza. Su madre que lo ve, interpreta sus deseos y le acerca el objeto. De esta forma, mediante su acción, el niño ha provocado la intervención de una acción mediadora que le facilita el objeto. Poco a poco, esa mediación se va interiorizando en el niño, al estirarse hacia el objeto, no dirigirá en realidad su acción a éste sino a su madre. Ya no intentará coger directamente el objeto, sino que lo señalará para que su madre se lo acerque. Ello producirá una transformación física en la propia acción que se simplificará y adquirirá un significado que inicialmente no tenía. Ese*

*Significado hubiera sido imposible sin la intervención de otra persona atribuyendo sentido e intenciones a la conducta del niño.*⁶⁰

En este sentido la teoría de Vygotsky trata de reconciliar entre el aprendizaje asociativo y el aprendizaje por reestructuración, puesto que el primero niega toda la existencia de un desarrollo diferente a los procesos de aprendizaje asociativo y Piaget adopta una posición contraria en no dar casi ninguna importancia a los aprendizajes de tipo asociativo para su teoría sobre la equilibración. Mientras que vemos que para Vygotsky ambos procesos son interdependientes pues para él, no hay desarrollo sin aprendizaje, ni aprendizaje sin desarrollo previo (Pozo, 1989)

En resumen, el aprendizaje para Vygotsky se trata de la internalización progresiva de signos que en un primer momento se encuentran en el exterior y luego por medio de la mediación se logran interiorizar en el sujeto, es decir, que pertenezcan al desarrollo interno del individuo. En consecuencia, *“Vygotsky entiende que el aprendizaje precede temporalmente al desarrollo, que la asociación precede a la reestructuración”*⁶¹

En el paso de que una habilidad psicológica trascienda del exterior al interior del individuo, los demás juegan un papel importante, en función de esta ayuda externa al individuo Vygotsky (1934) distingue dos tipos de desarrollo, el primero de ellos corresponde a aquello que un individuo es capaz de hacer sin la ayuda de los demás, de manera autónoma, es decir con las habilidades psicológicas (significados) ya interiorizados y lo denomina *desarrollo efectivo*, y por otro lado estaría todo lo que el individuo es capaz de hacer con la ayuda de otras personas o de instrumentos mediadores proporcionadas de manera externa. Para Vygotsky la diferencia entre *desarrollo efectivo* y el *desarrollo potencial*, se denomina *zona de desarrollo potencial*, es decir todas las habilidades psicológicas que el individuo es capaz de usar con la ayuda de otros pero que aun no ha interiorizado.

⁶⁰ POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. 1989. pag. 178. En: PEREZ, Martha Ilce. (Compiladora). Teorías del Aprendizaje. Ediciones UIS. 2004. Pag. 5

⁶¹ POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. 1989. pag. 178. En: PEREZ, Martha Ilce. (Compiladora). Teorías del Aprendizaje. Ediciones UIS. 2004. Pag. 6

Vygotsky (1978) estima que *es el desarrollo potencial el que debe atraer la atención de los educadores*. En este sentido se ve que la teoría de Vygotsky es muy vigente para los procesos de aprendizaje, por que considera a la instrucción como un elemento importante para desarrollar las habilidades cognitivas del estudiante, partiendo de lo que el ya ha interiorizado para que de ahí y con una mediación externa puede desarrollar esos significados, en este sentido reconcilia a los procesos asociativos con los procesos de instrucción, algo en lo que la teoría de Piaget no pudo superar.

3.4 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO:

El objetivo del curso de matemáticas del nivel introductorio es alcanzar aprendizajes estables en el tiempo, es decir, cuando el estudiante no olvida fácilmente lo que ha aprendido, además se quiere que los nuevos conocimientos no sean almacenados de manera arbitraria sino que cada nuevo concepto sea comprendido e incorporado en la estructura cognoscitiva del estudiante. De esta forma se busca que estos conceptos puedan ser aplicados mas adelante durante el ciclo básico y profesional. La pregunta es ¿qué tipo de aprendizaje permitirá alcanzar estos objetivos?. Un aprendizaje con estas características es llamado en la actualidad *aprendizaje significativo*, siendo David Ausubel, Joseph Novak y Helen Hanesian los principales autores de la teoría.

En primer lugar para que se puedan favorecer dentro del aula aprendizajes significativos, se hace necesario que los contenidos que se presentan al estudiante posean una organización interna, pues ello facilitará la comprensión, es decir, se requiere que cada nuevo concepto o cada nueva información estén relacionadas de manera lógica con lo que ya sabe el estudiante y además tengan una organización adecuada; si no se da lo anterior, si la información y los conceptos a aprender se presentan de manera arbitraria estaremos promoviendo aprendizajes asociativos o mecánicos (Pozo.1996, pág. 159), que se producen

cuando la información es almacenada de modo arbitrario en la memoria del discente, sin interactuar con los conocimientos previos, es decir, el aprendizaje está basado en simples asociaciones y el estudiante carece de conocimientos previos relevantes y necesarios para hacer que la tarea de aprendizaje sea potencialmente significativa (Ausubel, Novel, Hanesian 1983, pág. 37).

De otro lado, para que se facilite el aprendizaje en los estudiantes conviene que se use una terminología y un vocabulario que le sea familiar al discente, *“que no sea excesivamente novedoso ni difícil de aprender, sino que se vaya dosificando la aparición de términos opacos”*⁶², si se hace necesario la utilización de estos nuevos términos habrá la necesidad de tomarse un tiempo para explicarlos y no dar por sentado que el estudiante ya los conoce, de lo contrario se convertirán en un obstáculo para la comprensión de los conceptos.

Además para que se pueda lograr aprendizajes significativos en los estudiantes es necesario tener en cuenta el conjunto de conceptos, de ideas, experiencias, etc., que el discente posee en un determinado campo del conocimiento, así como la organización de su estructura cognitiva. Al respecto David Ausubel, Joseph Novel y Helen Hanesian recalcan la importancia de esto en el epígrafe de su obra cuando dicen: *“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”*⁶³

En este sentido, para que en aula de clase se promuevan aprendizajes significativos se requiere que los contenidos sean *“relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura*

⁶² POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p. 161

⁶³ AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Segunda edición. Trillas. 1996.

cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición” ⁶⁴, es decir, que en la teoría del aprendizaje significativo se requiere que los nuevos contenidos tengan alguna relación con lo que el estudiante ya sabe para que puedan ser “conectados” con su estructura cognoscitiva, es decir, que el discente debe poseer conceptos, ideas, experiencias, etc., con las cuales pueda relacionar lo que desea aprender, lo que confirma Pozo cuando dice que *“el aprendizaje significativo implicará siempre intentar asimilar explícitamente los materiales de aprendizaje a conocimientos previos- es decir - que el aprendiz pueda relacionar el material de aprendizaje con la estructura de conocimientos que ya posee.”*⁶⁵. El prerrequisito de conocimientos previos acerca del tema a aprender, se convierte en un factor que marca la diferencia en el aula de clase a la hora de lograr aprendizajes significativos en los estudiantes del nivel introductorio, como se señaló en el capítulo 2. En la figura 3.2 resumimos las condiciones o requisitos para que se produzca un aprendizaje significativo a partir de Ausubel, Novak y Hanesián (1978) (Adaptado de Pozo 1996).

En este proceso de conectar la nueva información con la que el estudiante ya posee, se generarán conflictos entre lo que el estudiante ya sabe y lo que debería saber, estos conflictos promoverán el aprendizaje (Díaz, 1998, pág.17), ya que facilitarán que el estudiante logre ampliar sus conocimientos previos y a su vez pueda darles una nueva organización dependiendo del grado del conflicto que se presente, Pozo resume lo anterior cuando dice que *“se produce no solo un crecimiento o expansión de esos conocimientos previos, sino también, como consecuencia de esos desequilibrios o conflictos entre los conocimientos previos y la nueva información, un proceso de reflexión sobre los propios conocimientos puede dar lugar a procesos de ajuste, reestructuración o cambio conceptual”*⁶⁶

⁶⁴ Ibid. Pag. 48

⁶⁵ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p. 270 y pag 163.

⁶⁶ Ibid. Pag. 270

Varios autores (Díaz, 1998, pag.17, Pozo 1996, pag. 64) afirman que el aprendizaje o la construcción del conocimiento se logra gracias a los conflictos entre los conocimientos previos del estudiante, como resultado de aprendizajes anteriores, en este caso principalmente los que se alcanzaron en la educación básica y media. El aprendizaje significativo se basa en el “desequilibrio” utilizando la terminología de Piaget (1975), entre la información previa y lo que se quiere que el estudiante aprenda de manera significativa, este tipo de desequilibrios puede darse en diferentes niveles, los cuales podremos percibir mejor a partir de la analogía de Driver, Guesne y Tiberghien (1985):

*“Consideremos lo que puede suceder cuando un chico nuevo llega a una clase. Cuando llega hay varias posibilidades que pueden ocurrir: puede no relacionarse en absoluto con los otros estudiantes y permanecer aislado; puede unirse a un grupo que ya existe; o su presencia puede provocar una reorganización de los grupos de amigos de la clase en su totalidad. El mismo estudiante podría además integrarse de modo distinto en función de la clase que los reciba”.*⁶⁷

Lo mismo sucede con el aprendizaje, la nueva información estará en diferentes niveles de conflicto con lo que el estudiante ya sabe, el nivel de conflicto dependerá *“del grado en que el aprendiz tome conciencia o reflexione activamente sobre los conflictos entre sus conocimientos previos y la nueva información”*⁶⁸.

Pozo (1996) establece cuatro niveles de conflicto en los que puede entrar la nueva información con los conocimientos previos:

- Lo primero que puede pasar es que el aprendiz no detecte ningún conflicto entre la nueva información y sus conocimientos previos que justifique

⁶⁷ DRIVER, R.; SQUIRES, A., Y TIBERGHIEEN, A. (Eds.) (1985): Children's ideas in science. En: POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. pag. 164.

⁶⁸ POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. pag. 165.

modificarlos, en este caso no habrá ningún aprendizaje significativo; esto sucede, por ejemplo, cuando se le muestra al estudiante un procedimiento matemático que no ha sido construido de manera fundamentada, en el curso de matemáticas se presenta cuando se le dice al estudiante que para solucionar una ecuación debe transponer términos, lo que este sumando se pasa a restar, lo que esta multiplicando se pasa a dividir, etc., pero sin fundamentar el por qué de este procedimiento.

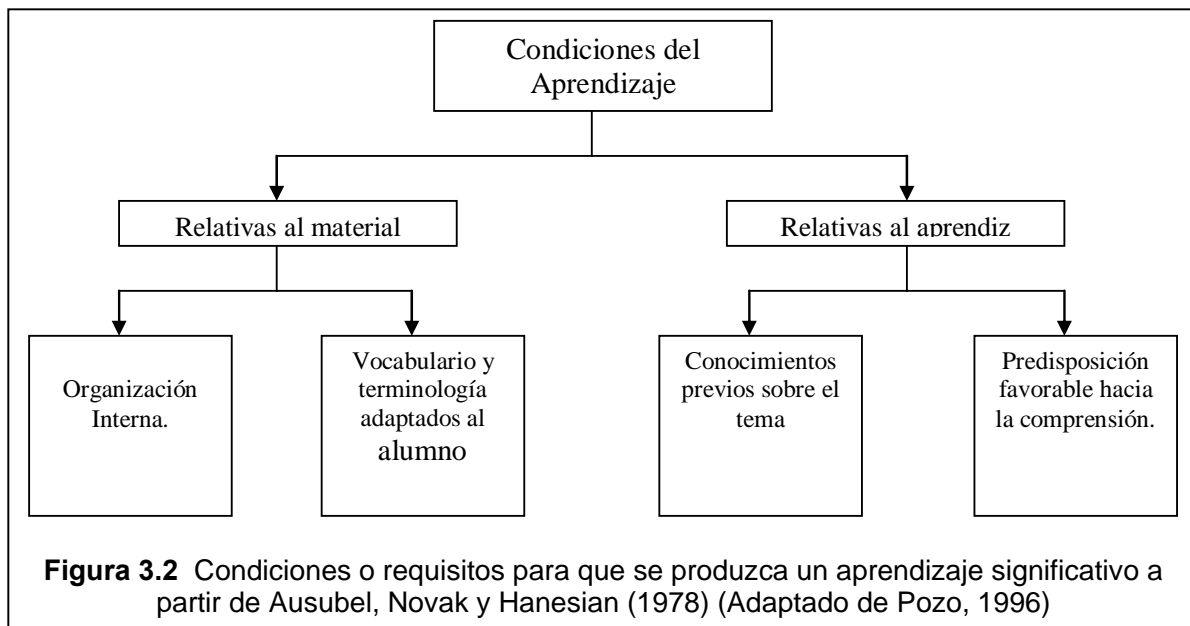
- Un segundo nivel de conflicto ocurre cuando el discente se ve obligado a reflexionar sobre sus propios conocimientos porque detecta una *pequeña anomalía* conceptual, es decir, que la nueva información no concuerda con sus conocimientos previos, luego se hace necesario que esta *anomalía* se incorpore a su esquema cognoscitivo, en este caso el estudiante aumentará sus conocimientos previos, este tipo de nuevo conocimiento será a manera de excepción o de información adicional que se añadirá a su estructura cognitiva. Esto ocurre en el curso de matemáticas, cuando por ejemplo el estudiante advierte que la transposición de términos no es una alternativa que funcione para solucionar ecuaciones con radicales o de tipo exponencial, esta es una excepción a la regla que utilizaba para solucionar ecuaciones algebraicas sencillas, el estudiante concluye que se pueden solucionar ecuaciones utilizando la transposición de términos, excepto cuando sea una ecuación exponencial.
- El tercer nivel de conflicto del que habla Pozo, ocurre cuando “esas anomalías se hacen frecuentes”⁶⁹. Cuando la cantidad de excepciones empiezan a ser muy frecuente se hace más difícil clasificarlos como excepciones a los conocimientos previos por lo que se hace necesario que se haga un *ajuste* de éstos. Volviendo al ejemplo de solución de ecuaciones, el estudiante empieza a encontrarse con ecuaciones irracionales, logarítmicas y racionales que no podrán ser resueltas

⁶⁹ Ibid. Pag. 166

aplicando el algoritmo de la transposición de términos, en este caso el estudiante necesitará ajustar sus conocimientos previos, encontrar y⁷⁰ comprender de manera significativa los principios generales que rigen la solución ecuación (por ejemplo comprendiendo el principio de ecuaciones equivalentes) que le permitirá encontrar el camino para solucionar una ecuación o aún para determinar que no es posible solucionarla por métodos exactos y que quizás necesite utilizar un paquete matemático o utilizar un método aproximado.

