

**CONCEPCIONES Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA
ÓPTICA DEL PROGRAMA DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

JÁDER ENRIQUE GUERRERO BERMÚDEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA EN LA UIS-CEDEUIS
BUCARAMANGA
2006**

**CONCEPCIONES Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA
ÓPTICA DEL PROGRAMA DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

JÁDER ENRIQUE GUERRERO BERMÚDEZ

Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Docencia Universitaria

**Directora
Martha Ilce Pérez Angulo
Magíster en Pedagogía**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA EN LA UIS -CEDEUIS
BUCARAMANGA
2006**

Bucaramanga, 29 de septiembre de 2006

A José Alejandro, Andrea del Pilar y Pilar Cecilia.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos a los docentes del Centro para el Desarrollo de la Docencia de la Universidad Industrial de Santander- CEDEUIS. Especialmente a la profesora Martha Ilce Pérez Angulo, quien contó con la enorme paciencia y la constante disposición al diálogo, elementos claves para la elaboración de esta monografía.

TITULO: CONCEPCIONES Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA ÓPTICA DEL PROGRAMA DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER *

AUTOR: Jáder Enrique Guerrero Bermúdez**

PALABRAS CLAVES: Universidad, Aprendizaje, Formación Integral, Evaluación, Estrategias de Enseñanza y de Aprendizaje.

RESUMEN

Esta monografía presenta un diseño instruccional para la asignatura *óptica* del plan de estudios del programa de Física de la Universidad Industrial de Santander. El diseño se ajusta a la normatividad educativa colombiana y se fundamenta en el enfoque curricular apoyado en competencias cognitivas y actitudinales. Esto requiere considerar el perfil de formación del egresado y precisar cómo la asignatura *óptica* contribuye a su consolidación, mediante el establecimiento de los niveles e indicadores de logro.

El diseño de la asignatura se sustenta en las concepciones universales de la formación integral y en la evolución histórica de la pertinencia y los valores de la educación superior, especialmente en el caso colombiano. Se establece una coextensividad natural en la búsqueda de la formación integral a través del desarrollo de las competencias. Se trata con énfasis las nociones angulares de aprendizaje, mediación, investigación en el aula y evaluación, como procesos dinámicos que permean constantemente la actividad educativa.

Además, se abordan los aspectos metodológicos de la asignatura, en ese sentido se establecen los propósitos y se fundamentan algunas estrategias de enseñanza y de aprendizaje. Se estudia de manera especial la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel", como una herramienta básica, tanto para el docente como para el aprendiz en la generación y significación de la nueva información.

* Monografía para optar al título de Especialista en Docencia Universitaria

** Vicerrectoría Académica, Especialización de Docencia Universitaria, Directora: Magister, Martha Ilce Pérez Angulo

TITLE: CONCEPTIONS AND STRATEGIES TO DEVELOP THE OPTICS COURSE AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER *

AUTHOR: Jáder Enrique Guerrero Bermúdez**

KEYWORDS: Higher Education, Learning, Integral Formation, Evaluation, Learning and Teaching strategies.

SUMMARY

This work presents an instructional design for an *optics* course in Physics degree at Universidad Industrial de Santander, its according to current Colombian educational normative. The historic study of the *relevance*, principles and worths of the higher education and the concept of *curriculum* is used like a theoretical framework to support the design.

The instructional proposal of the course is based on the curricular approach supported in *competitions*. Which initially requires defining the formation profile in terms of cognitive and actitudinal competitions and after to precise, how the optical course contribute in its development. Moreover, the content and methodological aspects of the course are detailed, in that sense, some teaching and learning strategies are studies. The strategy of solving “pencil and paper” problems is approached like a basic tool in the generation and meaningful of the new information.

Special attention is placed in the universal framework of the integral formation, which can be understood like the harmonic development of different dimensions of human being. Integral formation and competitions are considered pieces connecting of the same “puzzle”. Also, some basic aspects of the most important learning theories, evaluation, metacognition and investigation in the classroom are revised.

* Monografía para optar al título de Especialista en Docencia Universitaria

** Vicerrectoría Académica, Especialización de Docencia Universitaria, Directora: Magister, Martha Ilce Pérez Angulo

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. REFLEXIÓN EN TORNO AL CONTEXTO EDUCATIVO UNIVERSITARIO	3
1.1 Hacia la universidad actual: Una revisión histórica de la pertinencia.....	3
1.2 Concepto, principios y valores de la universidad: El caso colombiano.	6
1.3 Las tareas de la universidad actual: Proyección social, investigación y docencia	10
1.4 El proyecto institucional de la Universidad Industrial de Santander como respuesta a las funciones misionales	13
1.5 El estatuto epistemológico de la óptica.....	16
2. PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE	19
2.1 Historia del aprendizaje formal en la cultura occidental.....	20
2.2 Una visión rápida a las concepciones de aprendizaje de los estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Industrial de Santander	22
2.2 Contenidos del aprendizaje	24
2.2.1 Aprendizaje verbal y conceptual	24
2.2.2 Aprendizaje de procedimientos	26
2.2.3 Aprendizaje social y de conductas	27
2.3 Tipos y situaciones de aprendizaje	27
2.3.1 La teoría de aprendizaje de Piaget	28
2.3.2 La teoría de aprendizaje de Vigotsky	29
2.3.3 El aprendizaje significativo.....	30
2.4 Principios que regulan el aprendizaje	33
3. FORMACIÓN INTEGRAL Y CURRÍCULO.....	35
3.1 Una visión sobre cómo la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander concibe la formación integral	35
3.1.1 Construcción del concepto de formación integral	35
3.1.2 Breve diagnóstico	39
3.1.3 Algunos juicios derivados del diagnóstico	40

3.2	Planeamiento curricular	41
3.3	El concepto de competencias y el diseño curricular basado en competencias	44
3.4	La óptica en el currículo y en el plan de estudios de física	47
3.4.1	Marco legal y objetivo la carrera de Física	47
3.4.2	Áreas de Formación:	48
3.4.3	El perfil del físico egresado de la Universidad Industrial de Santander y sus campos de desempeño	49
3.4.4	plan de estudios	50
3.4.6	Bosquejo general de las estrategias de enseñanza y de evaluación	54
4.	LA MEDIACIÓN EN EL PROCESO FORMATIVO	53
4.1	Estrategias de enseñanza y de aprendizaje	53
4.1.1	Clasificación de las estrategias cognitivas	55
4.1.2	La resolución de problemas de "lápiz y papel"	58
4.1.3	Los heurísticos y las dificultades en la resolución de problemas de "lápiz y papel": un ejemplo de investigación en el aula.....	63
4.2	Estrategias de evaluación en la asignatura óptica.....	73
4.2.1	Visión Crítica.....	73
4.2.2	Aspectos básicos del proceso de evaluación: concepto, principios y funciones.....	75
4.2.3	Momentos de la Evaluación.....	78
	BIBLIOGRAFÍA	80
	ANEXO	85
	FORMATO RESUMEN DE PLAN DE ASIGNATURA	86
	UVE HEURÍSTICA	88
	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL FÍSICO EN AMÉRICA LATINA.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las estrategias cognitivas (Según Díaz Barriga y Hernández)	57
Tabla 2. Dificultades asociadas a la resolución de problemas de "lápiz y papel"	66
Tabla 3. Objetivos específicos y metodología	70

INTRODUCCIÓN

La organización de las asignaturas en los planes de estudio de la Educación Superior constituye un buen pretexto para la reflexión y la revisión de las múltiples piezas del rompecabezas del discurso educativo. En el contexto universitario, las asignaturas deben establecer una buena síntesis de la inteligencia colectiva y consolidar la parte visible del témpano que ha logrado construirse, sobre la base histórica de la pertinencia, la evolución de los principios y los valores de la Educación Superior. Es por eso que esta monografía, constituye un ejercicio de reflexión y una propuesta sobre las concepciones y el diseño estratégico de la asignatura óptica en el plan de estudios del programa de Física de la Universidad Industrial de Santander.

Una sucinta revisión histórica de la pertinencia de la actividad universitaria, desde su gestación en la cultura helénica, hasta los predios misionales de la universidad actual y particularmente latinoamericana, se realiza en el capítulo I. Especialmente se revisan los principios y los valores de la universidad colombiana, que reflejan la lucha por la autonomía frente a la imposición de las políticas del sector productivo, el estado y la sociedad. En medio de ese debate, la academia formula sus propuestas, en las cuales las asignaturas juegan un papel protagónico, por esta razón, se esboza la fundamentación epistemológica de la óptica en el proceso de formación de un físico.

La actividad formativa en la Educación Superior, requiere claridad y la reflexión sobre elementos pedagógicos y psicológicos. Esto conduce al manejo de las concepciones sobre el aprendizaje, así como los contenidos, los tipos y las situaciones de aprendizaje, tratados en el capítulo II. Particularmente se adquiere una visión de las concepciones del aprendizaje, que manejan algunos estudiantes de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander. El acertado manejo del multidisciplinario concepto de aprendizaje, permite el planeamiento estratégico de los diferentes contenidos de aprendizaje.

Las propuestas académicas y particularmente la estructuración de las asignaturas en los planes de estudio de los programas de formación, contextualizan marcos universales y designios ministeriales, en consonancia con las nociones fundamentales de la educación. Particularmente, el Sistema Educativo Colombiano, inspirado por los mandatos constitucionales, desde hace pocos años, se ha empeñado en concretar en las aulas de todos los niveles el imaginario universal de la Formación Integral. Entendida como la reflexión de formación del hombre completo y complejo y sobre la base de cuatro pilares fundamentales para la educación de todas las épocas y culturas, el “aprender a ser”, “aprender a hacer”, “aprender a convivir” y “aprender a aprender”. Es por eso que en el capítulo III, concretamos la propuesta de la asignatura óptica, articulada en el plan de estudio de Física, revisando la noción de currículo, con énfasis en el currículo basado en competencias, las cuales se entienden como los despliegues contextuales de las diferentes dimensiones del ser. Apoyados en este marco teórico, se concreta el perfil de formación del físico y la forma cómo la asignatura óptica favorece la manifestación de sus competencias cognitivas y actitudinales. Se establecen los niveles de logro y los indicadores de logro.

Todo el andamiaje misional y curricular pende del hilo fino de la instrucción, en últimas, en la intimidad del aula, el aprendiz y el maestro definen toda suerte de intenciones. Por esa razón, la reflexión debe llevar a la búsqueda de la efectividad, la eficacia y la eficiencia en los procesos bien definidos de enseñanza y de aprendizaje. En el cuarto capítulo se aborda la enseñanza y el aprendizaje estratégico. Un llamado al “aprender a aprender” y al “aprender a enseñar”, nociones que permiten superar el empirismo y la pasividad que constantemente afectan el rol del maestro y del aprendiz. Finalmente se presentan algunas generalidades del proceso de evaluación, como un proceso que permite valorar, controlar y realimentar, a través de las asignaturas, todos los elementos mencionados arriba.

1. REFLEXIÓN EN TORNO AL CONTEXTO EDUCATIVO UNIVERSITARIO

Más que expresiones singulares, las asignaturas pueden ser vistas como una buena síntesis de la evolución de la inteligencia colectiva en un campo particular del conocimiento. Ciertamente éstas constituyen propuestas concretas que contextualizan las políticas institucionales y los perfiles axiológicos en los procesos de formación de los educandos. En este capítulo, justificamos la presencia de la *óptica*, como una asignatura en el programa de *Física* de la Universidad Industrial de Santander. Para lograr este propósito, inicialmente se presenta la evolución de la institución universitaria, desde los griegos hasta los predios misionales de la universidad actual. Posteriormente se muestran algunas características de la universidad colombiana en el presente, enfatizando sus tareas de docencia, investigación y proyección social. Como una respuesta a estas tareas misionales, la Universidad Industrial de Santander, responde con su proyecto educativo institucional, el cual expresa los principios, los valores, las políticas y las estrategias de desarrollo. Finalmente y como una expresión concreta de la pertinencia de los programas de estudio y de las asignaturas en ellos, se presenta la *óptica*, desde su marco epistemológico, como un componente que contribuye a la concreción del perfil de formación del físico.

1.1 Hacia la universidad actual: Una revisión histórica de la pertinencia.

La universidad es un espacio de naturaleza dual, por un lado exhibe características de *comunidad académica*, en la que confluye el debate de los estudiantes, los docentes, la sociedad y el Estado; por otro lado presenta rasgos de una *institución*, con un marco legal, organismos directivos y administrativos y una propuesta de formación manifestada en su misión, en su proyecto educativo y en su estructura curricular. Se trata entonces de una sola sustancia, con facetas que se funden mediante relaciones tensas pero articuladas. “Sin comunidad universitaria la institución sería un cascarón vacío; sin el cascarón formal, administrativo,

organizativo, institucional, la comunidad universitaria seguramente adelantaría una vida muy distinta o simplemente dejaría de existir". (Mockus, 1987).

En la afinidad de esa dualidad *comunidad-institución*, la universidad desarrolla funciones que el entorno le ha asignado como propias y en las cuales descuellan: la generación, la difusión y la apropiación de conocimientos significativos, la crítica a la cultura, el compromiso con la verdad y la proyección social. Todas estas tareas se manifiestan en la investigación, la docencia y la extensión, y constituyen el nudo de la pertinencia, entendida como *"el fenómeno por medio del cual se establecen las múltiples relaciones entre la universidad y el entorno"*. (Malagón, 2005).

Para comprender el verdadero significado de la pertinencia de la universidad, resulta conveniente estructurarla de manera natural en el contexto histórico. En efecto, las relaciones de la universidad y su entorno han mantenido una dinámica consonante con los modos de producción económicos y los modos de reproducción del conocimiento. Las primeras raíces de la universidad en occidente, como institución educativa, se remontan a aproximadamente 2400 años, en la *paideia* de los sofistas de la Grecia Antigua, particularmente en las formas institucionales de la Academia de Platón y el Liceo de Aristóteles (Spies, 2003). Se trataba de centros de convergencia de las élites de la *polis* en la búsqueda de una educación avanzada en filosofía, así como del bienestar, la verdad, el orden, la libertad, el bien y la belleza. En la búsqueda del bienestar se desataría, desde muy temprano, el afán profesionalizante de la universidad. En consecuencia, desde sus nociones precursoras, la universidad estaba comprometida con la formación de personas competentes, capaces de aportar contribuciones útiles a la sociedad. Por otro lado, la búsqueda de la verdad, es el legado socrático que se convertiría en el germen de la concepción de la universidad como un centro dedicado a la investigación, el aseguramiento de la tradición y la generación de nuevo conocimiento. Al mismo tiempo, la búsqueda del orden y de la libertad, impulsaría la formación de líderes y *"buenos gestores"* de los asuntos humanos, y sellaría el compromiso de crítica de la institución universitaria.

El *oscurantismo occidental* detuvo el impulso formal que la educación superior había alcanzado en la Grecia Antigua; sin embargo, posteriormente sería

recuperado parte del legado griego, que creó las bases de la pertinencia de la universidad en la estructura social. En efecto, en las comunidades de estudiantes, "*universitas scholarium*" y en las comunidades de maestros, "*universitas magistrorum*", impulsores de la *Universidad Medieval*, la pertinencia se articuló con la formación de profesionales "útiles para la época" en las áreas clásicas de la medicina, el derecho y la teología.

En los tiempos modernos, el sistema universitario evolucionó a partir de las transformaciones sociales ocurridas desde finales del siglo XIV hasta finales del siglo XVI. La fragmentada sociedad feudal de la Edad Media, fue transformada en una sociedad con instituciones políticas centrales. Adicionalmente, la primera revolución de la información, con la invención de la imprenta, catalizaría la *Ilustración* y con ella surgiría una pléyade de pensadores que propondrían nuevas visiones del mundo y por supuesto reinterpretaciones de la relación de la universidad y su entorno. Durante el modernismo, el carácter útil de la universidad del medioevo, encontró cierta continuidad en la formación de profesionales de la *Universidad Napoleónica*. Así mismo, apareció la concepción *Humboldtiana* de la universidad: un espacio privilegiado para la investigación, entendida como una actividad de apoyo directo a la docencia.

La revolución industrial de finales del siglo XVIII, masificó la escuela y otorgó la oportunidad al Estado para convertirse en un actor de primera en el escenario educativo. La universidad adquirió el rol de "*factoría de mano de obra calificada*" y una vocación hacia la búsqueda de la excelencia disciplinar que ha perdurado hasta hoy.

Dentro de esas definiciones históricas, la universidad actual adquiere una dimensión geográfica, con relaciones particulares con su entorno. Se habla entonces de *universidad europea*, *universidad norteamericana*, *universidad latinoamericana*, etc. Cada una de esas categorías interpreta el fenómeno de la pertinencia y el sentido de la universidad de modo diferente. Sin embargo en ellas se deja espacios a los referentes universales de formación del ser humano y se distinguen algunas características comunes, particularmente lo relacionado con el manejo de la información, que resulta hoy complejo, masivo, multicultural y de poca certidumbre;

e igualmente el impacto de los procesos de globalización o reducción de las fronteras, la masificación y fuertes exigencias en el establecimiento de vínculos con el sector productivo, con sus naturales implicaciones en la venta del conocimiento y la autofinanciación. La propuesta de la universidad latinoamericana busca puntos de convergencia entre los sectores más disímiles en la región, entre otros: la universidad y los sectores sociales, la educación superior y el sistema de valores, los saberes populares y los procesos culturales, la universidad y las empresas.

1.2 Concepto, principios y valores de la universidad: El caso colombiano.

Desde el germen académico de los griegos hasta nuestros días, la universidad se ha constituido en el espacio donde confluye el discurso de docentes, discentes, sociedad y estado, orientados por un cuerpo directivo y administrativo, apoyados por un proyecto institucional y curricular con los cuales se pretende la formación integral del ser humano y la obtención del conocimiento a través de la investigación y la inteligencia social. En efecto, se trata de una institución académica que propende por espacios propios, privilegiados, donde mediante su interpretación se dimensiona el pasado; mediante la crítica y el debate constructivo se analiza el presente y por el ejercicio de la innovación y la creatividad se anticipa el porvenir.

En el diccionario de la *Real Academia de la Lengua Española*, el significado de universidad es: "*Institución de enseñanza superior que comprende diversas facultades, y que confiere los grados académicos correspondientes. Según las épocas y países puede comprender colegios, institutos, departamentos, centros de investigación, escuelas profesionales, etc.*".

En el marco de la legislación colombiana, en el título primero de la *Ley de 30 de 1992, capítulo IV*, se precisan tres tipos de instituciones que adopta la educación superior colombiana y que se ofrecen como servicio público, a saber:

- **Las Instituciones Técnicas Profesionales** son aquellas cuyo énfasis radica en la formación de personas (técnicos) con "habilidades

operativas e instrumentales", sin desconocer el componente humanístico, (*Ley de 30 de 1992, capítulo IV. Artículo 17*).