- El último nivel de clasificación que propone este autor ocurre cuando el estudiante logra establecer una relación entre situaciones que inicialmente se presentaron como diferentes y sin relación ninguna, el estudiante logra hacer la *equilibración* “mediante la construcción de una nueva estructura conceptual que dé cuenta de qué tienen en común situaciones aparentemente tan dispares”, en este caso se produce una *reestructuración* de los conocimientos anteriores, es decir, el estudiante logra cambiar la perspectiva que el tenía acerca del tema reestructurado, se debe tener en cuenta que la reestructuración es un proceso y no un momento en el aprendizaje. Pozo (1996, pág. 166). En este caso el estudiante de matemáticas podrá ver que como el principio de ecuaciones equivalentes puede ser extrapolado para resolver ecuaciones diferenciales y en problemas de Cálculo Integral.

⁷⁰ Ibid. pag. 166



3.5 LO QUE SE QUIERE ENSEÑAR A LOS ESTUDIANTES DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO:

En esta sesión queremos hacer una breve reflexión o si se prefiere una descripción de cada uno de los resultados del aprendizaje que se espera los estudiantes logren al finalizar el nivel introductorio. La reflexión se hará teniendo en cuenta la *Taxonomía de los objetivos de la educación: clasificación de las metas educacionales* de Benjamín Bloom. En primer lugar se hablará de los tres primeros niveles del dominio cognoscitivo de Bloom: el conocimiento, la comprensión y la aplicación, para finalizar se hablará en el dominio afectivo en la que se describirán algunos contenidos actitudinales que se espera los estudiantes alcancen.

3.5.1 Lo que se quiere que el estudiante del nivel introductorio *conozca*:

En este primer nivel trataremos aquella información que esperamos el estudiante del nivel introductorio *recuerde*, teniendo en cuenta que recordar es solamente

una parte de procesos mucho más complejos que describiremos más adelante (Bloom, 1981).

3.5.1.1 Conocimiento de datos específicos:

Recordar unidades de información específica y susceptibles de ser aisladas (Bloom, 1981, pag. 57), se hace referencia a la información que relaciona con la matemática como un campo del conocimiento, es decir, aquella información que un estudiante debe usar para intentar comunicar a otros ideas, conceptos o expresiones matemáticas, como también la información que el discente debe poseer para interpretar una información o para tratar de organizarla en esta disciplina.

3.5.1.1.1 Conocimiento de la terminología:

Conocimiento de los referentes de símbolos específicos verbales o de otro tipo (Bloom, 1981, pag. 59). Se hace referencia al manejo de una variedad de símbolos y de la terminología que se emplea en la asignatura, en este caso, el estudiante debe adquirir el conocimiento de ellos y aprender su significado, sobre todo en un campo como la matemática donde la precisión y la rigurosidad son importantes.

Terminología en la asignatura de matemáticas:

Factor, sumando, término algebraico, polinomio, producto notable, potencia, exponente, base, radical, radicando, raíz, variable, constante.

Plano cartesiano, coordenada, eje coordenado, variable dependiente, variable independiente, abscisa, ordenada, recta, circunferencia, hipérbola, parábola, elipse.

Ángulo, ángulo recto, ángulo agudo, ángulo obtuso, cateto, cateto opuesto, cateto adyacente.

3.5.1.2 Conocimiento de los modos y medios para el tratamiento de los datos específicos:

En este caso se trata de conocer algunas formas en las que se tratan los datos específicos en el campo de las matemáticas y algunas convenciones que el estudiante debe manejar para que pueda entender el tratamiento de los datos específicos que se requieren en la asignatura, no cabe aquí el que *conozca el uso concreto de los modos y medios* (estos se verán más adelante) *sino el conocimiento de su existencia y posibles usos* (Bloom, 1981, pag. 61).

3.5.1.2.1 Conocimiento de las convenciones:

El conocimiento de los modos característicos de tratar y presentar las ideas y los fenómenos. Se trata no sólo del conocimiento de los símbolos matemáticos sino que representan cada uno de ellos y qué posibles funciones cumplen.

Convenciones en la asignatura de matemáticas:

La representación matemática de las operaciones de: suma, multiplicación, radicación, logaritmación.

El significado de los signos de agrupación - () { } - y su función dentro de las expresiones matemáticas.

Las convenciones que se han tomado para factorizar una expresión algebraica: factor común, trinomio cuadrado perfecto, diferencia de cuadrados, trinomio de la forma ax^2+bx+c .

La representación geométrica del plano cartesiano.

Representación analítica de un punto en el plano cartesiano.

La representación geométrica y matemática de una recta.

Conocimiento de la representación matemática y geométrica de las principales secciones cónicas: la circunferencia, la parábola, la hipérbola, la elipse.

Conocimiento de las principales relaciones entre los catetos de un triángulo rectángulo: seno, coseno, tangente.

Conocimiento de las formas para medir ángulos: grados y radianes.

3.5.1.2.2 Conocimiento de las clasificaciones y categorías:

Se trata de conocer las diferentes clasificaciones que se dan al interior de la asignatura (Bloom, 1981). Estas clasificaciones resultan fundamentales ya que permiten estructurar y relacionar algunos conceptos que para el estudiante pueden verse como aislados pero para el *especialista* resultan fundamentales, ya que permiten realizar de manera más estructura y sistematizada su trabajo.

Clasificaciones y categorías en la asignatura de matemáticas:

La clasificación más importante al interior de la asignatura es la que la divide en Álgebra, Geometría Analítica y Trigonometría.

Reconocer los diferentes conjuntos en los que se divide los números reales: naturales, enteros, racionales, irracionales.

Identificar las dos clasificaciones principales de las expresiones racionales: propias e impropias.

3.5.1.2.3 Conocimiento de criterios:

Consiste en *conocer aquellos criterios mediante los cuales se comprueban o juzgan los hechos, los principios, las opiniones o los comportamientos* (Bloom, 1981, pag. 64). Este es un conocimiento que permite abordar problema

matemático de manera sistematizada. En este caso los estudiantes deben saber cuáles son y cómo usarlos. Su utilización en situaciones concretas se estudiará más adelante.

Criterios en la asignatura de matemáticas:

Criterio del discriminante para definir si una ecuación cuadrática tiene soluciones reales: $b^2 - 4ac \geq 0$.

Criterios para identificar los diferentes casos de factorización.

Criterio para distinguir en qué tipos de fracciones simples se puede descomponer una expresión racional.

Criterio para determinar si una ecuación lineal posee solución.

Criterio para definir si una ecuación de orden dos corresponde a una circunferencia, una parábola, una hipérbola o una elipse.

Criterio para utilizar la ley del seno o la ley de coseno según corresponda.

3.5.1.2.4 Conocimiento de la metodología:

Conocimientos de los métodos de investigación, las técnicas y los procedimientos utilizados en – matemáticas – que facilitan el análisis de problemas o fenómenos particulares (Bloom, 1981, pag. 65). En este caso se trata que el estudiante conozca algunos métodos para solucionar problemas, se enfatiza en que conozca el método y la utilidad que tiene dentro de la matemática y no su habilidad para utilizarlos, que se analizará en un apartado más adelante.

Conocimiento sobre la metodología en la asignatura de matemáticas:

Los métodos para sumar y multiplicar números y expresiones racionales.

Los métodos para solucionar ecuaciones (por fórmula, por factorización, de manera gráfica)

El método para descomponer una expresión racional como una suma fracciones simples.

3.5.1.3 Conocimiento de los universales y las abstracciones en un campo determinado:

Consiste en el *conocimiento de las principales ideas, esquemas y estructuras mediante las cuales se organizan los fenómenos y las ideas* (Bloom, 1981, pag. 66). Se trata que el estudiante del nivel introductorio conozca las principales teorías y principios del álgebra, la geometría analítica y la trigonometría.

3.5.1.3.1 Conocimiento de principios y generalizaciones:

Consiste en el conocimiento de algunos principios matemáticos aplicable a diferentes problemas o ejercicios, en este caso sólo se exige que se conozca y no que sepa aplicarlos esto lo veremos más adelante en el apartado sobre aplicación.

Principios en la asignatura de matemáticas:

Las leyes de campo de los números reales (conmutativa, asociativa, distributiva, modulativa).

El teorema de Pitágoras.

Las relaciones entre los diferentes catetos de un triángulo rectángulo (seno, coseno, tangente y sus inversas)

La ley del seno y la ley del coseno.

La identificación de una circunferencia, una parábola y una hipérbola.

3.5.2 Lo que se quiere que el estudiante del nivel introductorio comprenda:

En una comunicación simbólica como la que utiliza la matemática una de las mayores *aptitudes y capacidades intelectuales* que se quiere conseguir en la asignatura es el de la comprensión. En este sentido lo que se espera es que los discentes puedan hacer uso de las ideas, los conceptos, las leyes, las fórmulas que hacen parte de la asignatura de matemáticas, en el ciclo básico y profesional de cada una de sus ingenierías. La comprensión según Bloom (1981) se da en tres niveles:

3.5.2.1 Traducción:

Se presenta cuando el estudiante puede expresar la comunicación en su mente de otra forma o en *términos distintos de los originales*, sin embargo para que un estudiante del nivel introductorio pueda “traducir” una información matemática, en una forma que sea más entendible para él necesitará de una información previa, *lo que se constituye en un requisito indispensable y pertinente* (Bloom, 1981, pag. 79).

Traducciones en la asignatura de matemáticas:

Traducir una fórmula o expresión matemática a formas verbales o en forma de texto.

Traducir un problema de manera escrita (texto) a forma simbólica matemática.

Formular un problema matemático con sus propias palabras.

3.5.2.2 Interpretación:

Para que un estudiante interprete una afirmación, comunicación o expresión matemática se hace necesario que, en primer lugar, pueda traducir cada una de sus partes, ser capaz de ir *más allá de la traducción de las partes y llegar a*

comprender sus relaciones, reordenar o disponer de manera distinta los componentes, en su pensamiento, a fin de obtener una visión total del contenido de la comunicación (Bloom, 1981, pag. 70) y relacionarlo con la información que el discente ya posee. La interpretación también incluye ser capaz de distinguir lo fundamental de lo secundario (Bloom, 1981).

La interpretación en la asignatura de matemáticas se da, en primer lugar; cuando un estudiante es capaz de traducir un problema matemático a unos términos paralelos pero más comprensibles para él –expresar el problema en otras palabras- es decir, requiere en primer lugar de una traducción que depende en gran manera en la información previa que el estudiante ya posee, y luego que el discente esté en la capacidad de relacionarlo con otro tipo de información o de conceptos de manera apropiada, de tal forma que pueda obtener una visión más clara de los que se le pide o se le comunica. Un discente ha interpretado bien un concepto matemático cuando se le pide usarlo en el mismo contexto en el que se le enseñó y lo hace de manera apropiada.

La interpretación en la asignatura de matemáticas:

Un estudiante hace interpretación de los conceptos trigonométricos cuando por ejemplo, ante el problema de “solucionar un triángulo”, el esté en la capacidad de identificar los datos que conoce de dicho triángulo, a su vez identificar las incógnitas o qué se le está preguntando y puede hallar una relación entre lo que conoce y lo que desconoce, para poder solucionarlo. La interpretación será completa cuando se le planteen ejercicios análogos (triángulos similares) y puede solucionarlos de manera exitosa. En este caso se requiere que el estudiante pueda aplicar un concepto o procedimiento (división de polinomios, solución de ecuaciones lineales y cuadráticas,

descomposición en fracciones parciales, la solución de triángulos) cada vez que se le pida que lo haga en el mismo contexto en el que le enseñó.

3.5.2.3 Extrapolación:

Si hay algo que distingue a la matemática de la que nos ocupamos los ingenieros, es que está diseñada para que pueda ser extrapolada a situaciones y contextos, en este sentido lo que se quiere es que el estudiante sea capaz de *extender más allá de los límites* que inicialmente se establecen en la asignatura o aplicarlos en situaciones en problemas que inicialmente no se han planteado de manera explícita (Bloom, 1981).

En este sentido para que un estudiante del nivel introductorio pueda hacer extrapolación de algún contenido específico deberá primero ser capaz de traducir e interpretar el contenido y además que amplíe las conclusiones, las generalizaciones, los efectos, las deducciones, etc., que estén de acuerdo con los contenidos planteados inicialmente (Bloom, 1981). Un estudiante que ha comprendido bien un concepto matemático estará en la capacidad de usarlo correctamente cuando se le pide que lo haga, ya sea en el mismo contexto en el cual se le enseñó –interpretación- o en otro diferente – extrapolación-, esto difiere de la aplicación (que se verá en el siguiente apartado). Para hacer claridad entre extrapolación y aplicación podemos decir hasta aquí, que en el primer caso le pedimos al discente que use un concepto determinado para solucionar un problema en un contexto diferente, mientras que en la aplicación se da el problema y el estudiante debe estar en la capacidad de aplicar el concepto sin que se haya especificado la solución.

La extrapolación en la asignatura de matemáticas:

Un estudiante del nivel introductorio hace extrapolación cuando es capaz de distinguir correctamente la información en un problema matemático, es decir, después de haberlo traducido

puede hacer diferencia entre datos, incógnitas y las relaciones que existen entre ellos y además tiene la habilidad para relacionarlo con algún concepto de manera apropiada, pero que no necesariamente se menciona de manera explícita dentro del problema.

Por ejemplo cuando un estudiante aprende a solucionar ecuaciones cuadráticas (de la forma $ax^2 + bx + c$) y cuando se le pide solucionar una ecuación de la forma $ax^{2n} + bx^n + c$, está en capacidad de extrapolar correctamente el procedimiento para la solución de las ecuaciones cuadráticas con esta nueva ecuación para poder encontrarle solución. La extrapolación requiere que el estudiante conozca bastante bien un concepto o procedimiento (por ejemplo factorización, multiplicación polinomios, descomposición en fracciones parciales) para que pueda utilizarlos en otras situaciones cuando se le pide que lo haga.

3.5.3 La aplicación de los conceptos matemáticos:

En la formación de un ingeniero la formación en conceptos matemáticos es muy importante, ya que esta, es una “herramienta” que le permite modelar la realidad y proponer soluciones a problemas que no necesariamente se relacionan con ella, sino que están relacionados con una de las disciplinas propias a las ingenierías. Razón por la cual la aplicación de los conceptos matemáticos debe ser un objetivo fundamental dentro del proceso educativo, en el cual está inmersa la asignatura de matemáticas del nivel introductorio.

Un estudiante manifiesta que ha *comprendido* un concepto matemático, si demuestra que puede manejarlo cuando se le pide que lo haga, pero manifiesta que puede *aplicarlo* cuando se le plantea un problema y puede decidir si un concepto es pertinente para su solución y lo usa de manera apropiada.