• **Las Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas** son aquellas que propenden por la formación de personas (profesionales o tecnólogos) en ocupaciones y programas académicos de profesiones y disciplinas. Estas instituciones pueden ofrecer el ciclo de especialización, (*Ley de 30 de 1992, capítulo IV. Artículo 18*).

• **Las Universidades** son "las instituciones que acrediten su desempeño en actividades de: investigación científica o tecnológica, formación académica en profesiones o disciplinas, producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional". La proyección de la Universidad permite la formación de ocupaciones, profesiones o disciplinas, especialización, maestría, doctorados y post-doctorados. (*Ley de 30 de 1992, capítulo IV. Artículo 19*).

En Colombia existen otras instituciones en Educación superior, "instituciones periféricas", por decirlo de alguna manera, se trata del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) que propende por la capacitación tecnológica y las Escuelas Militares.

Ahora bien, la universidad colombiana actual exhibe una serie de características, algunas sintetizan sus valores y otras sus principios, mostrando las potenciales fortalezas de la institución universitaria y desde luego su fragilidad:

- Los valores de la educación universitaria, son elementos históricamente dinámicos, que reflejan los valores institucionales. Particularmente en el caso colombiano, el perfil axiológico y las orientaciones éticas de la universidad han cambiado desde la colonia hasta los tiempos recientes (Botero, 2005). En la Colonia, la universidad, recién importada de Europa, era el espacio que promovía la actitud sumisa, la obediencia, la austeridad, la resignación y el respeto a la autoridad. Naturalmente respondía a una institución conservadora, estrechada de la mano con la Iglesia; paradójicamente, los claustros universitarios serían la incubadora de pensadores que liderarían los movimientos

de independencia. El desarrollo de la universidad durante la Colonia, en medio de los movimientos sociales y políticos externos e internos, volcarían los valores de sumisión y obediencia, en los ideales de libertad, igualdad y justicia, propios de la época republicana. Estos ideales axiológicos de formación encontrarían cierta continuidad en la modernidad, caracterizada por el aumento del protagonismo del estado, así mismo, se incorporarían nuevos valores, entre ellos, el sentido de pertenencia al estado y el civismo. Los valores de la educación superior universitaria, en los tiempos post-modernos abrirían espacios al saber, al trabajo, a la familia y a la salud. Actualmente, la universidad y particularmente la universidad colombiana, propende por el aseguramiento de algunos valores previamente mencionados y encuentra prioridad en el aseguramiento de la calidad de vida, la protección del medio ambiente, la conservación de la democracia, la convivencia pacífica, el buen manejo del poder y del ocio.

- Dentro de los principios de la universidad, encontramos: La universidad es de carácter *público*, en ese sentido permite la creación de una red de intereses comunes y la convierte en el espacio propio para la tolerancia, el pluralismo, el reconocimiento del otro con iguales derechos y deberes. Este carácter público debe preservarse independientemente que la gestión sea de orden estatal, privado o derivado de la economía solidaria.
- Guiada por un sentido de responsabilidad, la universidad colombiana persigue la *autonomía* como promotora de la libertad de educar, investigar y servir a la sociedad. Para una clara definición de cómo debe ser entendida la autonomía de las instituciones universitarias, revisemos el marco legal (*Artículo 28 de la Ley 30 de 1992*).

ARTÍCULO 28. La autonomía universitaria consagrada en la Constitución Política de Colombia y de conformidad con la presente Ley, reconoce a las universidades el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus

alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

Aunque constitucionalmente se consagra la autonomía universitaria, se encuentran varios hechos y circunstancias que generan tensión entre el derecho y las funciones de la universidad, entre ellos¹:

La carencia de una "Ley Estatutaria" que preserve a las universidades del continuo vaivén del acontecer político; de los proyectos de parlamentarios desconocedores de la naturaleza de la academia.

La falta de iniciativas no enmarcadas en Políticas de Estado de largo alcance y concertadas con las Universidades.

La carencia de un interlocutor válido, obligatorio y oficialmente reconocido entre el Estado y las Universidades.

La incoherencia entre las decisiones asumidas por órganos del gobierno, distintos del Ministerio de Educación Nacional, como los Ministerios de Protección Social, de Hacienda, de Comercio y de Relaciones Exteriores y la Contraloría que afectan la autonomía universitaria.

Las medidas que en procura de mejorar la calidad, resultan invasoras al procurar unificar indebidamente las especificidades de programas académicos aprobados, en el marco de su autonomía por las universidades en el uso legítimo de su libertad de enseñanza.

- La educación universitaria tiene la oportunidad de formar el recurso humano de acuerdo con las necesidades del contexto local, regional y nacional, bajo el principio de la equidad a partir de la cual se garantiza la igualdad de acceso.

¹ Universidad Javeriana, Foro Internacional sobre Autonomía Universitaria. Santafé de Bogotá, junio de 2004

- En Colombia la universidad se cuestiona y propende por la consolidación de sistemas que garanticen procesos de *calidad*, verificados en procesos de autoevaluación, acreditación y autorregulación. En este sentido el Estado colombiano ha venido desarrollando la normatividad en lo referente a los Sistemas de Acreditación e Información (*Artículos 53 – 56, ley 30 de 1992*) y el establecimiento de *condiciones mínimas de calidad* para el funcionamiento de los programas (*Decreto 1001 del 23 de abril 2006*).
- También se acusan puntos ciegos, pues no siempre la universidad lidera los procesos en el contexto local, regional y nacional, todo lo contrario, asume posiciones de indiferencia, que se manifiestan en el aislamiento y el desarrollo exagerado hacia adentro de sus predios, desconociendo sus necesidades del entorno. Igualmente, no puede desconocerse que existe un bajo retorno de la inversión del Estado por parte de los egresados de las instituciones universitarias, esto puede parcialmente atribuirse a la desarticulación entre los sectores educativo, productivo, estatal y social.

1.3 Las tareas de la universidad actual: Proyección social, investigación y docencia

En el documento "*Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior*", la UNESCO², consolida el espíritu misional y funcional de la educación superior y particularmente de la formación universitaria. En efecto, la universidad tiene una tarea y ha adquirido compromisos concretos. Por una parte debe contribuir al desarrollo sostenible, a la formación de ciudadanos proactivos en el mejoramiento de la sociedad, al mantenimiento de los valores, a la consolidación de un marco de justicia de los derechos humanos y al establecimiento de la cultura de la convivencia. En consecuencia, la universidad debe ganar el derecho a opinar sobre los problemas éticos, culturales y sociales, con uso de una autonomía plena y responsable, y evadiendo una posición autista y dogmática. En su rol de extensión o proyección social, la universidad debe fortalecer sus funciones de

² Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

crítica, asumir posiciones de centro de alerta ante los cambios y aportar su contribución a la definición y al tratamiento de los problemas que afectan el bienestar de las comunidades.

En el marco de nuestra realidad nacional y como lo explicita el documento de la *UNESCO*, la pertinencia social de la universidad debería considerar, o por lo menos no ignorar,

"...reforzar sus funciones de servicio a la sociedad, y más concretamente sus actividades encaminadas a erradicar la pobreza, la intolerancia, la violencia, el analfabetismo, el hambre, el deterioro del medio ambiente y las enfermedades, principalmente mediante un planteamiento interdisciplinario y transdisciplinario para analizar los problemas y las cuestiones planteadas".

Lo anterior redundaría sin mayor duda en la conformación de una sociedad no violenta, respetuosa de la diversidad y de la que está excluida la explotación. Ahora bien, el camino para lograr lo anterior no es expedito, en el nudo de la relación de la educación superior y la sociedad, la responsabilidad social de la universidad encuentra un conjunto de discursos que procuran el desequilibrio entre la autonomía y la heteronomía universitaria. Por un lado, existe la demanda de soluciones al sector productivo, amparado por las élites y la legislación estatal y global. Por otro, se demanda una universidad para los académicos, con un rol autónomo y que eventualmente abusa de la singularidad, la escasa sensibilidad social y una crítica miope e inocua. Un tercer escenario es aquel que demanda un proyecto social con fuerte componente político e ideológico, con una crítica mordaz y desafiante al establecimiento.

Pero la proyección social de la universidad, encierra problemas complejos. El factor económico, por ejemplo, acusa el establecimiento de vínculos, más o menos estrechos, entre la ella y el sector productivo. En ese sentido, la universidad debe buscar el equilibrio, para evitar reducirse a ser formadora de mano de obra calificada o quedar marginada de los procesos de mercado, principalmente porque la economía de los Estados se ha declarado "vulnerable" a la inversión en

educación superior. Ahora bien, el sector productivo podría asumir una posición de falso mecena y eventualmente amenazar la autonomía del estamento universitario. No obstante, la universidad debe fomentar en sus educandos, el espíritu de iniciativa y la creación y recreación del mercado, lo que plantearía el reto a la docencia de formar para emprender.

Por otra parte y paralelo a esa proyección social, la institución universitaria debe liderar la promoción, la generación y la difusión del conocimiento por medio de la *investigación*. La investigación entendida como la respuesta natural y metódica del ser humano en la solución de problemas con conocimientos previos o por adquirir. Dentro de este marco, se incluye su contribución con la interpretación, la preservación y la comprensión de los contextos, locales, regionales, nacionales e internacionales de la cultura. Naturalmente es función de la educación superior incentivar la innovación, la investigación disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar.