La aplicación en la asignatura de matemáticas:

Un estudiante del nivel introductorio manifiesta aplicación de un concepto matemático, cuando en primer lugar lo ha comprendido y luego puede utilizarlo para resolver un problema que no se relaciona de manera explícita con ese concepto pero está en la capacidad de concluir que puede ser utilizado y lo hace de manera apropiada.

Por ejemplo cuando se le pide a un estudiante que “encuentre” la posición que debe tener el receptor de una antena parabólica con unas dimensiones dadas y el discente puede utilizar los conceptos de geometría analítica (en este caso el concepto de parábola y de foco) de manera apropiada para solucionar el problema. En la asignatura de matemáticas se busca que el estudiante haga aplicaciones especialmente en: ecuaciones lineales, solución de triángulos y problemas relacionados con las secciones cónicas.

3.5.4 Aprendizaje de actitudes

Los estudiantes tienden a comportarse de manera determinada ante ciertas personas y situaciones, en este sentido las actitudes que ellos han aprendido definen su comportamiento ante éstas (Pozo, 1999). En este sentido, las actitudes son muy importantes dentro del proceso educativo y, particularmente, dentro del curso de matemáticas del nivel introductorio, pues en este nivel el estudiante reconoce las “reglas de juego” dentro de la universidad, reglas que se verán reflejadas en la vida profesional de estos futuros ingenieros. Dada la importancia que las actitudes tienen en los procesos de formación, el aprendizaje de éstas debe hacer parte de cualquier currículo de formación profesional, puesto que a la

educación superior no le interesa solamente profesionalizar, sino que tiene como propósito importante formar personas con las competencias actitudinales y axiológicas que nuestra sociedad demanda. Dentro de las actitudes y valores que es necesario trabajar en nivel introductorio se resaltan las siguientes:

- **La responsabilidad:** es necesario que el estudiante se haga conciente y ponga en práctica este *nuevo nivel* de responsabilidad, pues la formación superior es más exigente que la formación Básica y Media, puesto que en estos niveles la responsabilidad de los estudiantes se limita a unas cuantas horas de estudio diario para el desarrollo de tareas y el repaso de algunos temas, que seguramente no serán suficientes para lograr aprendizajes significativos dentro de la universidad. Al respecto, la responsabilidad ha de ser una actitud que se desarrolle y afiance en el estudiante de forma que incida positivamente en su vida profesional. Sin embargo, la responsabilidad “se convierte en un problema de aprendizaje que requiere una intervención o modificación explícita”⁷¹, es decir, requiere que el docente incluya de manera explícita dentro del programa de la asignatura su intención de formar estudiantes responsables y que actúe consecuentemente, buscando estrategias que le permitan evaluar la esta actitud en sus estudiantes.
- **La honestidad:** Obrar conforme a las “reglas de juego” sin querer irse por un camino más corto, pero que sin lugar a dudas no es el camino indicado por los actores en un proceso, es una tendencia que se da en muchos de nuestros estudiantes, pues les ayuda a fomentar la regla del menor esfuerzo. En una sociedad como la nuestra, en donde lamentablemente se les ha enseñado y modelado a nuestros estudiantes que la honestidad casi siempre tiene su precio, se convierte en una tarea del quehacer docente,

⁷¹ POZO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p. 92

motivar hacia la honestidad, a hacer las cosas de la manera en que se ha indicado sin violar los principios del proceso educativo.

- **Cambio de la actitud pasiva o reproductiva con respecto al propio aprendizaje:** La responsabilidad dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje esta desdibujada, tanto para maestros como para aprendices. Al respecto, es necesario que los discentes reconozcan su papel protagónico dentro de su proceso de aprendizaje, e incentivar en ellos una actitud de autonomía y un cambio actitudinal que les ayude a reconocerse como constructores de su propio conocimiento y no como simples reproductores de una serie de contenidos muchas veces recitados por los docentes.

3.6 POR QUÉ NO APRENDEN LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL INTRODUCTORIO LO QUE SE LES ENSEÑA:

Como docentes estamos interesados en que nuestra enseñanza facilite el aprendizaje de nuestros estudiantes, pero nuestra experiencia nos muestra casi a diario - especialmente a la hora de los exámenes – que lamentablemente *enseñar y aprender son dos verbos que no siempre se conjugan simultáneamente* (Pozo, 1996, pag. 70), es esta triste realidad la que ha motivado toda la reflexión a lo largo de este documento, pues nos motiva la idea de encontrar las estrategias que permita de hacer de nuestro proceso de enseñanza un facilitador del aprendizaje en los estudiantes y que muy a menudo en nuestras aulas de clase enseñar y aprender puedan ser dos procesos que se den simultáneamente. Por esta razón queremos en este apartado repasar algunos aspectos, que como fruto de nuestra experiencia en el quehacer docente y nuestra reflexión a lo largo de este documento consideramos claves a la hora de hacer más eficaz el aprendizaje de nuestros estudiantes. En este sentido consideramos que en esta reflexión, se debe analizar tanto en el maestro como en el aprendiz, pues sólo en la medida en que cada uno de estos actores del proceso educativo tome conciencia de su

responsabilidad y de las dificultades que cada uno tiene, tanto en el proceso de enseñanza como en el de aprendizaje se lograrán superar y facilitar el objetivo de todo proceso educativo: el aprendizaje de los estudiantes.

3.6.1 Los conocimientos previos marcan la diferencia a la hora de lograr el aprendizaje significativo de la matemática:

Como ya se ha venido mencionando a lo largo de este documento, los conocimientos previos de los estudiantes marcan la diferencia a la hora de lograr aprendizajes significativos de las matemáticas, este es un aspecto que es muy relevante en el nivel introductorio – aunque lo es en todo proceso educativo –, ya que este nivel se creó como una modalidad de ingreso a la Universidad Industrial de Santander que pretende beneficiar principalmente a aquellos discentes que posiblemente no gozaron de una formación media de calidad que les permitiera tener éxito en el examen del ICFES.

Cuando el estudiante no posee unos conocimientos previos con los cuales asimilar los contenidos de la asignatura le será muy difícil que se logren aprendizajes significativos, puesto que éste es en síntesis, la construcción de conceptos matemáticos mediante la relación sustantiva entre la nueva información y los conocimientos previos que el estudiante posee (Díaz y Hernández 2002, pag. 39), luego sin ellos en la estructura cognoscitiva del discente no existirá aprendizaje significativo.

Ignorar la importancia de los conocimientos previos en el aprendizaje significativo de las matemáticas es aún más grave que no poseerlos y lamentablemente nuestros estudiantes muchas veces no son conscientes de cuán importantes son éstos en su proceso de aprendizaje. En ocasiones atribuyen su fracaso escolar a otros aspectos, cuando en realidad la causa principal radica en que no poseen una estructura cognoscitiva que les facilite el aprendizaje significativo de los conceptos que la asignatura exige.

Algunos estudiantes *sufren* el nivel introductorio en una lucha consigo mismos por dedicar cada vez más tiempo para preparar la asignatura y los exámenes, sin lograr muchas veces que estos incrementos en el tiempo de estudio den como resultado una mejora en su proceso de aprendizaje, este tipo de estudiantes son aquellos que atribuyen su fracaso al tiempo empleado para realizar el trabajo extra-aula que la asignatura exige; muchos docentes somos unos expertos en colaborar con este grupo de estudiantes pues la gran mayoría de nosotros cree que ellos no dedican el tiempo debido para preparar nuestra asignatura.

Igualmente, existe otro grupo de discentes que atribuye su fracaso a su poca comprensión de los conceptos, viven en un mar de dudas dentro y fuera del aula pues no cuentan con conocimientos previos con los cuales puedan relacionar la nueva información, lo que le impide la construcción del conocimiento (Ausubel, 1978, Pozo, 1996). Estos estudiantes generalmente crean sentimientos de incompetencia hacia la materia, considerándose incapaces de alcanzar los objetivos de comprensión que se les exige, lo que ocasiona que se conformen y se acostumbren a no comprender de manera significativa, entonces vuelcan su interés en aprobar la asignatura, pues comprenderla ya les resulta imposible, para ello buscan métodos alternos, como el aprendizaje mecánico o muchas veces hasta el fraude.

Cuando el problema no son los conocimientos previos sino la falta de conciencia en cuan importantes son en el proceso de aprendizaje, los educadores tenemos una gran responsabilidad. Pasa en nuestra labor docente, como en muchas otras, que lo evidente e importante se pasa por alto, pues como educadores no reflexionamos con nuestros estudiantes acerca de la importancia de los conocimientos previos a la hora de aprender.

En este sentido, un instrumento muy valioso para superar esta dificultad es la evaluación diagnóstica o evaluación predictiva, que tiene por objeto identificar si el

grupo de estudiantes *posee o no una serie de conocimientos prerrequisitos para poder asimilar y comprender en forma significativa* (Díaz y Hernández 2002, pag. 396) lo que se les va a enseñar en el curso de matemáticas. Esta evaluación no sólo permite que el docente “conozca” a su grupo, sino que también el discente sea consciente de sus debilidades y fortalezas. Luego, aquellos discentes que no cuenten con los prerrequisitos cognitivos mínimos para abordar la asignatura, puedan con la mediación del docente tomar conciencia de cuan importante son estos conocimientos previos para el éxito en el aprendizaje de la asignatura y gracias a esta toma de conciencia y con la ayuda del profesor, los alumnos puedan planificar algunas actividades que les permita ponerse al día en estos prerrequisito (Díaz y Hernández 2002, pag. 398). En el capítulo 5, veremos cómo esta estrategia de evaluación puede ser llevada a la práctica, con el fin de promover aprendizajes significativos en los discentes que no poseen los conocimientos previos necesarios para abordar con éxito la asignatura de matemáticas en el nivel introductorio.

3.6.2 La motivación en los estudiantes un factor fundamental a la hora de aprender significativamente:

Una de las características que distingue a los adolescentes de la llamada *generación x*, es su desmotivación hacia casi todo, gran parte de ellos sufren de algo que se ha denominado *depresión blanca* (Gebel, 2004), la cual consiste en un desinterés por casi todo, se evidencia por una especie de somnolencia emocional en donde nada, y a veces hasta nadie, les interesa. En muchas ocasiones estos problemas de *depresión blanca* se trasladan a las aulas de clase, lo que ha ocasionado que uno de los problemas más severos a los que se enfrenta el proceso educativo con los adolescentes sea el de la motivación (Pozo, 1996).

Como comentamos en la cuarta sección de este capítulo, el aprendizaje significativo *está condicionado no sólo por factores de orden intelectual, sino que*

requiere como condición básica y necesaria una disposición por aprender, sin la cual todo tipo de ayuda pedagógica estará condenada al fracaso (Díaz y Hernández 2002, pag. 65), razón por la cual consideramos que un segundo aspecto importante a la hora de conseguir aprendizajes significativos en los estudiantes del nivel introductorio es el de la motivación.

Lo ideal a la hora de enseñar matemáticas, sería encontrar que *la atención, el esfuerzo y el pensamiento de los alumnos estuvieran guiados por el deseo de comprender, elaborar e integrar significativamente la información, es decir que se orientara claramente por una motivación de tipo intrínseca* (Díaz y Hernández 2002, pag. 70), pero la realidad muestra que no siempre es así, pues, como se como se mencionó en el capítulo 2, la motivación principal de algunos estudiantes que ingresan al nivel introductorio está por fuera del aprendizaje, es decir, no están interesados en comprensión de los conceptos matemáticos, sino en lo que pueden conseguir si los aprenden, al respecto Pozo (1996) afirma:

“Se trata de obtener algo deseado -ingresar a la universidad- o de evitar algo no deseado -quedar excluido-, a cambio de aprender. Es lo que se conoce como motivación extrínseca, una situación en la que el móvil para aprender está fuera de lo que se aprende, son sus consecuencias y no la propia actividad del aprender en si.”⁷²

En el capítulo 2 anotábamos que en los estudiantes del nivel introductorio se presentan los dos tipos de motivación en el proceso de aprendizaje (intrínseco y extrínseco). Un grupo de estudiantes con motivación extrínseca hacia el aprendizaje de las matemáticas, realizan un esfuerzo por aprender, a cambio de obtener buenas calificaciones, evitar regaños de parte de sus papas u obtener un cupo en una ingeniería en la UIS; un grupo, un poco más reducido, en el que el aprendizaje se encuentra movido *por su deseo de aprender, por “la satisfacción*

⁷² POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.174

personal de comprender o dominar algo, implica que la meta o móvil del aprendizaje es precisamente aprender y no obtener algo –a cambio- del aprendizaje”⁷³.

Si el *querer aprender es una condición básica que permite la adquisición de nuevos conocimientos* (Tapia, 1991, pag. 11), como docentes no podemos simplemente quejarnos que nuestros estudiantes no aprenden por que no quieren, sino que debemos tener en cuenta que la condición de estar motivado o no, por aprender significativamente, no es solo un problema de los alumnos, sino que también lo es del docente, el cual puede jugar un papel importante a la hora de querer cambiar dicha motivación (Díaz y Hernández, 2002. Pozo, 1996). En este sentido la pregunta salta a la vista, ¿Cómo puedo -como docente- ayudar a mis estudiantes a estar motivados hacia mi asignatura, en este caso hacia las matemáticas?

¿Qué factores influyen en la motivación hacia una asignatura?

Generalmente me ocurre, cuando dejo ejercicios especiales – de cierto grado de dificultad – en donde lo que pido a mis estudiantes no es la respuesta al ejercicio, sino más bien ideas, es decir, aportes sobre qué caminos de solución se pueden seguir para llegar a la respuesta, en otras palabras les digo: *muchachos en este ejercicio no me interesa tanto la respuesta sino las ideas*. En este tipo de ejercicios especiales generalmente los que hacen aportes son aquellos que se tienen confianza, los que creen que tienen éxito a la hora de resolver ejercicios, estos discentes aunque no saben la respuesta o aún si su aporte es válido o no, se *arriesgan* a meditar en él por qué tienen la expectativa de tener éxito, mientras que existe otro grupo de discentes que ni siquiera se interesan por leer el ejercicio, mucho menos en meditar sobre él, porque dan por sentado que van a fracasar, luego lo mejor es no intentarlo.

⁷³ Ibid. p.176

La motivación en el aprendizaje no depende sólo de los móviles que tengamos sino del éxito que esperamos si intentamos alcanzarlos (Díaz y Hernández, 2002. Pozo, 1996. Tapia, 1992), es decir, las expectativas hacia el éxito o hacia el fracaso, más aún lo que en verdad parece afectar la motivación, no es tanto la expectativa al fracaso, sino cuál creo yo que es la causa, a qué atribuyo mi fracaso, ya que ésto determinará mi expectativa de éxito o de fracaso en la próxima tarea (Tapia, 1992. Pozo, 1996). Generalmente puedo atribuir las causas de mi fracaso a tres dimensiones especiales: a factores externos (poca claridad en las explicaciones del docente, la complejidad de la asignatura, la dificultad en las preguntas que se hacen) o internos (mi capacidad intelectual, mi interés hacia la asignatura, mi capacidad de concentración), a su vez cada uno de estos puede ser estable (el docente no va cambiar para mañana, la complejidad de la materia seguirá siendo la misma en la siguiente sesión) o inestable (quizás mi atención mejore mañana, el siguiente tema me puede resultar más interesante) y por último estos factores pueden estar o no bajo mi control (la concentración, el interés o hasta la ayuda del maestro hasta cierto punto son controlables pero mi capacidad intelectual, la poca claridad en las explicaciones del docente, no). (Pozo, 1996. pag. 179).

Pues bien, dependiendo a qué tipo de causas atribuya mis éxitos o fracasos, mis expectativas para el futuro y por consiguiente mi motivación cambiarán. Si atribuyo mi fracaso a un factor estable (mi capacidad intelectual, el docente) mi expectativa de éxito se reducirá y con ello mi motivación, en cambio si atribuyo mi fracaso a un factor inestable mi expectativa hacia el éxito puede mejorar siempre y cuando sea controlable (Pozo, 1996, pag. 180). Finalmente el la atribución del fracaso sea a factores internos o externos tiene repercusiones importantes a nivel emocional y en mi autoestima (Tapia, 1995).

Si el aprendiz siente que siempre fracasará y que las razones de su fracaso se salen de sus manos, fácilmente se dará por vencido y seguramente no intentará comprender, observará la lista de ejercicios y si identifica algún ejercicio especial –

de cierta dificultad- ni siquiera intentará leerlo, pues estará convencido que si lo intenta resolver fracasará, en este caso lo que seguramente terminará haciendo es buscar métodos alternos para conseguir sus objetivos (una calificación, evitar un regaño) por ejemplo buscar un solucionarlo, pedirlo prestado a un compañero y aprender de manera mecánica la respuesta.

¿Cómo incrementar las expectativas de éxito los discentes?

Si asumimos que las expectativas de éxito por el valor de la meta propuesta hacia el aprendizaje es uno de los factores más relevantes en la motivación de los discentes (Pozo, 1996). Pozo (1996) propone dos vías fundamentales con las cuales los docentes podemos incrementar la motivación en nuestros discentes o los discentes la suya propia: *aumentar las expectativas de éxito y/o el valor de ese éxito*, para ello propone seis principios para contribuir en la motivación hacia el aprendizaje, los cuales resumimos a continuación (Pozo, 1996, pag. 181):

- a) *Adecuar las tareas a las verdaderas capacidades de aprendizaje de los aprendices:* Si una tarea de aprendizaje está por encima de las capacidades del aprendiz se sentirá con muchas posibilidades de fracasar, y seguramente no encontrará sentido a lo que está haciendo.

- b) *Del modo más preciso, Informar a los aprendices de los objetivos concretos de las tareas y de los medios para alcanzarlos:* esto se logra planteando objetivos que partan de lo que ellos ya saben y guiando su aprendizaje para que puedan conectar esos conocimientos previos con el objetivo del aprendizaje.

- c) *Proporcionar información relevante sobre las causas de los errores cometidos:* Este principio va muy ligado a la evaluación, que se tratará con más detalle en el capítulo 5, por ahora podemos decir que ésta debe ser más que un sistema de premios o castigos, sea un instrumento que permita

recoger información que retroalimente tanto el proceso de aprendizaje como el de enseñanza.

- d) *Conectar las tareas de aprendizaje con los móviles e intereses de los aprendices:* si las tareas de aprendizajes se relacionan con móviles intrínsecamente interesantes para los estudiantes, como por ejemplo relacionar la asignatura de matemáticas con materias de ciclo básico de las ingenierías (electromagnetismo, fisicoquímica, estática), o con problemas tecnológicos (aplicar los conceptos de secciones cónicas a las antenas parabólicas, a sistemas de navegación) puede despertar en ellos un mayor interés en el aprendizaje, que progresivamente se vaya generando intereses y prioridades más cercanos a los objetivos finales de la asignatura.

- e) *Fomentar un contexto que promueva la autonomía de los aprendizajes:* cuando un estudiantes se motiva a determinar sus propias metas de aprendizaje y los propios medios para conseguirlas, se sentirá más atraído hacia su tarea de aprendizaje, en este sentido se requiere que el docente gradualmente vaya cediendo la responsabilidad de su aprendizaje al aprendiz (Pozo, 1996), lo que ira generando en él un mayor confianza en si mismo, aspecto que redundará en todo su proceso de aprendizaje futuro.

- f) *Valorar cada progreso en el aprendizaje:* Las expectativas sobre el propio rendimiento, la autoestima se originan siempre fuera de nosotros, como expectativas que los demás (compañeros y docentes) tienen con respecto a nosotros y luego se interiorizan. Si los demás creen que puedo tener éxito y me lo hacen saber, tendré una actitud más favorable a la hora de enfrentarme a una tarea de aprendizaje.

Cada uno de estos seis aspectos puede llevarse a la práctica para influenciar el aprendizaje de los estudiantes, principalmente porque cada uno de ellos da

motivos para aprender significativamente la asignatura, pero cada uno de ellos va a depender de cómo el maestro encara su labor docente, por eso nuestra tercer factor importante y decisivo a la hora de definir por qué muchas veces los estudiantes no aprenden lo que se les quiere enseñar, es precisamente en como el profesor enfrenta su tarea de enseñar.

3.6.3 La motivación y actitud del docente:

Para cada una de las dificultades del aprendizaje que hemos venido tratando (los conocimientos previos, la motivación) brevemente se han planteado caminos de solución (toma de conciencia, evaluación diagnóstica, cursos remediales, dar motivos al aprendiz), que seguramente si se aplican podrán influenciar de manera positiva el aprendizaje de los estudiantes, pero difícilmente se llevarán a la práctica, si el interés del docente es de tipo extrínseco, es decir, si su interés principal no es el aprendizaje de los estudiantes, quizás sea completar los contenidos teóricos en el tiempo estipulado por la institución, mantener su título de “cuchilla” pues no le interesa ser un “coche”, pero sin que en él exista un verdadero interés por el aprendizaje de sus estudiantes.

Un docente interesado en el aprendizaje de sus estudiantes es aquel que reflexiona sobre las dificultades a las cuales ellos se enfrentan a la hora de aprender, con el interés de ayudarles a superarlas (Pozo, 1996, pag. 346), toda la reflexión a lo largo de esta tesis pretende servir de instrumento para que los docentes superemos ese concepto que “enseñar es transmitir nuestros propios a los discentes” y reflexionemos que para ser maestro no se requiere únicamente de conocimientos sino también es asunto de vocación, como muy bien lo expresa Fredy Mantilla cuando dice que el docente debe tener, *vocación al magisterio, en dónde más que saber muchas cosas, de lo que se trata es de desarrollar una*

*actitud y una práctica procedimental que posibilite el acercamiento, la confianza, la comunicación y potenciamiento de competencias de manera integral*⁷⁴.

Para finalizar esta reflexión quisiera citar los dos grandes mandamientos del aprendizaje, con los que brillantemente Juan Ignacio Pozo finaliza su libro *Aprendices y Maestros* en los cuales debiéramos basar nuestra intervención los docentes:

- I. *Reflexionarás –constantemente- sobre las dificultades a las que se enfrentan tus aprendices y buscará modos de ayudarles a superarlas.*

La reflexión a lo largo de esta tesis está motivada por identificar las dificultades de los estudiantes a la hora de aprender y de los docentes a la hora de enseñar y pretende buscar formas de solucionarlas, pero sólo el interés genuino por partes de los que nos ocupamos de enseñar por las dificultades de los discentes, lograran mejorar el proceso educativo, en pocas palabras, un enseñante que reflexiona sobre las dificultades del que aprende (y del mismo a la hora de enseñar) y actúa consecuentemente, promueve mejores aprendizajes.

- II. *Trasferirás progresivamente a los aprendices el control de su aprendizaje sabiendo que la meta última de todo maestro es volverse innecesario*

Todas estas reflexiones sobre el aprendizaje deben ir siendo trasladadas a los aprendices progresivamente, para que él vaya tomando cada vez más, una mayor conciencia sobre su proceso de aprendizaje, de tal forma que progresivamente dependa menos del docente y consiga que su aprendizaje no sólo sea significativo sino que también se vaya convirtiendo en uno más autónomo.

⁷⁴ MANTILLA MANTILLA, Fredy. El maestro universitario: un estilo de vida que posibilita el conocimiento. Texto inédito. 12 pag. 2002. En: MANTILLA MANTILLA, Fredy (Compilador). Universidad y Sociedad. Cedeuis- UIS. 2005. pag. 48.

4. PLANEAMIENTO DE LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS DEL NIVEL INTRODUCTORIO

El planeamiento curricular es fundamental para el logro de los fines educativos puesto que en la realización de éste tienen en cuenta un conjunto de factores que permiten la definición pertinente de propósitos, competencias, contenidos, estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, y bibliografía. En este sentido, la primera parte del capítulo está dedicada a una fundamentación en relación con el currículo, los lineamientos curriculares, los actores y factores que inciden en éste y de algunas tendencias que se han producido a lo largo de la historia del currículo. Igualmente, se hará una reflexión sobre cómo influye el diseño curricular en la asignatura objeto de esta monografía y se finaliza con un planeamiento del curso de matemáticas que se ofrece en las sedes de la UIS en el nivel introductorio.

4.1 Diseño y planeamiento curricular

4.1.1 ¿Qué es el currículo?

Para responder a la pregunta ¿qué es currículo?, podemos empezar diciendo que la palabra currículo es de origen latino y significa camino o recorrido y en el contexto educativo puede tener un significado paralelo; aunque tradicionalmente por currículo se ha entendido como el plan de estudios de una asignatura, de un nivel educativo o de un programa determinado. Para citar un ejemplo de lo que tradicionalmente se denominó como currículo podemos anotar que a principios del siglo XIX con la aparición de diferentes escuelas se puede hablar de lo que enseñaban, de cómo lo hacían, qué planes de estudio tenían; este sería un concepto tradicional de currículo (Villamizar. 2005).

Más recientemente autores como Lawrence Stenhouse definen el currículo como “una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado a la práctica”⁷⁵, es decir, cuando se define un currículo se pretende expresar de manera explícita todas las experiencias que los estudiantes tienen en un programa educativo, planeadas y con la intención de cumplir unos propósitos que respondan a unas necesidades individuales, de tipo social, de aprendizaje, desarrollo científico y tecnológico; en este planeamiento participan directivos, profesores, estudiantes y comunidad (Villamizar. Sin más datos), con el fin de que estas experiencias puedan ser llevadas a la práctica y, a su vez, puedan ser evaluadas de acuerdo con la propuesta educativa.

Una mirada como la que hemos expuesto, incluye no sólo experiencias planeadas sino experiencias no planeadas, informales y ocultas (Villamizar, 2005), en este sentido Posner⁷⁶ habla de los cinco *currículos simultáneos* que se dan dentro del proceso educativo:

- *Currículo Oficial: es lo que aparece documentado; pretende servir de guía a profesores y estudiantes. Generalmente es equiparable al plan de estudios.*
- *Currículo Operacional: es el que se desarrolla realmente; puede diferir del currículo oficial en la medida en que no siempre hay correspondencia entre lo que planea y lo que se lleva a cabo.*
- *Currículo Nulo: está conformado por aquellos aspectos que se ignoran en la formación. Ejemplo de éste es lo que tiene que ver con la formación para una vida plena y saludable.*

⁷⁵ STENHOUSE, Lawrence. Investigación y desarrollo del curriculum. España: Morata, 1991. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

⁷⁶ POSNER, George. Análisis del currículo. 2ed. Bogotá: McGraw-Hill. 1998. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

- *Currículo Oculto: se refiere a todos los aprendizajes por manejo del lenguaje, la forma de interrelacionarse, los espacios, saludos, toma de decisiones, etc. Y que no se hacen visibles, ni se programan como experiencias formativas y que sin embargo pueden tener una gran influencia para los estudiantes.*
- *Extracurrículo: Todo lo planeado por fuera de los planes de estudio. Es una experiencia educativa, pero no es de obligado cumplimiento.*

Cada uno de ellos aporta elementos valiosos en el proceso de formación de los estudiantes, ya que todas las experiencias que un estudiante experimenta al ingresar al nivel introductorio puede ubicarse dentro de uno de estos *currículos simultáneos* y definitivamente influenciarán su proceso de formación. De hecho muchas veces estos currículos pueden ser contradictorios entre sí dando origen a algunas incoherencias, como por ejemplo, las que se generan entre el currículo oficial y el operacional, por que muchas veces los hechos no respaldan lo que se ha planeado, afectando la credibilidad del proceso educativo ante el estudiante.

De otro lado a la hora de hacer el planeamiento, no se puede llamar *experiencias* o *rasgos esenciales* de un proyecto educativo sólo a aquellas que se dan dentro de la institución educativa, pues en el proceso educativo rebasa los límites del salón de clase (Villamizar, 2005), éstas “*deben ser analizadas desde la perspectiva que ofrecen para la llamada formación integral en donde cuentan aspectos cognitivos, sociales, éticos, artísticos, subjetivos, científicos y tecnológicos*”⁷⁷.

Para tener en cuenta aspectos como los mencionamos anteriormente, el diseño curricular no puede estar a cargo de sólo uno o unos expertos en las disciplinas específicas (como lamentablemente ha venido ocurriendo), sino que se debe tener en cuenta a estudiantes, profesores, directivas y comunidad; como lo afirma J.

⁷⁷ VILLAMIZAR LUNA, Constanza L. Currículo. Bucaramanga: UIS-CEDEUIS (Material sin publicar)

Schwab, *“debe haber por lo menos un representante de cada uno de lo que él llama los cuatro lugares comunes de la educación, es decir, los estudiantes, los profesores, la materia de estudio y el medio. Además debe haber alguien que coordine las deliberaciones, es decir, un especialista en currículo”*⁷⁸ esto permitirá que el proyecto educativo no se centre en solo algunos aspectos (como veremos más adelante), sino que ayudará a dirigir los procesos de enseñanza y aprendizaje hacia unos que los encaminen a la formación integral de los estudiantes, como lo afirma César Coll hablando acerca del currículo universitario en el siglo XXI:

*“para mejorar la calidad de la enseñanza universitaria consiste, pues, en mi opinión, en poner en marcha proyectos de innovación curricular, pedagógica y didáctica que incluyan la dinámica del aula, pero que no se limiten exclusivamente a ella; que trascienda de alguna manera la enseñanza y el aprendizaje de unos contenidos específicos para apuntar al proceso de formación global del que alumnado, proceso en el que intervienen muchos profesores, muchos alumnos y en el que juegan un papel destacado diversos factores relacionados con la organización y el funcionamiento de la institución formativa en su conjunto”*⁷⁹

Si no se toman en cuenta estos aspectos, se corre el peligro de que el currículo se polarice, lo que terminarán influenciando el proceso de formación, impidiendo que se promueva una formación integral, que debe ser la meta del proceso educativo que se lleva a cabo al interior de la universidad.