Un tercer compromiso de la universidad es la docencia. Que necesita la reflexión sobre las estrategias y los escenarios más eficientes para facilitar los procesos pedagógicos. Si bien es cierto que la sociedad demanda de la universidad profesionales con alto perfil de formación, en las últimas décadas los informes sucesivos de las misiones sobre Educación Superior de la UNESCO, han sido contundentes en la exigencia de la incorporación de elementos de formación integral de los educandos y egresados de las universidades y demás instituciones de Educación Superior (Delors, 1996). Se redefine entonces, como propósito educativo fundamental de las instituciones educativas, la formación integral del ser humano.

De otro lado, ante una inmanejable cantidad de información y el aumento de la incertidumbre en el conocimiento, es perentorio el empleo de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la educación superior. Tal vez centrados en el estudiante, que lo afecten positivamente desde los procesos de selección hasta la graduación. Resulta necesario, optar por políticas de amplia cobertura, el establecimiento de redes y alianzas, por una renovación de los contenidos, los métodos, los medios y las prácticas pedagógicas. Debe apostarse permanentemente al cultivo de la creatividad y la competencia que lleve a la superación de la enseñanza empírica y el aprendizaje exclusivamente disciplinar,

memorístico y verbal. Para esto se requiere protagonistas, maestros y estudiantes dispuestos a asumir actitudes dinámicas, ajustadas a los nuevos roles que le plantea el enfoque educativo actual. Se trata en síntesis de la creación de un *ethos* pedagógico más real.

Las tres funciones de la universidad se articulan, se funden. Se trata de una "coextensividad natural", una condición *sine qua non*, el estamento universitario no puede sustentar su pertinencia y consolidar los valores de democracia, igualdad, autonomía que deben caracterizar la acción universitaria.

1.4 El proyecto institucional de la Universidad Industrial de Santander como respuesta a las funciones misionales

La respuesta natural y contextual de la Universidad Industrial de Santander a sus tareas de docencia, investigación y extensión se concreta en su proyecto institucional. Se trata de una bitácora que hace explícitas las políticas y estrategias para el desarrollo académico, la modernización institucional y la interacción universidad-sociedad, de conformidad con la Misión de la institución y en procura de la construcción permanente de la comunidad universitaria³. En efecto, el proyecto institucional de la Universidad Industrial de Santander, se apoya en sus fines misionales, los cuales naturalmente responden a los principios establecidos por la *UNESCO* para la educación superior, a saber: la formación integral, la investigación, la vigencia social, la flexibilidad e interdisciplinariedad, el nuevo *ethos* pedagógico y la formación permanente.

Para lograr el desarrollo de estos principios, resulta conveniente la definición de líneas de acción organizadas, por tal razón, los organismos directivos de la Universidad Industrial de Santander, consignan en el proyecto institucional las siguientes políticas, con sus respectivas estrategias para alcanzarlas: la construcción de la comunidad universitaria, la responsabilidad social, la ampliación de cobertura, la eficacia de las acciones universitarias, la política financiera, la política organizacional, la cultura de la investigación, la internacionalización, el desempeño

³ Art. 4 del Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander.

integral de los docentes, la pedagogía para la formación integral, el mejoramiento de la calidad, la pertinencia de los programas académicos y la relación permanente con los egresados.

Resulta conveniente explicitar el significado de estas políticas, que constituyen la propuesta de la Universidad a sus tareas misionales. En un primer grupo se identifican políticas que responden a la proyección social de la universidad, tales como la construcción de la comunidad universitaria a partir de la búsqueda de la identidad y el sentido de pertenencia a la institución. Se trata de un punto de partida, donde se asume que la comunidad universitaria se construye bajo la premisa: que sólo una comunidad que se autoreconoce y que se “piensa como colectivo”, puede asumir la responsabilidad social de los colectivos externos, la región, la nación y el mundo. En efecto, es responsabilidad de la Universidad Industrial de Santander, como institución universitaria de carácter estatal, proyectarse como una comunidad universitaria y afectar positivamente la existencia social de su entorno local, regional y nacional. Como estrategia central para desarrollar esta política, la universidad debe invitar al debate, a los foros y talleres que congreguen a los diferentes protagonistas de la vida universitaria para discutir el Proyecto Institucional.

Articuladas a la construcción de comunidad y la responsabilidad social, se encuentra la ampliación de la cobertura y la eficacia de las acciones universitarias. La ampliación de la cobertura, entendida como el crecimiento de la oferta y de los ciclos de profundización, así como el manejo prudente de los recursos, incluidos en esta categoría el recurso humano, bajo la acción de una coherente política financiera y organizacional.

En un segundo grupo de políticas, se identifica el establecimiento de una cultura de la investigación, con énfasis en la investigación científica, cultivada en el ejercicio de la docencia: *“En los encuentros de los docentes con los estudiantes deben ser planteadas preguntas y formulados los problemas que las disciplinas científicas deberían resolver”*⁴. Se trata entonces de incorporar, con la mayor naturalidad, el cuestionamiento ordenado y los elementos que caracterizan el pensamiento y el

⁴ Universidad Industrial de Santander. *Proyecto Institucional*. Bucaramanga: División Editorial y de Publicaciones –UIS, 2000. p.20.

obrar científico en los diferentes escenarios donde convergen docentes y estudiantes. Esto contribuiría a la creación de una comunidad con el suficiente peso específico, que en últimas se transforma en una sociedad capaz de generar conocimiento sobre su realidad y construir, con el mínimo de la intervención foránea, su futuro. La institucionalización de la cultura de la investigación se logra con la capacitación de los docentes, orientada hacia procesos de formación en los niveles más altos, además con la consolidación de grupos de investigación, participación en centros de excelencia, la organización de espacios para el intercambio con comunidades científicas de los ámbitos nacional e internacional y en la estimulación, desde el aula de clase, a los estudiantes para que incorporen la reflexión y el pensamiento científico.

Un tercer grupo, comprende las políticas adoptadas por la Universidad Industrial de Santander para el desarrollo de la docencia, tales como: la formación integral del docente, la pedagogía para la formación integral y la pertinencia de los programas académicos. Se entiende por formación integral del docente el desarrollo de sus dimensiones o potencialidades, como ser ético, pensante, social, afectivo, político, espiritual, biológico y estético. El ideal de la formación integral, el cual será tratado con más detalle en el tercer capítulo, se ha revitalizado a partir de los informes misionales de la UNESCO, en los cuales se establece que una formación integral en la educación superior, favorecería fuertemente la convivencia de la especie humana y naturalmente mejoraría la calidad de vida a escala planetaria. De modo que el docente, como modelo en los procesos educativos, debe ser el primero en desarrollar armónicamente sus potencialidades y promocionar el establecimiento de una pedagogía que permita la consolidación en el estudiante de los pilares de la educación. (Delors, 1996), (Morin, 2001).

En síntesis, la Universidad entiende su compromiso en la formación del talento humano que el país requiere, esto hace necesario el trabajo articulado de docentes motivados y competentes para cumplir su función orientadora y formadora, estudiantes comprometidos con su aprendizaje, una comunidad de egresados en constante comunicación con su *alma mater* y la disposición de recursos físicos que apoyen estas funciones.

1.5 El estatuto epistemológico de la óptica

La revisión histórica y contextual de la pertinencia de la universidad, la caracterización desde sus funciones misionales, sus principios y la dinámica de sus valores, sirven de marco para el establecimiento de los programas académicos, los cuales constituyen un punto estratégico en el desarrollo de los proyectos institucionales de educación superior. La Universidad Industrial de Santander, como institución que promueve el aseguramiento y preservación de la cultura, incluyendo en ella la cultura científica, contiene dentro de sus programas académicos, el pregrado en Física. Se trata de un programa de formación profesional en el dominio de las ciencias naturales, que se reglamenta de conformidad con las políticas ministeriales⁵. El estudio de las ciencias naturales en general y de la física en particular, resulta justificado, sin argumentos utilitaristas, porque bajo los procesos de reflexión que implica la descripción coherente de la naturaleza, se encuentran elementos formativos para el ser y particularmente del *espíritu científico* (léase, *la actividad científica*). La física como ciencia de la naturaleza responde a la curiosidad del intelecto, al deseo de describir y comprender las interacciones entre los cuerpos. En ese "afán" por describir genera el esfuerzo por la precisión, la actitud crítica, el cuestionamiento continuo, la armonía entre el fenómeno y su explicación, y la conciencia de construir un saber falible.

La respuesta a la curiosidad desde la física como ciencia natural, se produce a través de la investigación y el manejo de valores de carácter epistemológicos, como el rigor científico, la objetividad, la coherencia y la comprobación; valores éticos, como la solidaridad, el respeto a la naturaleza humana y el cuestionamiento sobre las consecuencias de los desarrollos teóricos y experimentales.

Dentro de los componentes disciplinares de la física, se encuentra explícitamente reglamentada la óptica (*Artículo (2), resolución 2769 de 2003, MEN*). Se trata de un componente disciplinar, con características teórico-prácticas que aporta las bases conceptuales y procedimentales para entender la naturaleza de la luz, sus principios físicos y su contribución a la tecnología. El objeto de estudio de la óptica tiene

⁵ Ministerio de Educación Nacional, Resolución 2769 de 2003.

relación con los paradigmas y los cuerpos teóricos que explican las interacciones de luz con la materia, apoyados en la formalidad y el rigor del lenguaje matemático y la verificación experimental. Este es el nudo del estatuto epistemológico de la óptica.