⁷⁸ POSNER, George. Análisis del currículo. 2ed. Bogotá: McGraw-Hill. 1998. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

⁷⁹ COLL, César. El currículo universitario en el siglo XXI. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

4.1.2 Tendencia curriculares:

Constanza Villamizar en su artículo "Tendencias Curriculares"⁸⁰, cita algunas de las tendencias curriculares más importantes que se han presentado a lo largo de la historia del currículo, estas son: *Tendencia academicista, la experiencial, la tecnológica y la práctica.*

➤ *Tendencia Academicista:*

Esta tendencia se centra en el valor de los contenidos y busca formar personas cultas por los conocimientos que posee sobre alguna disciplina específica. Es la tendencia *asignaturista* que se distingue por los listados de asignaturas de diferentes disciplinas y tiene su origen en la edad media con el trivium (gramática, retórica y dialéctica) y el cuadrivium (aritmética, música, astronomía y geometría) en la Academia y el Liceo de Grecia. Considero que es una de las tendencias que más ha influido los procesos de formación en nuestro contexto, como lo analizaremos más adelante.

➤ *Tendencia Experiencial:*

"Esta tendencia surge de la preocupación por el estudiante como ser social que tiene determinadas características psicológicas y de personalidad"⁸¹. En este caso es el estudiante quien pasa a ser el centro del proceso educativo y no los contenidos, donde los procesos de enseñanza y aprendizaje pasan a ser importantes pues deben buscar no sólo el aprendizaje de los estudiantes, sino que también se preocupan por favorecer la formación integral de los discentes. Las instituciones con esta tendencia no sólo se preocupan por ofrecer oportunidades y

⁸⁰ VILLAMIZAR LUNA, Constanza. Tendencias Curriculares. Bucaramanga: UIS-CEDUIS (Material sin publicar).

⁸¹ VILLAMIZAR LUNA, Constanza. Tendencias Curriculares. Bucaramanga: UIS-CEDUIS (Material sin publicar).

experiencias de aprendizaje en saberes académicos, sino que también valoran aquellas en las que se tienen en cuenta los aspectos psicológicos del estudiante.

➤ *Tendencia Tecnológica:*

En esta tendencia *tecnológica o eficientista* del currículo, centra el proceso educativo en preparar a los estudiantes para su vida profesional y para que los conocimientos adquiridos sean ante todo productivos. En este caso los profesores tendrán el encargo de cumplir unos propósitos que no nacen en la universidad sino que son fruto de unos intereses externos, pues los objetivos educativos nacen principalmente de las demandas del mercado. *“Podría decirse que es la versión taylorista de la educación, en donde desde fuera, los planificadores diseñan el trabajo de los profesores quienes se convierten en simples ejecutores al igual que en tiempos de H. Farol y W. Taylor los operarios de la fábrica cumplían tareas bien específicas”*⁸². En este caso el currículo busca identificar los objetivos, de ahí elige los contenidos y organiza las experiencias educativas de los estudiantes con el fin de cumplirlos y los docentes son los encargados de facilitar que los objetivos se cumplan.

➤ *Tendencia Práctica:*

Esta tendencia nace como respuesta a las críticas de la educación, el currículo y las prácticas que éste genera. Los procesos educativos son ante todo prácticos, por lo que se busca analizar los problemas reales de la educación, es decir, no se aceptan teorías que no puedan ser llevadas a la práctica, se trata más bien de analizar los problemas reales de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este enfoque fue propuesto por J. Schwab quien argumentaba:

⁸² Ibid. Documento sin paginar.

“El material de la teoría está compuesto por representaciones abstractas o idealizadas de las cosas reales. Pero un currículo en acción trata de cosas reales: actos, maestros y alumnos reales, cosas más ricas que sus representaciones teóricas y diferentes de ellas. El currículo se entendería muy mal con esas cosas si las tratara como meras réplicas de sus representaciones teóricas. Para que la teoría pueda utilizarse correctamente en la determinación de las prácticas de currículo, se le debe suplementar. La teoría requerirá artes que la conduzcan a su aplicación: primeramente artes que identifiquen disparidades entre las cosas reales y su representación teórica; en segundo lugar, artes que modifiquen la teoría en el curso de su aplicación a la luz de las discrepancias, y en tercer término, artes que señalen la forma de tomar en cuenta los muchos aspectos de las cosas reales que la teoría no considera. Estas son algunas de las artes de la modalidad práctica”⁸³.

El currículo debe ser fruto de la reflexión de quienes se encuentran inmersos en el proceso educativo, de quienes participan directa o indirectamente en el proceso educativo, y ser construido a través de la interacción con el actuar permitiendo la evaluación dentro del proceso que incluye: planificación, acción y evaluación, todo dentro de un contexto determinado.

4.1.3 Cómo influye el diseño curricular en la asignatura de matemáticas del nivel introductorio

En este apartado quisiera señalar cómo el diseño curricular pudiera estar influyendo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de matemáticas, básicamente pretendo señalar algunos aspectos que considero

⁸³ SHWAB, Joseph J. Un enfoque práctico para la planificación del currículo. Argentina: Aique, 1997. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

podieran ser relevantes a la hora de hacer una planificación de la asignatura. Esta reflexión se hará a la luz de algunos de los conceptos curriculares que hemos citado en este capítulo y como fruto del conocimiento experiencial que tengo acerca de la enseñanza de la asignatura:

➤ **Contenidos aislados de otras asignaturas y sin una conexión clara con temas de ingeniería:**

El diseño curricular concertado y donde se tenga en cuenta a todos los *actores comunes a la educación*, puede ayudar a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje que actualmente se dan en el curso de matemática del nivel introductorio de los programas de ingeniería de la sede UIS Barbosa. Uno de ellos es el del *abstraccionismo pedagógico* del que habla Constanza Villamizar, o *fragmentación del conocimiento* como lo llama César Coll, y es esa dificultad del estudiante para relacionar lo que aprende con otras asignaturas, ya que éstas parecen estar desligadas de las otras, más aún, cuando el aprendiz no encuentra una conexión entre los contenidos matemáticos y la ingeniería a la cual aspira, pareciera que la asignatura no tuviesen relación alguna con temas de ingeniería. En este sentido el planeamiento curricular debe “*contemplar espacios curriculares dedicados a la búsqueda de relaciones*”⁸⁴ entre los conceptos matemáticos y temas de ingeniería, asimismo, mostrar la relación que existe entre la matemática del nivel introductorio y otras asignaturas, especialmente aquellas que están más relacionadas con el programa específico al cual el estudiante aspira (electromagnetismo, estequiometría, resistencia de materiales, etc.), al respecto afirma Elena Martín:

“Un rasgo que debiera cuidarse en un currículo con la finalidad que se ha venido definiendo (que favorezca el aprendizaje autónomo) es el de permitir al alumno una aproximación menos artificial a la realidad

⁸⁴ COLL, César. El currículo universitario en el siglo XXI. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

*de lo que habitualmente se viene haciendo en las aulas universitarias. Esto significa, entre otras cosas, establecer relaciones interdisciplinarias que favorezcan una comprensión global de los problemas objeto de estudio, sin renunciar a la profundidad con la que debe abordarse el conocimiento científico en la enseñanza superior, es preciso presentar problemas reales en los que confluyen perspectivas disciplinares complementarias*⁸⁵

En sentido, se ve que unos conocimientos más relacionados con la realidad y con los intereses del estudiante hacen que éstos sean más significativos (Martín, 1990), por esta razón estos espacios de *búsqueda de relaciones* deben ser un objetivo del currículo de matemáticas ya que estos seguramente favorecerán la actitud del discente hacia la asignatura pues le ofrecerán *motivos para aprender* (Pozo, 1999) y además le ayudará a que vaya aprendiendo a transferir lo aprendido a otros contextos, que sin duda alguna también debe ser un objetivo curricular.

➤ **Diseños curriculares centrados en el docente:**

Otro aspecto que se puede mejorar con un diseño curricular concertado y participativo, es menguar la tendencia de centrar el proceso educativo en el docente. En la actualidad todos los que nos ocupamos de la labor de enseñar, entendemos que el centro del proceso educativo debe ser el estudiante y no el docente, debe ser el aprendizaje y no la enseñanza, pero lamentablemente lo que sucede al interior de la universidad muchas veces nos dice lo contrario. Si bien es cierto que el docente debe ir transfiriendo progresivamente la responsabilidad del aprendizaje al estudiante (Pozo, 1996, p. 347), lamentablemente los planeamientos de las asignaturas se realizan sin tener en cuenta este principio,

⁸⁵ MARTÍN, Elena. Conclusiones: Un currículo para desarrollar la autonomía del estudiante. En: VILLAMIZAR, Constanza. (Compiladora). Currículo. CEDEUIS. 2005. Documento sin paginar.

antes bien con una tendencia a que el proceso de aprendizaje de los estudiantes dependa en gran parte del docente. Al respecto dice Elena Martín:

“En nuestra manera de enseñar hay que planificar cuidadosamente los procesos de traspaso del control que permitan que los estudiantes vayan apropiándose progresivamente de la regulación de su propio aprendizaje”⁸⁶

En este sentido el diseño curricular de la asignatura deberá explicitar, en primer lugar, que es intención de la asignatura hacer del estudiante el principal protagonista en la construcción de su propio conocimiento y, en segundo lugar, planificar la manera como se irá transfiriendo la responsabilidad del aprendizaje de las matemáticas al estudiante del nivel introductorio.

➤ **Diseño curricular con una tendencia academicista:**

Constanza Villamizar, muestra las tendencias más importantes a lo largo de la historia del currículo (*academicista, la experiencial, la tecnológica y la práctica.*), al respecto, considero que la tendencia academicista es una de las que más tiene auge en el proceso educativo que enmarca la asignatura de matemáticas del nivel introductorio, Villamizar dice acerca de esta tendencia que: *“se centra en el valor de los contenidos de estudio necesarios para toda persona que se considere culta y se formaliza en las asignaturas de los planes de estudio. Es la tendencia asignaturista en la que aparecen listados de materias desde las diferentes disciplinas”⁸⁷.*

Esta tendencia se podría ver reflejada en la asignatura de matemáticas si el planeamiento curricular se limitara a concretar un listado de contenidos y pruebas

⁸⁶ Ibid. Documento sin

⁸⁷ VILLAMIZAR LUNA, Constanza L. Tendencias curriculares. Bucaramanga: UIS-CEDEUIS (Material sin publicar)

objetivas, diseño que no puede ser defendido, pues en la actualidad los estudiantes y los profesionales no solamente necesitan competencias cognitivas y procedimentales sino que más que en cualquier otra época se necesita que adquieran competencias metacognitivas y todas aquellas que promuevan aprendizajes significativos y autónomos.

El nivel introductorio debe ser una experiencia de aprendizaje que no solo busque cubrir unos cuantos contenidos teóricos, sino que debe tener metas más ambiciosas, como por ejemplo influenciar todo el proceso de aprendizaje que le espera al estudiante en su formación de pregrado y a lo largo de su desempeño laboral. En este sentido el diseño curricular debe ofrecer la oportunidad al estudiante de aprender a regular su propio aprendizaje y de adquirir las competencias que la sociedad de hoy día exige de sus aprendices y profesionales, pero promover este tipo de competencias en los estudiantes de matemáticas del nivel introductorio requerirá diseños curriculares modificados tanto en la metodología como en la evaluación (Martín, 1990).

4.2 Planeamiento del curso de Matemáticas nivel introductorio de la sede UIS Barbosa.

➤ JUSTIFICACIÓN:

Para la ingeniería es muy importante el uso del Cálculo, ya que éste le permite al ingeniero representar la realidad y hacer un análisis de la misma, es decir, es el lenguaje del cual se valen los ingenieros para modelar y analizar la realidad y a su vez diseñar soluciones para mejorarla, se podría afirmar que cualquier desarrollo tecnológico está precedido por un avance en esta ciencia. En este sentido se exige que en la formación de un ingeniero exista una fuerte fundamentación en Álgebra Lineal, el Cálculo diferencial y el Cálculo integral, de ahí que en la formación de un ingeniero se exija una fuerte fundamentación matemática.

Esta fundamentación matemática se da durante el ciclo básico de cualquier ingeniería en la Universidad Industrial de Santander. La experiencia muestra que el aprendizaje durante este período de formación se ve fuertemente influenciado por los presaberes que traen los estudiantes como fruto de su proceso de formación en educación básica y media ya que estas asignaturas requieren de unos conceptos mínimos para que puedan ser abordadas con éxito; al respecto, a los estudiantes que tienen un nivel bajo en las competencias cognitivas básicas les queda difícil el logro de los fines educativos planteados en éstas.

Este curso pretende favorecer el estudio de conceptos básicos para abordar con éxito el estudio del Cálculo, Algebra Lineal y en general del ciclo básico de ingeniería, brindando al estudiante la oportunidad de reconstruir de manera significativa los conceptos matemáticos (vistos en el bachillerato) y que se consideran necesarios para empezar a estudiar una ingeniería en la universidad.

Además, se pretende influenciar todo el proceso de formación profesional del estudiante, posibilitando el conocimiento y la utilización de estrategias de aprendizaje que le permitan al aprendiz planificar y autorregular su propio aprendizaje de las matemáticas, de forma que se vaya volviendo menos dependiente de un profesor y se convierta en el principal protagonista en la construcción de su propio conocimiento.

También es el propósito de este curso brindar una oportunidad para la formación integral de los estudiantes, entendiendo la universidad no sólo como una entidad profesionalizante, sino como aquella que brinda un espacio apropiado para la formación en valores como el respeto de las ideas de los demás, la colaboración, la tolerancia y todas aquellas que contribuyen a la formación de mejores seres humanos y mejores ciudadanos.

➤ **PROPÓSITOS:**

- Facilitar la reconstrucción significativa de los conceptos matemáticos necesarios para iniciar el estudio del Cálculo y Álgebra Lineal como materias bases del ciclo básico de ingeniería.
- Fomentar y reflexionar sobre estrategias de aprendizaje que favorezcan el proceso de aprendizaje autónomo y significativo del estudiante.

➤ **LOGROS**

Competencias cognitivas:

- Reconstruye de manera significativa los conceptos de álgebra, geometría analítica y de trigonometría necesarios en el ciclo básico de ingeniería.
- Resuelve ejercicios sobre temas de álgebra, trigonometría y geometría analítica.
- Utiliza los conceptos de álgebra, geometría analítica y trigonometría para la solución de problemas matemáticos.
- Aplica de manera apropiada los conceptos matemáticos a problemas relacionados con áreas afines y con la tecnología.
- Sustenta y sintetiza en forma oral y escrita conceptos teóricos sobre álgebra, trigonometría, geometría analítica.