Para finalizar este apartado, resulta importante, considerar el siguiente párrafo del informe de las reflexiones del *proyecto tuning para América Latina en el área de física*⁶, en el cual se establece un marco epistemológico para la física entendida en la región y desde la región. Ciertamente se trata de una síntesis del estatuto epistemológico de la física desde la perspectiva de su desarrollo instruccional y que responde al consenso de una pequeña muestra de la comunidad de físicos latinoamericanos:

La interpretación del movimiento de los cuerpos macroscópicos de nuestra experiencia cotidiana propia de la mecánica newtoniana está en conflicto con las concepciones espontáneas de la población, cualquiera sea su cultura y su medio ambiente. En consecuencia, la comprensión de los modelos newtonianos, que constituyen la base de la Física Clásica, supone una profunda "ruptura epistemológica", empleando la famosa expresión de Bachelard. La Mecánica Cuántica lleva todavía mucho más lejos el abandono de las "formas de percepción" del conocimiento común. Por estos motivos en las últimas décadas se ha iniciado un debate profundo sobre la enseñanza de los contenidos conceptuales de esta disciplina, y en general de las ciencias experimentales, teniendo en cuenta tanto la Filosofía e Historia de las Ciencias como los hallazgos de la Psicología Cognitiva y del Desarrollo.

Sin embargo, son varias las posiciones enfrentadas, debido a la complejidad de las cuestiones y a la diversidad de perspectivas desde las cuales se afrontan. Existen acuerdos importantes entre los estudiosos del tema, por ejemplo sobre la importancia de hacer de los alumnos, individual y grupalmente, participantes activos de su propio proceso de

⁶ Informe Final del Proyecto Tuning América Latina para el área de Física. En: www.unideusto.org, a 20 de septiembre de 2006.

aprendizaje, trascendiendo las prácticas docentes tradicionales transmisivas, que consideran el conocimiento como una especie de sustancia que puede transferirse directamente desde la mente del profesor o desde el texto hasta la mente de los alumnos, sin que importe el conocimiento previo que éstos albergan. Pero no ha sido fácil que estos acuerdos sobre principios se traduzcan en propuestas de innovación en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la Física [...]

No obstante, los estudios sobre el desarrollo histórico del conocimiento físico muestran claramente que las teorías científicas no emergen directamente de la observación pura del fenómeno, sino que, como decía Einstein en una frase mil veces repetida, son creaciones libres de la inteligencia, aparte de que la observación está "cargada de teoría". De hecho, los intentos de lograr el llamado "cambio conceptual", la resolución de los conflictos entre el pensamiento común y el pensamiento científico, que enfatizan unilateralmente el trabajo independiente de los alumnos en el laboratorio y la llamada "enseñanza por descubrimiento" han sido decepcionantes. Esto no significa que sea preciso volver a (o mantenerse en) una enseñanza puramente verbal; la síntesis actual de las implicaciones para la práctica docente en Física apunta a la importancia de la dimensión experimental de la formación científica y su integración a la dimensión teórica y matemática.

Con esta sucinta revisión de la pertinencia, la normatividad, los principios y los valores de la educación superior y la reflexión del estatuto epistemológico de la física y de la óptica en particular iniciamos nuestro diseño instruccional.

2. PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE

Uno de los logros más grandes de las ciencias de la educación en el siglo XX, fue diferenciar claramente, los procesos de aprendizaje y de enseñanza, en los que se apreciaba una coextensividad, que en lugar de facilitar la caracterización y la comprensión, creaba un complejo difícil de modelar y estudiar. Actualmente se tiene claro que enseñar y aprender son actos no necesariamente correlacionados, pero que el éxito de uno se marca en la medida en que se conocen las particularidades del otro.

Proponer contenidos disciplinares con fines instruccionales, sugiere la revisión y la reflexión sobre algunos aspectos básicos del aprendizaje. En este capítulo, inicialmente se trata la evolución histórica del aprendizaje formal en la cultura occidental, se aprecia que en la dinámica cultural, las concepciones del aprendizaje han peregrinado sobre las dimensiones del cómo se adquiere la información, se interioriza el conocimiento y se produce el saber, tres momentos que definen el aprendizaje.

Las concepciones del aprendizaje son dinámicas, responden al contexto histórico-cultural, en consonancia con los modos de producción y reproducción del conocimiento, también cambian de individuo a individuo. Por eso se aborda, bajo una visión rápida, las concepciones del aprendizaje de algunos estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Industrial de Santander. Resulta importante para la mediación de los contenidos disciplinares, que el docente tenga claridad sobre las tendencias del concepto de aprendizaje que sus estudiantes manejan. Estas concepciones se pueden agrupar en categorías más o menos definidas y guardan compromisos con componentes o contenidos de carácter verbal, procedimental o actitudinal.

Finalmente se revisan los conceptos del aprendizaje según Piaget, Vigotsky y Ausubel, que sustentan las mejores descripciones sobre el cómo se adquiere el conocimiento, el rol del mediador y la forma cómo el individuo modifica su estructura cognitiva.

2.1 Historia del aprendizaje formal en la cultura occidental

La evolución del aprendizaje es tan antigua como la cultura misma. Es decir, el aprendizaje reconocido como una actividad socialmente organizada surge desde la aparición de los primeros asentamientos, cuando la domesticación de las especies necesitó el registro contable, a la vez que las urbes demandaron la transmisión, oral o escrita, de códigos de comportamiento civil, militar y religioso.

El aprendizaje formal, que involucra aprendices y maestros, encuentra su primer escenario en la cultura mesopotámica. En estrecha relación con su modo económico de producción, los pueblos del medio oriente, ven la necesidad de formar aprendices en el ejercicio contable y en la reproducción de códigos. Las "casas de las tablillas" serían la respuesta a esta necesidad, en las que el énfasis del aprendizaje radicaba en la memorización y reproducción "*irreflexiva*" de códigos transmitidos de generaciones de maestros a generaciones de aprendices (Pozo, 1989).

En la antigua Grecia, el aprendizaje continuó predominantemente memorístico y repetitivo; sin embargo en los periodos clásicos de Grecia y Roma, se aprecia un modelo diferente de aprendizaje formal. Por una parte se encontraba la formación de élites que se dedicaban a la reflexión, tal es el caso de la *Academia* de Platón; por otra se daba la formación de artesanos, cuya tarea principal era imitar el modelo que le proporcionaba su maestro.

Durante el *oscurantismo de occidente*, el modelo de aprendizaje predominante fue la aceptación, sin cuestionamiento, de dogmas religiosos que ubicaban a la especie humana en el centro del espacio-tiempo y en la cima de la escala evolutiva. El aprendizaje formal, estuvo liderado por los grupos clericales quienes se limitaban a la *aceptación, memorización y reproducción* de textos avalados por la Iglesia. La invención de la imprenta, traería cambios radicales en la cultura del aprendizaje. A diferencia de la aparición de la escritura, que no liberó la memoria humana de los procesos de aseguramiento de la tradición, la imprenta facilitaría el registro y la difusión de los textos, no sólo religiosos sino seculares. La ágil difusión de

los textos escritos, que llegaron a mentes reflexivas, permitió el *renacer de la cultura de occidente*. Durante el *renacimiento*, comienza el proceso de *descentración de la especie humana* y el concomitante declive de los sistemas de referencias privilegiados. Las ideas de los astrónomos experimentales y teóricos del medioevo, colocan nuestro planeta en una posición más modesta. En el modernismo y en los tiempos postmodernos, la teoría de la evolución nos bajaría de la cima del árbol evolutivo y posteriormente la relatividad y la probabilidad moverían la categoría certera y absoluta del espacio-tiempo. Naturalmente esta nueva cultura significó formas de aprendizaje diferentes. De los procesos de memorización de verdades absolutas, se pasó a las concepciones de un aprendizaje más crítico, con tres características básicas que se mantienen hoy muy latentes, el aprendizaje de conocimientos *descentrados, relativos* y de *poca certidumbre*. Además en el modernismo se consolidaría la *escuela*, como una institución social que permitiría asegurar la conformación de una sociedad industrializada. Este período se caracteriza por el progresivo aumento de la obligatoriedad escolar, que ha sido asumido por los sistemas educativos actuales.

En la actualidad, la disponibilidad de una copiosa cantidad de información y el desarrollo de los medios masivos de comunicación han desbordado la capacidad de memorización de los seres humanos. Se trata de un tercer momento coyuntural, como lo fue la aparición de la escritura y la invención de la imprenta, que cambia drásticamente la cultura. En efecto, estamos inmersos en la sociedad de la información, inermes y por el momento sin métodos adecuados para afrontar la avalancha de datos que constantemente nos persigue.

En esta nueva cultura del aprendizaje, el problema no es buscar la información, antes por el contrario esta nos busca a nosotros. La dificultad es cómo seleccionar la información relevante, que aumente la certidumbre, la capacidad de predicción y el control sobre nuestro entorno. Ante el "ruido" de los canales de información, las formas tradicionales del aprendizaje repetitivo, con exceso de memoria y escasa reflexión, han mostrado ser limitados. La propuesta sobre un nuevo modelo de aprendizaje debe apostar al aprendizaje continuo, alimentado de multiculturalidad, global pero inmerso en un contexto local y apoyado en la interpretación, la duda, el análisis crítico, la reflexión y la comprensión.

En esta evolución cultural, donde la concepción de aprendizaje ha evolucionado desde el ejercicio repetitivo, que hace imposible el manejo de grandes volúmenes de información hasta el conocimiento múltiple, que hace necesario concebir el aprendizaje desde otra perspectiva, se encuentra la dinámica adaptación de las concepciones del aprendizaje tanto de aprendices como de maestros.