Competencias Actitudinales:

- Reconoce las fortalezas y dificultades en su proceso de formación.
- Participa activamente en la construcción de los conceptos y las reflexiones que se plantean acerca de ellos.
- Escucha y respeta a sus compañeros.
- Colabora con sus aportes en la formación de sus demás compañeros.

Indicadores de logro:

- Demuestra tolerancia y respeto por las ideas de los demás.
- Construye significativamente conceptos de álgebra, trigonometría y geometría analítica.
- Aporta de manera significativa en la construcción de los conceptos y en la solución de problemas durante las horas de clase.
- Recibe aportes sobre su proceso de aprendizaje del profesor y de sus compañeros.
- Atiende a las intervenciones del docente y de sus compañeros.
- Participa activamente en las reflexiones que se dan durante las horas de clase o de consulta.
- Desarrolla correctamente ejercicios y problemas.
- Realiza los ejercicios y los trabajos propuestos por la asignatura.

➤ ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Estrategias de enseñanza:

- El “error” como estrategia de enseñanza
- Exposición magistral
- Preguntas intercaladas

- Analogías
- Resúmenes

Estrategias de aprendizaje:

- El “error “como estrategia de aprendizaje.
- La solución de ejercicios.
- La solución de problemas.
- Proyectos de aplicación.
- La pregunta.
- Resúmenes.

➤ **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se considerará la evaluación como un *proceso* que estará presente durante toda la enseñanza y el aprendizaje, partiendo de la premisa que no sólo se tratará de medir resultados sino que permitirá emitir juicios e interpretaciones del proceso educativo que lo favorezcan, es decir, la evaluación durante el curso de matemáticas colaborará con la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con la mediación del docente se realizará una *evaluación diagnóstica* que servirá para que tanto docente como estudiantes identifiquen las condiciones de entrada al nivel introductorio, además se realizará una *evaluación formativa* al finalizar cada una de las cuatro unidades que comprenden el curso de matemáticas para identificar en qué medida se alcanzaron los objetivos esperados en cada unidad y finalmente se realizará una *evaluación sumativa* con el fin de determinar el nivel alcanzado durante el nivel introductorio.

➤ **Pruebas objetivas:**

- **Previo de Álgebra (25%):**

- 70% previo escrito.
- 30% sustentación y evaluación de un tema sugerido.
- **Previo escrito de Geometría Analítica (15%)**
 - 80% previo escrito.
 - 20% Investigación sobre secciones cónicas.
- **Previo de Trigonometría (20%):**
 - 70% previo escrito.
 - 30% proyecto de aplicación.
- **Previo escrito de Funciones (10%):**
- **Examen final (30%):**

Los estudiantes que obtenga una nota igual o superior a cuatro en el 70% de la asignatura estarán exentos del examen final.

➤ **Contenidos y Cronograma:**

UNIDAD I: TEMAS DE ALGEBRA	SEMANA
EL SISTEMA DE LOS NUMEROS REALES	1
EXPONENTES ENTEROS	1
RADICALES Y EXPONENTES RACIONALES	2
PRODUCTOS NOTABLES	3
FACTORIZACION	3 y 4
DIVISION DE POLINOMIOS	4
ECUACIONES E IDENTIDADES ALGEBRAICAS	5
DESCOMPOSICION EN FRACCIONES PARCIALES	5 y 6
ECUACIONES CUADRATICAS	7

UNIDAD II: TEMAS DE GEOMETRIA ANALITICA **SEMANA**

COORDENADAS CARTESIANAS	7
FORMULA DE LA DISTANCIA	7
LA CIRCUNFERENCIA	8
ECUACIONES Y APLICACIONES DE LA RECTA	8
LA PARABOLA	9
LA ELIPSE	9
LA HIPERBOLA	10
INTERSECCIONES	10

UNIDAD III: TEMAS DE TRIGONOMETRIA **SEMANA**

ANGULOS Y SU MEDICION	11
FUNCIONES TRIGONOMETRICAS Y APLICACIONES	11
LEY DEL SENO, LEY DEL COSENO Y APLICACIONES	12
AMPLITUD FASE Y PERIODO	13
IDENTIDADES Y ECUACIONES TRIGONOMETRICAS	13

UNIDAD IV: TEMAS PREVIOS AL CALCULO **SEMANA**

FUNCIONES (DOMINIO, RANGO, SIMETRIA)	14
FUNCION EXPONENCIAL	14
FUNCION LOGARITMICA	14
ECUACIONES EXPONENCIALES Y LOGARITMICAS	15

5. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

El proceso de enseñanza y aprendizaje que se desarrolla en el curso de matemáticas del nivel introductorio no sólo pretende brindar estrategias de tipo cognoscitivo como herramientas didácticas que permiten al discente ponerse al día en los conocimientos previos requeridos para abordar con éxito el ciclo básico y profesional de una carrera de ingeniería, sino además -como hemos venido anotando en esta reflexión - pretende que en la asignatura se promuevan estrategias metacognitivas que puedan influenciar no solo el aprendizaje de las matemáticas del nivel introductorio, sino que además, desde este nivel se pueda influir todo el proceso de aprendizaje del estudiante dentro de la universidad. Este último tipo de estrategias posibilita lo que se llama el aprender a aprender, puesto que la metacognición tiene que ver con el conocimiento de los procesos de pensamiento y la regulación y control de los mismos.

En este sentido queremos proponer el error como una estrategia que permite favorecer tanto el proceso de aprendizaje como el de enseñanza, partiendo de la premisa que la fortaleza de este tipo de estrategia se centra en la reflexión que se haga en torno a él, puesto que puede utilizarse para promover aprendizajes más profundos y significativos.

De igual manera, la implementación de un adecuado proceso evaluativo en el aula de clase, en donde se trascienda la idea de que evaluar es asignar calificaciones, haría de este proceso una herramienta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, razón por la cual en este capítulo también se ha querido redefinir el

proceso evaluativo de la asignatura, para que se convierta en un aliado que dinamice los procesos de enseñanza y aprendizaje.

5.1 EL ERROR COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE:

Ninguna actividad humana está exenta del error, ni la culinaria, ni los deportes, ni los juegos en el computador, están libres de éstos, una receta con un sabor desagradable, desperdiciar una oportunidad de gol en un juego fútbol o perder una partida frente al computador, son resultados no deseados, sin embargo, en muchas ocasiones cada uno de estos resultados (aunque no deseados) se convierten en un desafío para cada participante, el cocinero deseará encontrar los ingredientes más apropiados para que la receta sea exquisita, el jugador de fútbol deseará volver a tener otra oportunidad en la que pueda enmendar su error y el joven que juega frente a un ordenador volverá a iniciar el juego cuantas veces sea necesario hasta que logre ser el vencedor; en estos casos el error se convierte en un desafío y objeto de nuevas pruebas por conseguir la meta deseada, “sin duda por que sienten que aprenden algo más en cada ocasión que intentan algo en lo que se pueden equivocar”⁸⁸.

Los procesos de aprendizaje tampoco están exentos de equivocaciones, y los errores en el aprendizaje son tan antiguos como la enseñanza misma (Astolfi, 1999), pero a diferencia de otras actividades en las que un error puede ser una meta por alcanzar o la razón por la cual intentar nuevamente una actividad (como en el caso de los juegos del ordenador) en los ambientes educativos parece que el error es interpretado de otra manera y produce otro tipos de sentimientos. “El error – en el ambiente educativo- se ha sido visto tradicionalmente como un resultado sancionable”⁸⁹ y que genera sentimientos de fracaso y desmotivación en los estudiantes. ¿Por qué razón los errores en el aprendizaje no se convierten en

⁸⁸ ASTOFI, Jean Pierre. El “error” un medio para enseñar. Sevilla: Diada Editora. 1999. pag. 7.

⁸⁹ DE LA TORRE, Saturnino y otros. Estrategias Didáctica Innovadoras. El error como estrategia didáctica. España: Ediciones Octaedro. 2000. pag. 211

un desafío para los aprendices que les permita mejores aprendizajes? El error dentro del aula de clase es considerado tan negativo que los estudiantes muchas veces prefieren no intentar por temor a fracasar y mucho menos intentarlo delante de sus compañeros o profesores, prefieren no “exponerse” a aprender en el tablero por temor al “error”.

Sabiendo que el error siempre va estar presente en todas las experiencias educativas y específicamente en los procesos de aprendizaje de las matemáticas, es necesario aprender a manejarlo como un componente que puede facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Partimos del supuesto que la “consideración constructiva y didáctica del error no está en sí mismo, sino en la reflexión sobre él y en el proceso de reconstrucción que provoca...y que será la reflexión sobre los actos fallidos o desaciertos lo que provoca un aprendizaje mucho más profundo y sólido que el derivado del estudio”⁹⁰.

5.1.1 En qué sentido es positivo el error:

“Si cierras la puerta a todos los errores, dejarás fuera la verdad”

R. Tagore

*Para dejar de equivocarnos debemos aprender de nuestros propios errores, afirma Popper (1981), no podemos cometer errores sin que estos no nos enseñan nada, al contrario debemos considerar al “error” como un elemento que nos permite desarrollar mejores aprendizajes, no por el error en sí mismo sino en la reflexión que hagamos sobre ellos (S. de la Torre) podremos convertirlo en aliado y no un enemigo de la educación que nos permite encontrar *camino*s que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje.*

⁹⁰ Ibid. Pag. 211

El error en el ambiente educativo puede ser aprovechado en dos sentidos diferentes, en primer lugar como un principio del conocimiento, pues el proceso de aprendizaje puede ser considerado como la búsqueda del conocimiento y *siempre se yerra cuando se está en busca de algo* (Goethe), lo importante es que se reflexione acerca de las equivocaciones cometidas durante la *búsqueda* para que se pueda mejorar. En segundo lugar puede ser considerado como una *señal* o como un *sensor* que nos permite identificar falencias en el proceso educativo para que pueda ser mejorado.

5.1.1.1 El error es el principio del conocimiento:

Ninguno que emprenda un proceso de aprendizaje estará exento de errores, si alguien desea aprender a conducir un auto está consciente de que cometerá errores (o quién conducirá un auto por primera vez sin un instructor al lado), sabrá que el aprender a conducir se logrará a través de un proceso, que consistirá – básicamente- en la corrección de los errores. En este sentido podemos afirmar con Saturnino de la Torre que “el *conocimiento* se construye sobre las ruinas de los errores”.

Solo aquellos que se han arriesgado a equivocarse son los que pueden aprender (Astolfi 1999). Un estudiante que es capaz de arriesgarse a realizar una tarea delante de los demás, aún sabiendo que se puede equivocar, pero motivado por el interés de aprender, tendrá mejores resultados que aquel que por miedo a equivocarse no lo intenta, en este sentido se debe partir del hecho que el error no debe visto como una falla sino como una consecuencia del aprendizaje, y que “solamente no se equivocan los que no hacen nada”.

En algunas ocasiones propongo a mis estudiantes algunos ejercicios especiales – con cierto grado de dificultad – y que para ser sinceros la mayoría de las propuestas de solución dadas por los discentes son equivocadas, pero mi interés en este tipo de ejercicios no son las respuestas acertadas sino más bien, el

motivar a los estudiantes a arriesgarse a aportar ideas, esta experiencia me ha permitido identificar que los estudiantes que se arriesgan a aportar ideas – aunque muchas veces equivocadas – son los que al final obtienen aprendizajes más significativos, es decir que el arriesgarse a equivocarse en una tarea educativa también nos pone en riesgo de aprender.

5.1.1.2 El error como una señal:

El error no puede ser considerado como un mal en sí mismo sino como una señal (Velásquez y Parra), tanto en el proceso de enseñanza como en el de aprendizaje, las equivocaciones de los estudiantes pueden ser las guías que facilitan encontrar aquellos procesos cognitivos o conceptos en los que el estudiante está fallando, como lo afirma De la torre:

“el error es un indicador o sensor de procesos que no han funcionado como esperábamos, de problemas no resueltos satisfactoriamente, de aprendizajes no alcanzados, de estrategias cognitivas inadecuadas”⁹¹.

En este sentido *los docentes debemos estar interesados en los errores de los estudiantes* (Astolfi 1999), pues como en el caso de medicina son los “síntomas” los que le ayudan al médico a identificar las enfermedades en los pacientes, así mismo en el contexto educativo los errores pueden ser aprovechados para identificar fallas en el proceso educativo. Es decir los errores obtenidos detectados por los docentes – por ejemplo en las pruebas objetivas – *ponen al descubierto la calidad de las representaciones y estrategias construidas por los discentes, así como lo que les faltarían para reinarse o completarse en el sentido instruccional propuesto* (Díaz y Hernández. 2002, p. 406).

⁹¹ Ibid. Pag. 221

En este mismo sentido el estudiante puede “aprender de sus propios errores”, pues serán los errores detectados los que le permitan salir de su *metaignorancia*, es decir, darse cuenta de que no sabe o que no entiende y así poder detectar en qué está fallando y tomar medidas sobre el asunto, para así lograr el aprendizaje esperado. El error será el testigo que le indique al aprendiz que procesos está realizando de manera equivocada (Astolfi 1999), pues en muchas ocasiones el estudiante puede llegar a una respuesta pero no será capaz de determinar qué procesos mentales está realizando. En este mismo sentido en palabras de K. Popper debemos dejar que sean nuestros errores los que nos enseñen a no equivocarnos en el futuro.

5.1.2 Concepciones teóricas acerca del error:

Algunos autores (Bachelard, Piaget) han considerado la importancia de los errores a la hora de promover aprendizajes significativos, tanto en la teoría de los obstáculos de Bachelard y de la equilibración de Piaget (dos autores contemporáneos que nunca se citan) existen principios que fundamentan la reflexión acerca de la importancia de los errores a la hora de aprender significativamente.

5.1.2.1 El error para Gastón Bachelard:

Para Bachelard los errores de los alumnos son indicadores de los obstáculos que ellos se resisten y que tiende a subestimar (en Astolfi 1999), entendiendo a los obstáculos como una *facilidad de la mente* (Astolfi. 1999), es decir dejar que la mente se acomode fácilmente y que tome las decisiones que le sean más placenteras, es decir el obstáculo no es ignorancia sino respuestas que se acomodan muy rápidamente sin darle paso al análisis o a la construcción de

nuevos conocimientos, en este sentido el error podrá ayudarnos a identificar los obstáculos que los estudiantes poseen y así poder corregirlos. Para este autor es indispensable que el aprendiz constantemente esté rectificando sus pensamientos, es decir cuando el aprendiz es consciente de sus errores para que pueda corregirlos, este *dinamismo* le permitirá acercarse a nuevos conocimientos. A continuación recogemos algunos de sus pensamientos a cerca del error difuminado a lo largo de su obra (En: Astolfi, 1999. p. 33)

- *No hay verdad sin error rectificado*
- *Al volver sobre un pasado de errores, se encuentra la verdad en un arrepentimiento intelectual verdadero*
- *Una psicología sobre la actitud objetiva es una historia de nuestros errores personales*
- *La esencia misma de la reflexión está en comprender que no habíamos comprendido*
- *El error sólo es reconocido a posteriori. Es el pasado de la razón que vuelve sobre sí misma para juzgarse*

5.1.2.2 El error para Jean Piaget:

Desde la óptica de Piaget los obstáculos se sustituyen por *esquemas*, entendiendo los esquemas como los conocimientos que el aprendiz posee para interpretar la realidad, éstos - como por ejemplo los conocimientos de la física Newtoniana - pueden entrar en conflicto con la realidad - cuando se trabaja con velocidades cercanas a la de la luz - produciendo un desequilibrio entre lo se sabe y la realidad, en ese momento es necesario un *reequilibrio*, esta necesidad de reacomodar o redefinir nuevos esquemas –según Piaget- permite la construcción de nuevos conocimientos - la teoría de la Relatividad-.

Teniendo en cuenta lo anterior los errores pueden ser utilizados para identificar los desequilibrios Piagetanos, bien sea por que el estudiante que se los encuentra en su proceso de aprendizaje o cuando son generados intencionalmente por el docente con una intención educativa. En todo caso es necesario partir de la premisa de que los errores deben ser identificados (por aprendices y maestros) y no considerados como un falla sino como un instrumento al servicio del proceso educativo.

En este sentido, para Piaget son más importantes para el aprendizaje los desaciertos que los aciertos, ya que los primeros buscan más bien promover aprendizajes de tipo memorístico, mientras que los segundos permiten la comprensión y la reestructuración de las estructuras mentales de los discentes, puesto que los errores en el proceso de aprendizaje proporcionarían la información sobre la insuficiencia asimiladora de nuestros conceptos (Wertheimer, 1945) y pondrían al descubierto la necesidad de la reestructuración conceptual de quien aprende.

5.1.3 El error y la motivación de los estudiantes:

Para todos es una realidad que cuando realizamos una tarea deseamos que la podamos realizar con éxito, las equivocaciones no son algo deseado en ninguna tarea que se emprenda. De la misma manera sucede en los procesos de aprendizaje cuando la intención es adquirir nuevos conocimientos, ningún discente espera equivocarse y mucho menos frente a la pizarra o en un examen.

Está claro que uno de los problemas con los que se enfrenta todo docente a la hora de enseñar es el de la motivación en los estudiantes, no es posible enseñarle al que no desea aprender. Alonso Tapia (1991) habla de aquellos estudiantes deseosos de pasar al tablero y demostrar sus conocimientos, lo que le motiva aprender más, aún exponiéndose a la crítica de sus compañeros a favor del

conocimiento, son voluntarios para realizar los ejercicios más difíciles, en este tipo de estudiantes existe una motivación que es llamada por Tapia como *motivación del logro*, de otro lado – dice el autor – existen estudiantes que no se arriesgan pasar al tablero ni aun sabiendo como desarrollar la tarea propuesta por el docente, los que a la hora de escoger los ejercicios a realizar prefieren los ejercicios más fáciles, y no precisamente por que no les interese aprender, es más, en muchos de ellos existe un interés genuino por aprender, pero prefieren no arriesgarse motivados por un temor al fracaso, que muchas veces puede ser más fuerte que su interés en aprender.

Si partimos de la idea que para aprender es necesario “exponerse” a cometer errores, el segundo grupo de estudiantes estará menos expuesto a nuevos conocimientos, sólo aquellos que se arriesguen a equivocarse son los que lograran mejores aprendizajes. Estos estudiantes (influenciados en gran parte por los docentes) consideran al error como un medidor de conocimientos, como una falla censurable, un rotulador de “buenos” y los “malos”. Muchas de estas concepciones negativas a cerca del error han provocado en los estudiantes una *prevención hacia el error*, esta prevención es la que ellos den por sentado que se van equivocar en la realización de un nueva tarea y antes de equivocarse prefieren no intentarlo, este tipo de estudiantes son los que nunca se arriesgan a realizar los ejercicios rotulados como difíciles sino que prefieren esperar a que otros los realicen, pues están convencidos de que si ellos los realizan cometerán errores que no podrán salvar por si mismos.

Este tipo de desmotivaciones promovidas por las concepciones negativas que se tienen del error, requieren de un replanteamiento del mismo para que puedan ser salvadas y para que no sigan siendo un tropezadero para el desarrollo de algunos estudiantes que por temor al fracaso no desarrollan un proceso de aprendizaje libre de la amenaza de equivocarse si no mas bien convencidos de que *solamente no se equivocan lo que no hacen nada*. (S. de la Torre, 1993).

5.2 EL TRATAMIENTO DIDÁCTICO DE LOS ERRORES EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS:

Hasta ahora hemos tratado de enfatizar en considerar al error no como un defecto o como un suceso sancionable, sino como un principio de búsqueda del conocimiento o como un instrumento al servicio de docentes y estudiantes para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues si se le cataloga como algo sancionable dentro del proceso educativo puede tener consecuencias negativas en el proceso educativo, como por ejemplo las que mencionamos con respecto a la motivación.

Ahora queremos hablar sobre el tratamiento didáctico que se le quiere dar a los errores que cometen los alumnos de matemáticas del nivel introductorio, para esto tomaremos como referencia las tres fases en las que algunos autores vienen coincidiendo para el tratamiento y corrección de los errores (S. de la Torre, 1993), *localización, identificación y rectificación.*

5.2.1 Detección de errores

La primera fase en el tratamiento didáctico de los errores consiste en detectarlos, mientras no se localicen y se tome conciencia de ellos no es posible pensar en superarlos, pero el detectarlos no es suficiente se requiere tomar conciencia de ellos para poder seguir adelante en este tratamiento didáctico de los errores.

La detección de los errores puede estar a cargo, en primer lugar, del discente, que en algunos casos puede detectar sus propios errores bien sea porque esté desarrollando ejercicios de un libro que le indique sus aciertos o en el caso de ejercicios en los que no conoce las repuestas - como pasa en las pruebas

objetivas - se aconseja hacer uso de la estimación⁹², es decir, que el estudiante estime su respuesta, en este caso no se le pide que use principios matemáticos, sino en la medida que se pueda use el sentido común para hacerlo. Por ejemplo, si se está calculando el volumen de una fruta lo compare con el volumen de una esfera de radio similar al de la fruta.

En algunos casos el discente no estará en capacidad de detectar sus propios errores, en cuyo caso el docente necesitará de terceros para que pueda existir la detección. En este punto es importante que el discente tenga la capacidad de aceptar sus debilidades – a veces cuesta aceptar que nos equivocamos – razón por la cual se debe crear una atmósfera en la cual se facilite el aceptar los errores, en este sentido, el docente tiene gran responsabilidad pues si permite burlas o ofensas dentro del aula por los errores no estará contribuyendo con este fin, a su vez el debe ser el primero en reconocer que se equivoca y aceptar las correcciones de sus discentes.

Las pruebas objetivas son un buen momento para empezar a detectar los errores, pero no es la única ni debe serlo, el pedir que el estudiante sustente de manera oral o escrita sus estrategias para el desarrollo de un ejercicio o para abordar una tarea de aprendizaje también permite d, el pasar al tablero también son, pero lo importante es que no nos quedemos en la sola detección de los errores, sino que trascendamos para poder llegar a corregirlos.

5.2.2 Identificación de errores

En algunos casos nos quedamos en la detección de los errores pero sin pasar a su identificación (S. de la Torre, 1993), en esta fase lo que se debe hacer es

⁹² Esta idea fue tomada del Calculo de Edwin Purcell, este autor usa unos ejercicios en los que pide que después de terminar la respuesta haga una estimación de la repuesta, esta *estimación* es fruto del sentido común, comparar el valor con algún patrón que permita verificar la cercanía de la respuesta.

identificar el tipo de error que el estudiante ha cometido, es decir, buscar información relevante acerca del error que nos permita posteriormente su rectificación, en este caso es importante hacer algún tipo de tipificación de los errores.

La taxonomía de Bloom usada en el capítulo 3, para definir los objetivos del aprendizaje nos puede servir de base para hacer una tipificación de los errores en la asignatura de matemáticas:

Error por conocimiento: si bien es cierto que el no saber es diferente a equivocarse, en este caso no se trata de no saber sino quizás de olvidar o confundir nomenclaturas, referencias, clasificaciones, convenciones que hacen que el estudiante tome caminos equivocados, por ejemplo olvidar la representación matemática de una elipse y confundirla con una hipérbola por ejemplo, en este caso no se trata de un error en la definición matemática de elipse sino en simplemente no recordar su representación matemática. En este caso estaríamos hablando de la primera categoría según Bloom (1981, pag. 66), la que hace referencia al conocimiento, pero no se trata de ignorar sino de conocer mal o confundir: convenciones, clasificaciones, criterios, modos, principios, etc.

Error por comprensión: en este caso nos referimos a la segunda categoría de Bloom (1981, pag. 66), que hace referencia a la *compresión*, en este caso se trata en un error en el discente a la hora traducir, es decir cuando trata de expresar el concepto de otra forma o en *términos distintos de los originales*, en otras palabras poner la información de una forma que sea más entendible para él, pero lo hace de manera equivocada, en este caso se podría llegar a concluir que el error en la traducción está *conectado* con otro tipo de errores, por ejemplo con conocimiento falsos.

Error por aplicación: en este caso el discente no juzga de manera apropiada a la hora de aplicar un concepto para solucionar un problema que no está relacionado

de manera explícita con el concepto en cuestión, en este caso el error también tendrá sus fundamentos en las categorías anteriores.

Error de estrategia: en este caso hablamos que el estudiante no posee la formación en las estrategias de aprendizaje para abordar las tareas de aprendizaje, razón por lo cual fracasa constantemente. En este sentido el error si está muy ligado a la ignorancia, pues por no conocer estrategias de aprendizaje constantemente se aborda de manera equivocada los problemas o las tareas de aprendizaje.

5.2.3 Corrección de los errores:

Finalmente, después de detectado e identificado el “error”, que como hemos venido observando nos proveen información valiosa acerca de cuales son las falencias cognitivas o estratégicas que el discente posee, y seguramente también proveerá información al docente con respecto a su proceso de enseñanza, llegamos al objetivo final que es la corrección de estos. Es necesario que los errores se eliminen de raíz y para ello es valiosa la tipificación que hemos realizado pues detectado el error e identificada su naturaleza, estamos muy cerca de encontrar la rectificación.

En algunos casos el estudiante estará en la capacidad de tomar conciencia de sus errores y tomar las decisiones apropiadas que lo encaminen a corregir sus errores, pero en otros casos será necesario que el docente le indique los caminos que debe seguir para poder hacer las correcciones apropiadas, en este caso *“la preocupación que debe guiar al profesor en esta fase, no es tanto la de corregir el error, si no la de conseguir cierto cambio en el alumno”* (S. de la Torre, 1993).

El considerar a los errores como un aliado en los procesos didácticos, permitirá que se reflexione sobre los actos fallidos de los estudiantes y el fruto de esta reflexión serán aprendizaje más profundos y significativos.

5.3 ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

5.3.1 La Evaluación del Aprendizaje

Los estudiantes ingresan a la universidad con el objetivo de formarse en conocimientos, habilidades y actitudes requeridos por una profesión específica y así poderse desempeñar de manera exitosa en el mundo laboral, encargándole a la evaluación del aprendizaje la tarea de verificar que los objetivos con los que inicialmente ingresa un discente a la universidad se cumplan. Es por esta razón que la evaluación es un componente dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje que permite valorar la calidad tanto en los resultados del aprendizaje como en el mismo proceso educativo.

Debido a la importancia que tiene el la evaluación dentro del proceso educativo se debe partir del echo que, el proceso evaluativo no consiste simplemente en medir (Arbelaez 2005) asignando unas calificaciones a los estudiantes dependiendo de los resultados obtenidos por un test. El proceso evaluativo es mucho más que la simple medición, aunque lastimosamente este concepto errado de afirmar que *evaluar es medir* es muy común entre los docentes y aun más entre los universitarios (Arbelaez. 2005). Se debe considerar la evaluación como un *proceso* que está presente durante toda la enseñanza y el aprendizaje y que no solo trata de medir resultados sino que permite emitir juicios e interpretaciones del proceso educativo que lo favorezcan, es decir, debe colaborar con la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y no limitarse simplemente a medir y asignar calificaciones (Arbelaez. 2005). El proceso evaluativo permite

diagnosticar, interpretar y guiar en la toma de decisiones sobre los mismos procesos de enseñanza y aprendizaje en sí, en este sentido el proceso es favorable ya que los discentes aspiran que la universidad les facilite el aprendizaje de las competencias necesarias para su desempeño profesional, pero también, esperan que sea ella quien les indique en *qué medida* su proceso de formación está siendo exitoso, cuáles son sus fortalezas para poder aprovecharlas, a sí como también les ayude a identificar sus debilidades con el fin de fortalecer su formación profesional; aquí algún docente podría objetar (con justa razón) que los estudiantes poco les interesa su aprendizaje o su formación, sino que más bien están interesados en las calificaciones, algo que es muy común en los discentes; pero lo que sí es cierto, es que muchos discentes esperan una formación universitaria de calidad, tanto en los resultados como en los procesos del aprendizaje para que más adelante puedan ser competitivos a nivel laboral y aspiran que la veracidad y exigencia del proceso evaluativo les haya sido *honesto* en este sentido.

La evaluación debe trascender a la medición para que contribuya en el proceso educativo, el fruto de ella deben ser más que calificaciones, sino que debe hacer aporte a los procesos de enseñanza y aprendizaje, convertirse en un proceso cíclico de donde surjan correcciones y reinterpretaciones del proceso educativo, lo que se confirma cuando se dice que:

“La evaluación es una operación sistemática, integrada en la actividad educativa con el objetivo de conseguir su mejoramiento continuo, mediante el conocimiento lo más exacto posible del alumno en todos los aspectos de la personalidad, aportando una información ajustada sobre el proceso mismo y sobre todos los factores personales y ambientales que en ésta inciden. Señala en qué medida el proceso educativo logra sus objetivos fundamentales y los confronta con los realmente alcanzados” (A. Pila Teleña, citado por Arblelaez, 2005)

Desde este punto de vista queda claro que la evaluación no debe sólo brindar información cuantificadora de los conocimientos del estudiantes sino que debe proveer información acerca de otros aspectos que también son un contenido del aprendizaje dentro de la formación profesional como lo procedimental y actitudinal, para así contribuir a una evaluación que promueva la *formación integral* que debe ser impartida desde las aulas. De igual manera, el proceso evaluativo debe generar una realimentación que genere información acerca de la actividad educativa en si misma, generando juicios, motivando a que tanto discentes como maestros puedan tomar decisiones que faciliten el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

5.3.2 FUNCIONES DE LA EVALUACIÓN

Las funciones de la evaluación son muy diferentes dependiendo el contexto en el que se desarrolle el proceso educativo, pero la evaluación en cualquier contexto tiene una función común, y es la de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Arbelaez. 2005) por lo que – dice Arbelaez – “la evaluación constituye un sistema de control que se lleva a cabo vigilando el logro de los objetivos de la instrucción por el maestro, a fin de determinar que instrucción correctiva o suplementaria se necesita, localizar los defectos de los métodos de enseñanza y determinar las razones de esos defectos, además de facilitar el aprendizaje de los estudiantes, describir y juzgar su proceso”⁹³.