2.2 Una visión rápida a las concepciones de aprendizaje de los estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Industrial de Santander

Los teóricos cognoscitivistas postulan que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Entendida esta estructura como la integración organizada y sinérgica que los individuos hacen a partir de objetos, hechos, conceptos y sus interrelaciones (Díaz Barriga, 2002).

Para Gagné el aprendizaje *" es un cambio en la capacidad, disposición o conducta de un ser humano que persiste pese al tiempo transcurrido y que no puede ser explicado sencillamente por procesos de crecimiento o maduración"*. Esta definición se relaciona estrechamente con la psicología experimental, donde se plantea la idea del aprendizaje como la opción del individuo de asumir una conducta diferente.

Los estudios pioneros de Saljö (1979) sobre las concepciones del aprendizaje que manejan los estudiantes, de diferentes edades y culturas, han permitido categorizar estas concepciones en: incremento de la cantidad de conocimiento, proceso de memorización y reproducción de información, adquisición de información para su posterior aplicación, abstracción de significados, un proceso de interpretación de la realidad y cambio o desarrollo personal. Las tres primeras categorías se relacionan más con una visión cuantitativa y de reproducción del conocimiento, mientras que las últimas tres describen el aprendizaje, desde una visión cualitativa y en términos de conocimiento que transforma. Por otro lado, algunos autores han indagado sobre las concepciones del aprendizaje que manejan los profesores, principalmente los universitarios, encontrando las siguientes categorías: acumulación de

información, adquisición de conceptos, desarrollos y cambios conceptuales. Resulta evidente la coincidencia en las concepciones del aprendizaje por parte de aprendices y maestros. (Tynjälä, 1997), (McCrinkle, 1995).

Un conocimiento mutuo y previo al desarrollo de cualquier asignatura, sobre las concepciones de aprendizaje que manejan los aprendices y los maestros, podría resultar altamente adecuado en el establecimiento de una buena comunicación, la implementación de estrategias didácticas y la evaluación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Por tanto, resulta práctico en el desarrollo de actividades de aprendizaje formal indagar, muy tempranamente, las diferentes concepciones que manejan los aprendices y su maestro sobre el aprendizaje. Esto conllevaría a buscar puntos de encuentro, sobre lo que puede ser alcanzado al interior de la formalidad de un curso.

Una inspección rápida sobre las concepciones de aprendizaje que manejan los estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad Industrial de Santander, corroboran estas dos tendencias. En lo que respecta a la visión cuantitativa del aprendizaje, algunos estudiantes conciben el núcleo del aprendizaje, en el acumular y adquirir, sistemáticamente o no, conocimientos y procedimientos para aplicarlos:

- o *“Adquisición de conocimientos aplicables”.*
- o *“Adquirir más conceptos y más conocimiento, que nos ayuda a entender el funcionamiento de las cosas”*
- o *“Es comprender y aplicar distintos conceptos en distintas áreas”*
- o *“Proceso mediante el cual se originan nuevos conocimientos aplicables a futuro”*

En otros se relaciona el aprendizaje con los procesos de memorización:

- o *“Almacenar todos los conocimientos y relacionarlos con la vida diaria”*

En lo que respecta a la tendencia cualitativa podemos citar algunas concepciones que privilegian el desarrollo personal:

- o *"Proceso en el cual por medio de conceptos se adquieren destrezas para salir adelante en la vida"*

Y los procesos de reinterpretación de los significados:

- o *"Apropiarse de conceptos o temáticas y manipularlos a favor de la interpretación y resolución de ciertas situaciones".*
- o *Tener bien claro un concepto sobre algo"*
- o *"Capacidad de captar y razonar"*
- o *"Es la respuesta a un proceso de enseñanza"*

Las representaciones anteriores son tomadas de la cotidianidad, no son exageradamente elaboradas y en ellas encontramos elementos comunes: El aprendizaje es entendido como un proceso y en algunos casos como una capacidad. Todas las concepciones dadas logran ubicarse en algunas de las categorías de discentes y también de docentes, mostradas en los estudios previos.

2.2 Contenidos del aprendizaje

Aunque resulta evidente que los estudiantes de educación superior manejan un concepto de aprendizaje con un sesgo hacia lo verbal y lo procedimental, el concepto de aprendizaje presenta múltiples contenidos. Siguiendo a Pozo, el espectro de los contenidos del aprendizaje, comprende: la adquisición de sucesos y conductas, el aprendizaje social, el aprendizaje verbal y el aprendizaje procedimental. Algunos de estos contenidos tienen características de aprendizaje implícito, es decir sin mayor participación de la atención consciente; otros requieren una manifestación explícita, con una fuerte participación de la conciencia. (Pozo, 1999).

2.2.1 Aprendizaje verbal y conceptual

Este es el contenido del aprendizaje que encuentra un nicho natural en la educación superior, se trata de un aprendizaje explícito, con énfasis en el *"aprender*

a saber", característico del conocimiento declarativo de principios, hechos y conceptos. En él encontramos las siguientes categorías:

- *Aprendizaje de información verbal o incorporación de hechos y datos a nuestra memoria, sin dotarle necesariamente de significado.* Se refiere a un aprendizaje netamente asociativo, manifestado en la adquisición de conocimiento sobre hechos pero que no podemos darle significado. Tomemos un ejemplo de los aspectos disciplinares de la óptica: un estudiante puede manejar información somera acerca del límite de resolución espacial de un microscopio óptico, es decir, el aprendiz puede precisar el dato, y "declarar" que el límite de resolución espacial se estima alrededor de un cuarto de micrón, sin que necesariamente comprenda, los fenómenos subyacentes a la noción del límite de resolución.
- *Aprendizaje y comprensión de conceptos que nos permiten atribuir significado a los hechos que nos encontramos, interpretándolos dentro de un marco conceptual.* Se caracteriza por la comprensión de las relaciones entre los hechos. Esa comprensión implica traducir o asimilar una información nueva a conocimientos previos y la conformación de estructuras nuevas de conocimiento. Siguiendo con el ejemplo anterior: Cuando el aprendiz revisa y reflexiona sobre los fenómenos ópticos involucrados con la resolución espacial de los instrumentos, encuentra el significado para el valor del límite de resolución espacial, no sólo del microscopio, sino de cualquier instrumento óptico.
- *Cambio conceptual o reestructuración de los conocimientos previos,* que tienen origen sobre todo en las teorías implícitas, con el fin de construir nuevas estructuras conceptuales que permitan integrar esos conocimientos anteriores con la nueva información. Ejemplo: supongamos que nuestro aprendiz maneja los conceptos de la microscopía óptica clásica, que en término de resolución exhibe un límite, es decir una distancia mínima a la cual deben encontrarse dos puntos para obtener su imagen de manera separada. Si eventualmente, el individuo se enfrenta al paradigma de la microscopía óptica en campo cercano, estará ante una red de conceptos, en los que sus estructuras cognoscitivas previas sobre la microscopía óptica clásica, no tiene elementos

para explicar la inexistencia de la noción de límite de resolución, en consecuencia el aprendiz debe reestructurar sus conocimientos previos.

2.2.2 Aprendizaje de procedimientos

Se refiere al "*aprender a hacer*" y el desarrollo estratégico de nuestras habilidades para realizar cosas concretas. Este tipo de contenido desde la perspectiva de Pozo contempla las siguientes categorías:

- *Aprendizaje de técnicas o secuencias de acciones realizadas de modo rutinario con el fin de alcanzar siempre el mismo objetivo.* Por ejemplo: La observación de objetos mediante un microscopio compuesto, requiere operaciones más o menos rutinarias.
- *Aprendizajes de estrategias para planificar, tomar decisiones y controlar la aplicación de las técnicas para adaptarlas a las necesidades específicas de cada tarea.* El aprendizaje de estrategias se hace importante ante situaciones nuevas o muy complejas. Las estrategias van más allá de los procesos asociativos, implican una reflexión sobre la técnica. Siguiendo con el ejemplo del microscopista El manejo adecuado del microscopio compuesto requiere, con el fin de obtener óptimos desempeños, la destreza y la reflexión sobre cada una de las etapas de la observación: preparación de la muestra, iluminación, inmersión, etc.
- *Aprendizaje de estrategias de aprendizaje o de control sobre nuestros propios procesos de aprendizaje.* En esta categoría, se aprende a controlar y regular los procesos cognitivos, así como habituarse a reflexionar sobre su propio conocimiento, es decir a ejercitar la *metacognición*. Ejemplo: El microscopista que se enfrenta a la exploración de estructuras y muestras desconocidas, reflexiona sobre su técnica y propende estratégicamente por afrontar la nueva situación. Explora nuevas formas de tinción, de corte, de iluminación y compara los procedimientos nuevos con los antiguos.

2.2.3 Aprendizaje social y de conductas

Se relaciona con la adquisición de pautas de comportamiento social. Se encuentra estrechamente relacionado con el "aprender a ser" y "*aprender a convivir*", se hace explícito en el aprendizaje de normas, valores y actitudes. Comprende los siguientes elementos:

- *El aprendizaje de habilidades sociales y conductas propias de la cultura.* Se trata de las habilidades sociales, las pautas de interacción o cortejo social. Ejemplo: el aprendizaje de protocolos.
- *Adquisición de actitudes o tendencias a comportarse de una forma determinada en presencia de ciertas situaciones o personas.* Los grupos sociales y las diferencias individuales pueden determinar nuestras actitudes ante las personas, los hechos. Ejemplo: Aprendemos a utilizar un lenguaje con diferente grado de precisión ante diferentes escenarios. Somos coloquiales en ambientes familiares y rigurosos en ambientes académicos.