Las funciones de la evaluación como un proceso de control de calidad que propende por el mejoramiento de las actividades académicas, juega un papel muy importante para estudiantes, docentes, institución y sociedad. Veamos el papel que desempeña para cada una de ellos:

⁹³ ARBELAEZ, López Ruby (2005). La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. Publicaciones UIS. Pag. 21.

5.3.2.1 Funciones con el estudiante:

El proceso evaluativo debe servir en algo más que asignar una nota en la que se promueva o aplase a un estudiante. Este proceso le debe brindar información acerca de su aprendizaje en sí, sirviendo de guía y motivación para que el estudiante pueda ir creciendo no solo en alcanzar los objetivos propuestos por un curso, sino que, también debe ir guiando al discente por un camino que lo conduzca a la mejora del proceso de aprendizaje, igualmente, debe proveerle información acerca de sus aciertos y sobre sus deficiencias, así mismo proveerle información sobre qué estrategias han sido provechosas y cuáles no, para que pueda ser consiente, en qué medida está alcanzando los objetivos propuestos por una asignatura o por un tema. La evaluación debe ser un instrumento para que el estudiante se reconozca dentro del proceso educativo y lo motive a tomar decisiones que vayan en pro de mejorar calidad y el rendimiento de su aprendizaje (Arbelaez. 2005).

5.3.2.2 Funciones con el docente:

La evaluación es uno de los componentes de mayor importancia dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que del éxito o fracaso en el proceso evaluativo dependerá en gran manera de la eficacia del proceso educativo, como lo afirma Arbelaez cuando afirma que:

“De las fases que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje, la evaluación es la más importante ya que con el grado de eficacia con la que el maestro la realice depende el éxito o fracaso de dicho proceso, por lo que podemos decir que la evaluación del logro

educativo es esencial para una educación eficaz, pues es ésta la que nos va indicar en qué medida los alumnos han alcanzado los objetivos establecidos”

De tal forma que la evaluación debe permitir al docente y al estudiante determinar en qué medida se lograron los aprendizajes que ambos pretendían (Morán), en este caso, para que el docente pueda determinar cuáles son los aciertos de su proceso de enseñanza y cuáles sus deficiencias, de igual manera pueda emitir juicios y tomar decisiones que vayan en pro del mejoramiento de la enseñanza.. A si mismo puede identificar temas o conceptos en los cuales se encuentra una mayor deficiencia y así poder reforzarlos. La evaluación debe servir para que el maestro ayude a sus estudiantes a fijar el aprendizaje de los conceptos que se consideren de mayor importancia dentro de la asignatura, para que en nivel introductorio *se condensen y automaticen conocimientos básicos que sean necesarios para futuros aprendizajes*⁹⁴, igualmente es beneficioso proceso evaluativo ya que le permite que el docente identifique las deficiencias en el aprendizaje y si mismo oriente a sus estudiantes sobre cómo superarlas. Y finalmente el proceso evaluativo permite que se asignen calificaciones justas que determinen con la mayor precisión posible en qué medida un estudiante alcanza el aprendizaje perseguido por una asignatura, en este caso para que el docente pueda determinar si un estudiante posee las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales para abordar con éxito las asignaturas que se relacionan con la matemática en el ciclo básico.

5.3.2.3 Funciones con la institución:

En esencia la evaluación es de provecho para las instituciones ya que por medio de ella se puede controlar la calidad de las actividades académicas que dan al

⁹⁴ POZO, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999. p.343

interior de ella, así como también determinar la calidad de los resultados de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así mismo es necesario que dentro de las instituciones se establezca la meta-evaluación ya que ésta contribuye con el mejoramiento de la calidad del proceso educativo, cuidándolo de no quedarse en propuestas escritas que nunca se llevan a la práctica.

5.3.2.4 Funciones con la sociedad:

La sociedad ha encargado a la universidad para que sea ella quien *acredite* a aquellos que poseen los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para desempeñarse dentro de una disciplina profesional, acorde con las exigencias de la misma, es decir, la sociedad espera que la universidad otorgue un título profesional a quien esté en la capacidad de cumplir con las funciones inherentes a su disciplina (Arbelaez. 2005).

5.3.3 PRINCIPIOS DE LA EVALUACIÓN

La evaluación del aprendizaje debe:

- ❖ Formar parte de todo el proceso educativo.
- ❖ Cumplir con los objetivos para los cuales se está desarrollando dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- ❖ Ofrecer información a estudiantes y docentes, que pueda ser utilizada para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- ❖ De ser evaluada, es decir debe tener dentro de sí misma un componente de meta-evaluación.

5.3.4 EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

La tendencia de evaluar por competencias es una estrategia mediadora del aprendizaje en la que se valora el hacer y las acciones del ser humano ubicado en un contexto socio cultural y disciplinar específico (Okort, citado por Arbelaez, 2005), pero no se valora solamente el saber hacer sino que también privilegia el *saber ser, un saber aprender, un saber desaprender, un saber para el servicio*, que se aprendan de tal forma que permita ser reproducido en otros contextos, pero también de la capacidad de ser construido partiendo desde cero en una disciplina específica.

Dice Arbelaez “se sugiere el desarrollo de la evaluación por competencias desde las estrategias participativas de coevaluación y autoevaluación; éstas incluyen movimientos dialécticos y críticos desde el estudiante y desde el profesor implica una actitud que forma en actitudes mediante el análisis, donde docente y estudiante planifican, ejecutan y realizan seguimiento de su propio proceso”⁹⁵. Este sentido la evaluación por competencias promueve la responsabilidad tanto de estudiante como de profesor dentro del proceso educativo.

Algunas características de la evaluación por competencias que favorecen el proceso educativo son:

- ❖ Es dinamizadora
- ❖ Es permanente

⁹⁵ ARBELAEZ, López Ruby (2005). La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. Publicaciones UIS. Pag. 33

- ❖ Es continua
- ❖ Es flexible
- ❖ Es integral
- ❖ Es cualitativa
- ❖ Democrática
- ❖ Participativa

Todas ellas tendientes a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje que a fin de cuentas es la función y meta principal de todo proceso evaluativo.

5.3.5 LA ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS:

En 1967 Scriven propuso diferenciar la evaluación en tres tipos de evaluación de acuerdo al momento que se *introducen* en el proceso educativo, en este caso en el momento en el que se introducirá en el nivel introductorio, nos referimos a la evaluación *diagnóstica*, *formativa* y *sumativa*. Estos serán los tres principales tipos de evaluación que harán parte del proceso evaluativo de la asignatura de matemáticas del nivel introductorio.

5.3.5.1 La evaluación diagnóstica:

La *evaluación predictiva* o inicial (Diagnostica), que permite identificar las condiciones de entrada de los estudiantes como elemento importante dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, es decir, permite identificar en qué medida los estudiantes poseen los conocimientos previos necesarios para abordar

con éxito la asignatura de matemáticas⁹⁶. Barriga y Hernández (2002, pag. 397) la definen como:

“- La evaluación diagnóstica – es aquella que se realiza con la intención de obtener información precisa que permita identificar el grado de adecuación de las capacidades cognitivas generales y específicas de los estudiantes, en relación con el programa pedagógico al que se van incorporar”

Para el diseño de la evaluación diagnóstica del curso de matemáticas del nivel introductorio se tendrán en cuenta estos pasos extractados de Barriga y Hernández (2002, pag. 399):

- Determinar qué conocimientos previos son necesarios para construir los conceptos pertenecientes a la asignatura de matemáticas del nivel introductorio.
- Seleccionar y/o diseñar un instrumento de diagnóstico pertinente.
- Aplicar el instrumento.
- Tomar decisiones pedagógicas.

Como consecuencia de la aplicación de instrumentos que permitan realizar la evaluación diagnóstica a los estudiantes que ingresan al nivel introductorio se pueden obtener dos tipos de resultados: estudiantes que demuestran poseer un mínimo de conocimientos previos para poder iniciar sin problemas la asignatura de matemáticas y otros que no cuentan con estos conocimientos prerrequisito para iniciar su proceso de aprendizaje de manera apropiada.

Con respecto a este último grupo, se puede proponer una especie de *estrategia*

⁹⁶ En el Capítulo 2 se hizo una breve descripción de cuáles son estos conocimientos prerrequisito para la asignatura de matemáticas.

remedial que facilite que los estudiantes - con mediación del docente - puedan ponerse al día en estos conocimientos previos, aunque la evaluación diagnóstica no tiene un porcentaje en la calificación del estudiante, la estrategia remedial si puede tenerla, lo que seguramente puede hacer que esta se tome más en serio por el estudiante.

Otro aspecto positivo de la evaluación diagnóstica, es que permite que no sólo el docente se entere de la conducta de entrada de sus estudiantes, sino que ellos mismos identifiquen su situación y puedan tomar conciencia a cerca de sus dificultades y con la ayuda del docente tomen la decisión de esforzarse para alcanzar los niveles de entrada exigidos por la asignatura.

5.3.5.2 Evaluación formativa:

La *evaluación formativa* es aquella que se realiza al terminar cada tarea educativa y permite identificar en qué medida se alcanzaron los objetivos esperados, con el fin de que aporte una retroalimentación continúa del proceso educativo, permitiendo encontrar las estrategias mas adecuadas para mejorar la actividad educativa (Arbelaez. 2005).

La evaluación formativa permite ir valorando el proceso educativo, es decir, esta permite identificar si se están o no cumpliendo con los objetivos propuestos, las características y la profundidad de los aprendizajes que se han ido alcanzando.

Allal (1979) describe la evaluación formativa de la siguiente forma:

“En una evaluación formativa se intenta ante todo comprender el funcionamiento cognitivo del alumno frente a la tarea propuesta. Los datos de interés prioritarios son los que se refieren a las representaciones que se hace el alumno de la tarea y las estrategias o procedimientos que utiliza para

llegar a un determinado resultado. Los “errores” son objeto de un estudio particular en la medida en que son reveladores de la naturaleza de las representaciones o de las estrategias elaboradas por el alumno”⁹⁷

En este sentido en la evaluación formativa y como ya se había mencionado en este capítulo los errores de los estudiantes también interesan, pues no solo pueden servir para que sean sancionados, son valorados *por que ponen al descubierto la calidad de las representaciones y estrategias construidas por los estudiantes, así como lo que a estas les faltarían para refinarse o completarse en el sentido instruccional propuesto* (Barriga y Hernández. 2002, pag. 406).

En la asignatura de matemáticas se realizará una evaluación formativa al terminar cada una de las cuatro grandes unidades, con el fin que cada una de ellas aporte información sustancial acerca de desarrollo de la asignatura tanto en proceso de enseñanza como en el de aprendizaje.

5.3.5.3 Evaluación Sumativa:

Finalmente la *evaluación sumativa “es aquella que contiene la estructura de un balance, realizada después de un periodo de aprendizaje o en la finalización de un programa o curso. Sus objetivos son calificar en función de un rendimiento, otorgar una certificación, determinar el nivel alcanzado a todos los niveles (alumnos, padres, institución docentes).”⁹⁸*

La evaluación sumativa en suma, lo que pretende es establecer en qué medida se han alcanzado los objetivos al finalizar un proceso educativo determinado. En la asignatura de matemáticas se realizará una evaluación sumativa al final del nivel introductorio a los estudiantes con el fin de poder emitir un juicio de si un

⁹⁷ Citado por: BARRIGA, Frida. HENANDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw-Hill. 2002. p. 406

⁹⁸ ARBELAEZ, López Ruby (2005). La evaluación como fuerza dinamizadora de la formación integral. Publicaciones UIS. Pag. 21.

estudiante posee los conocimientos matemáticos necesarios para abordar con éxito futuros aprendizajes relacionados con la matemática. La implementación de un *adecuado* proceso evaluativo en el aula de clase la debe convertir en una herramienta para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje hasta que sea convertida en una fuerza dinamizadora de la formación integral (Arbeláez. 2005), en donde el proceso evaluativo se convierta “en la enseñanza de la autoevaluación”.

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, Fabian y otros. La política universitaria en la sociedad del conocimiento. Cooperativa editorial Magisterio. Bogotá D.C Colombia. 2004.
- ARBELAEZ LÓPEZ, Ruby. La Evaluación como Fuerza Dinamizadora de la Formación Integral. Universidad Industrial de Santander. 2005.
- ASTOLFI, Jean Pierre. El “error” un medio para enseñar. Sevilla: Diada Editora. 1999.
- AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Segunda edición. Trillas. 1996
- BLOOM, Benjamín y colaboradores. Taxonomía de los objetivos de la educación. Octava edición. Buenos aires: librería “El ateneo” editorial.1981
- DE LA TORRE, Saturnino y otros. Estrategias Didáctica Innovadoras. El error como estrategia didáctica. España: Ediciones Octaedro. 2000.
- DÍAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. 2ª ed. México, McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A., Y TIBERGHEN, A. (Eds.) (1985): Children's ideas in science. En: POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 30 de 28 diciembre 1992, Artículo 1. Bogotá: Diario Oficial.
- CORREDOR, Martha Vitalia y Otros. Aula virtual: una alternativa en Educación Superior. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2003.
- CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla: Diada. 1995.

- DELORS, Jacques. La educación encierra un tesoro. En: "Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI". Madrid: Santillana, 1996.
- HERNÁNDEZ, Carlos A. Universidad y Excelencia. En: "Educación Superior. Sociedad e investigación: Cuatro estudios básicos sobre educación superior". Compilado por: Myriam Henao W. Colciencias, Ascun. Bogotá. 2002.
- MARTINEZ, Miguel; BUXARRIS, Maria; BARA, Francisco. La universidad como espacio de aprendizaje ético. Publicado originalmente: "Ética y formación universitaria".
- MORIN, Edgar. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. Bogotá.
- SILVIO, José. La Virtualización de la Universidad. IESAL/UNESCO. Caracas, 2000.
- POZO, Juan Ignacio. Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial S. A 1999.
- POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata. 1989
- UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Proyecto Institucional, Bucaramanga, 2000