2.3 Tipos y situaciones de aprendizaje

En las élites de la *Academia* griega se originaron dos enfoques encontrados sobre la forma como el individuo adquiere el conocimiento, se trata del cuestionamiento seminal sobre ¿cómo aprendemos?. Mientras el *racionalismo* de Platón, de las ideas y las nociones innatas en el ser, restaba importancia al aprendizaje, su discípulo Aristóteles, reflexionaba sobre las bases del *empirismo*, una de las teorías más persistentes, que ofrecía gran peso a la experiencia sensible como origen del conocimiento.

El empirismo se constituye en el germen del conductismo y del asociacionismo conductual, teorías según las cuales aprendemos por la repetición y la asociación de lo semejante, de lo diferente y de lo secuencial. Es decir, aprendemos por la búsqueda de regularidades en el entorno, asociando los estímulos y las respuestas. Esta teoría de aprendizaje, que realmente es un conjunto no homogéneo de concepciones sobre el aprendizaje, se apoya en dos principios que han mostrado

ser argumentos miopes en la completa descripción del aprendizaje, no sólo de los humanos sino de otras especies: la *equipotencialidad* (todos aprendemos de la misma forma incluso siendo de especies diferentes) y la *correspondencia* (nuestro conocimiento es un reflejo de la realidad).

Las corrientes racionalistas y empiristas consolidaron diversas teorías del aprendizaje, que han suscitado todo tipo de controversia sobre el modo en que los individuos adquieren el conocimiento y sobre la forma en que el conocimiento es incorporado en la estructura cognitiva del aprendiz, en estas teorías descuellan: la teoría de la equilibración de Piaget, el aprendizaje socio-cultural de Vigotsky y el aprendizaje significativo de Ausubel. A la pregunta seminal sobre el ¿cómo aprendemos?, la psicología del aprendizaje tiene algunas respuestas que concilian diferentes enfoques: aprendemos por imitación, por repetición, por prueba y error, por una alta motivación, porque la nueva información adquiere un significado al relacionarse con nuestra experiencia y estructura cognitiva y porque tenemos una estructura neurobiológica organizada que potencialmente puede desempeñar funciones cognitivas y operaciones mentales, tales como: percibir, identificar, discernir, precisar, comprender, interpretar, codificar, clasificar, definir un problema, comparar, analizar, sintetizar, emitir juicios, decodificar y comunicar.

2.3.1 La teoría de aprendizaje de Piaget

Para Piaget, el aprendizaje en *sentido estricto* tiene que ver con la adquisición de información específica del medio y en *sentido amplio*, se relaciona con el progreso o reorganización de las estructuras cognitivas a través de procesos de equilibración. De hecho, la adquisición de información específica del medio está subordinada a las estructuras cognitivas generales.

El núcleo de la teoría del aprendizaje de Piaget radica en considerar el comportamiento y el aprendizaje humano en términos de equilibrio. El aprendizaje se origina cuando tiene lugar un desequilibrio o un conflicto cognitivo entre dos procesos concomitantes: la *asimilación* y la *acomodación*. La asimilación de acuerdo a Piaget "... es la integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el organismo". Se trata de la interpretación que hace

el organismo de la información que proviene del medio, en función de sus esquemas o estructuras conceptuales disponibles. Según este enfoque, el mundo carece de significados propios y los sujetos le proporcionan significados particulares.

Ahora bien, si el conocimiento se basara sólo en la asimilación, viviríamos en un mundo de fantasías. Esto necesariamente lleva a la definición de un segundo proceso, la *acomodación*, definida por Piaget como: "*cualquier modificación de un esquema asimilador o de una estructura, modificación causada por los elementos que se asimilan*". Es decir, la acomodación es la adecuación de los conceptos del sujeto a las características del mundo. La tendencia al equilibrio de esos dos procesos, la asimilación y la acomodación produce aprendizaje.

Uno de los modelos utilizados por Piaget para explicar el proceso de equilibración consiste en la creación de niveles que crecen en complejidad:

- a. En el primer nivel, los esquemas que posee el sujeto deben estar en equilibrio con los objetos que asimilan. Si no existe el ajuste entre las predicciones del sujeto y los acontecimientos externos se produce el desequilibrio.
- b. En el segundo nivel debe existir un equilibrio entre los diversos esquemas del sujeto, los cuales deben asimilarse y acomodarse recíprocamente.
- c. El tercer nivel, lo constituye la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados. Se trata de una acomodación de los esquemas y por tanto de un progreso en la estructura cognitiva. El rompimiento del equilibrio en cualquiera de los tres niveles, lleva al *conflicto cognitivo*. En la búsqueda del nuevo equilibrio, el individuo investiga, se cuestiona, plantea interrogantes, descubre, etc. y llega al conocimiento y la toma de conciencia.

2.3.2 La teoría de aprendizaje de Vigotsky

La base de la teoría del aprendizaje de Lev Vigotsky reside en el concepto de *ciclo de actividad*, es decir, el ser humano no sólo responde a los estímulos, sino que a

partir de las respuestas establece un *lazo* que permite transformarlos mediante el uso de *instrumentos mediáticos* proporcionados por la cultura. Los instrumentos mediáticos son de dos tipos: Las *herramientas*, que actúan directamente sobre los estímulos y los *signos* que modifican al propio sujeto y a través de éstos a los estímulos.

Para Vigotsky, el conocimiento, es decir el significado, se genera en un proceso de *internalización* o transformación de las *acciones externas*, con dos momentos bien marcados. Inicialmente el objeto es considerado a nivel del intercambio social o interpersonal y posteriormente es *reconstruido* en el interior del sujeto en el llamado nivel intrapersonal. En el ser todo conocimiento se genera inicialmente en su relación con el medio y luego en su interior. Estos dos momentos constituyen la ley de Vigotsky sobre la genética general del desarrollo cultural: "*cada función en el desarrollo cultural del aprendiz aparece dos veces: primero, en el nivel social y luego, en el nivel individual; primero entre personas y luego dentro del individuo*". (Karasavvidis, 2000).

Además de los anteriores conceptos propuestos por Vigotsky, vale la pena resaltar el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) o proximal, que cobra especial importancia en la educación, pues sirve de fundamento a la mediación que realiza el maestro en el aula. Vigotsky reconoce que el potencial del aprendizaje del estudiante puede valorarse a través de la ZDP, entendida como el segmento cognitivo con un límite inferior dado por el nivel de ejecución que logra el aprendiz trabajando en forma independiente o sin ayuda, y un límite superior al que el alumno puede acceder con un docente capacitado. En ese sentido la ZDP, permite ubicar el papel del docente y la naturaleza intrapersonal del aprendizaje. (Díaz Barriga, 2002).

2.3.3 El aprendizaje significativo

Siguiendo a Díaz Barriga y Hernández, "el aprendizaje significativo es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes". (Díaz Barriga, 2002). El aprendizaje significativo reestructura esquemas de conocimiento

en cuanto la nueva información se relaciona coherentemente con los contenidos y las experiencias previas de los individuos. Esta relación coherente demanda organización y adaptación a las capacidades de los estudiantes.

Los materiales simbólicos, los elementos culturales y los objetos, exhiben un significado *potencial o lógico*, el cual se debe exclusivamente a su naturaleza. Este significado potencial, logra convertirse en significado *real o psicológico*, cuando se estructura como un contenido nuevo dentro del sujeto. Dicho de otro modo, el material es tan sólo potencialmente significativo y encuentra significado en la actitud favorable y la funcionalidad que el aprendiz le proporcione al conocimiento.

En las concepciones del aprendizaje, según Ausubel, se hacen evidentes dos dimensiones: una dimensión se refiere al *modo en que se adquiere la información* y la otra dimensión a la forma en que el *conocimiento es subsecuentemente incorporado en la estructura cognitiva del aprendiz*. De acuerdo a estas dos dimensiones, la información puede ser adquirida por recepción o por descubrimiento; A su vez, la incorporación a la estructura de conocimientos previos, puede resultar en aprendizaje significativo o repetitivo. Esto genera las siguientes situaciones de aprendizaje:

- Recepción repetitiva
- Recepción significativa
- Descubrimiento repetitivo
- Descubrimiento significativo

En orden de complejidad el descubrimiento significativo proporcionaría los más altos beneficios al aprendizaje formal, no obstante, en nuestro sistema de educación superior y debido al manejo de un volumen considerable de contenidos se privilegia al aprendizaje por recepción significativa.

La interrelación entre la nueva información y las ideas previas se produce en un continuo, sin embargo pueden marcarse algunas fases, que los expertos han denominado fase inicial, intermedia y final.

En la fase inicial del aprendizaje significativo, el aprendiz *identifica* hechos o partes de información que mantiene aislados, sin conexión conceptual. Además utiliza los esquemas preexistentes y *memoriza* aspectos concretos de la nueva información. Gradualmente el aprendiz va formando una visión globalizadora del material que va a aprender.

La fase intermedia se caracteriza por la formación de estructuras a partir de las piezas de información aislada. Se da paso a una *comprensión* más profunda de los contenidos, la cual se hace evidente en el establecimiento de semejanzas y diferencias, en la construcción de esquemas y el empleo de estrategias de procesamiento más elaboradas.

En la fase final se produce la mayor integración de estructuras y esquemas cognitivos, con un nivel alto de autonomía. Esto permite un menor control consciente y por tanto con menor esfuerzo. En esta fase, el aprendizaje que ocurre consiste en: acumulación de nuevos hechos a los esquemas preexistentes (dominio) y en el incremento en los niveles de interrelación entre los esquemas.

El conocimiento de estas fases permite establecer una serie de principios para la mediación o instrucción, a saber: (Según Díaz Barriga y Hernández)

- El aprendizaje se facilita cuando los contenidos se le presentan al estudiante, organizados de manera conveniente y siguen una secuencia lógica y psicológica apropiada.
- Es conveniente delimitar intencionalidades y contenidos de aprendizaje en una progresión continua que respete niveles de inclusividad, abstracción y generalidad.
- La activación de los conocimientos y experiencias previos que posee el aprendiz en su estructura cognitiva, facilitará los procesos de aprendizaje significativo de nuevos materiales de estudio.
- El establecimiento de "puentes cognitivos" (conceptos e ideas generales que permiten enlazar la estructura cognitiva con el material por aprender) pueden orientar al alumno a detectar las ideas fundamentales, a organizarlas e integrarlas significativamente.

- Los contenidos aprendidos significativamente serán más estables, menos vulnerables al olvido y permitirán la transferencia de lo aprendido, sobre todo si se trata de conceptos generales e integradores.
- Puesto que el alumno en su proceso de aprendizaje, y mediante ciertos mecanismos autorregulatorios, puede llegar a controlar eficazmente el ritmo, secuencia y profundidad de sus conductas y procesos de estudio, una de las tareas principales del docente es estimular la motivación y participación activa del sujeto y aumentar la significatividad potencial de los materiales académicos.

2.4 Principios que regulan el aprendizaje

La dinámica del aprendizaje se encuentra regulada por ciertas condiciones que señalan puntos de partida, desarrollo y propósitos, entre ellas encontramos: integralidad y diversidad, ritmo y gradualidad, lúdica y esfuerzo, interacción y organización, autonomía y cooperación, respeto y afecto. (Montenegro, 2003).

Conviene que los procesos de aprendizaje sean integrales y sinérgicos, evitando la información fragmentada y descontextualizada. Al mismo tiempo se sugiere la diversidad metodológica, que permita mantener la motivación del aprendiz en el proceso. Por su parte, el ritmo y la gradualidad implican que el aprendizaje requiere la promoción desde lo simple hasta lo complejo; desde lo fácil hasta lo difícil, con la regulación suficiente para pasar oportunamente de una situación a otra.

Un auténtico proceso de aprendizaje requiere el equilibrio entre la lúdica y el esfuerzo, se aprende lo que se realiza con agrado. Naturalmente algunas actividades cognitivas, necesitan concentración y tolerancia, esto significa esfuerzo. Ahora bien, la participación individual o colectiva y de manera organizada, es un requisito indispensable para concretar los procesos de aprendizaje. Se trata de la oportunidad de interacción entre el maestro y el aprendiz.

El manejo de grandes volúmenes de información necesita una dosis de autonomía en el aprendiz para desarrollar los procesos de aprendizaje por sí mismo, al mismo tiempo es imprescindible crear un clima de cooperación como complemento a la autonomía.

Finalmente, un par de principios fundamentales para el aprendizaje, lo constituyen el respeto y el afecto. El aprendizaje formal, de aprendices y maestros, parte del reconocimiento y el buen trato del otro.

Hemos visto en este capítulo que el aprendizaje instruccional o formal, es un proceso complejo, con un marco histórico muy dinámico, que obedece a factores de diversa índole, generados en el individuo, en la especie y en la cultura. En la relación del individuo y su contexto, se adquiere una noción de aprendizaje y una forma de aprender, tan singular como su "huella digital". No obstante existen esfuerzos, de la psicología y la biología, para categorizar los tipos y los contenidos del aprendizaje, lo cual en últimas, pretende arrojar herramientas que faciliten las dificultades de los procesos de instrucción y mediación de los contenidos disciplinares de las asignaturas.

3. FORMACIÓN INTEGRAL Y CURRÍCULO

En este capítulo se presentan las características de la formación integral, que ha sido adoptada por la Educación Superior como un elemento básico para construir una propuesta curricular. Inicialmente se muestra el concepto de formación integral, atendiendo a referentes universales y luego se esboza la percepción que la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander tiene sobre este esquema educativo, se trata de un breve diagnóstico, el cual nos permite derivar algunos juicios. Posteriormente se articula el concepto de formación integral y currículo. Finalmente se contextualiza la óptica en el plan de estudios de Física de la Universidad Industrial de Santander, mediante la explicación de sus propósitos, sus implicaciones en el perfil y en el logro de las competencias cognitivas y actitudinales del egresado.

3.1 Una visión sobre cómo la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander concibe la formación integral

La reflexión sobre la posibilidad de distinguir en la formación integral una alternativa para la búsqueda de seres humanos más coherentes con su entorno y consigo mismo, es el objeto de estudio de esta sección. Para esto, se reconstruye el concepto de formación integral, se mencionan sus principios universales, y el marco legal que ofrece el Estado colombiano a este modelo de formación. Este propósito constitucional se consuma en los proyectos educativos institucionales (PEI) y las misiones de las diferentes entidades educativas de todos los niveles. Finalmente se realiza un diagnóstico breve, sobre la concepción de formación integral en la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.

3.1.1 Construcción del concepto de formación integral

En el informe final de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, en un aparte de *La Proclama, por un país al alcance de los niños*, reza:

Creemos que las condiciones están dadas como nunca para el cambio social, y que la educación será su órgano maestro. Una educación desde la cuna hasta la tumba, inconforme y reflexiva, que nos inspire un nuevo modo de pensar y nos incite a descubrir quiénes somos en una sociedad que se quiera más a así misma. Que aproveche al máximo nuestra creatividad inagotable y conciba una ética – y tal vez una estética- para nuestro afán desaforado y legítimo de superación personal⁷.

Se trata de una buena síntesis y una recomendación perpetua al establecimiento educativo colombiano, para que se mire desde otra perspectiva y adopte elementos que apunten a una formación integral. La *UNESCO*⁸, el máximo organismo gestor de la educación, reconoce un marco universal, que proporciona identidad al concepto de formación integral y la asume como uno de los cuatro requisitos que asegura la calidad del egresado de la educación superior. Los otros tres requisitos son: el humanismo científico, el desarrollo de la creatividad y la responsabilidad social (Arias, 1998). En sucesivos informes de comisiones, este organismo ha promovido la práctica de una educación para un *“hombre completo durante toda su vida”*, inspirada en el *“aprender a ser”*, *“aprender a convivir”*, *“aprender a saber”* y *“aprender a hacer”*, que constituyen los cuatro pilares de la educación (Delors, 1996). En el mismo sentido, la *UNESCO* ha propuesto saberes primarios sobre la condición humana, la ética, la identidad terrenal, la comprensión, el conocimiento pertinente y el enfrentamiento a la incertidumbre (Morin, 2001). Además de proporcionar un carácter universal al concepto de formación integral,

⁷ Misión de Ciencia Educación y Desarrollo, Colombia: Al filo de la oportunidad, Informe Conjunto. Mesa Redonda No. 22. Magisterio, Bogotá: 1998. p.p 22.

⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura.

la promociona en escenarios "naturales" del género humano como lo son la familia, la escuela y el estado.

La Constitución colombiana de 1991 en su artículo 67, establece el carácter integral de la educación,

Corresponde al estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos [...]. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia y en la práctica del trabajo

Este mandato constitucional se explicita en la *Ley General de Educación*. En efecto, el Estado colombiano establece el marco legal para la concepción integral de la persona humana en el artículo primero de la Ley 115 de 1994⁹, "*La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes*".

Particularmente la Ley 30 de 1992¹⁰, ley por la cual se organiza la Educación Superior, en su artículo primero, define la formación integral, como principio generador de los procesos de educación superior.

La educación superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional.

Actuando bajo este marco legal, la Universidad, como órgano vital del sistema de educación superior, debe promover desde su misión y su proyecto institucional la formación integral de sus educandos.

⁹ Ley 115 de 1994. Diario Oficial No. 41214, 8 de febrero de 1994.

¹⁰ Ley 30 de 1992. Diario Oficial No. 40700, 29 de diciembre de 1992.

Hemos mostrado en los párrafos anteriores, elementos que apoyan el tipo de educación que tiene como horizonte la formación integral, desde los principios universales de la *UNESCO* hasta los predios misionales de la educación superior colombiana. Sin embargo, la búsqueda del ser humano integral, a través de la *educación*, no es nada nuevo. En todas las culturas, incluso en las más primitivas, se aprecia el interés por la búsqueda de la armonía del individuo en diferentes ámbitos y contextos, lo personal y lo social, lo espiritual y lo sensorial, el autoconocimiento y el reconocimiento del entorno. Podría afirmarse que la concepción de un ser humano integral ha cambiado poco en la historia, pese a las diferentes concepciones que de éste pueda tenerse. Resulta entonces importante ampliar un poco algunas definiciones sobre formación integral y sobre los componentes o dimensiones que constituyen el ser humano.

En efecto, la formación integral del ser humano es un imaginario que pretende concretarse mediante el desarrollo continuo y coherente de sus dimensiones. Se entiende por dimensión la capacidad, la potencialidad ó la característica que permite articular al individuo con su entorno (su contexto), en lo ético, lo afectivo, lo cognitivo, lo socio-político, lo corporal, lo comunicativo, lo estético y lo espiritual. Es un imaginario en el sentido de lo abstracto y complejo en que se constituye la consecución de su plena realización (Acodesi, 2003).

¿Por qué fragmentar el ser humano en dimensiones y luego intentar reconstruirlo desde la educación? La tesis de Morin sobre la complejidad (Morin, 2003), define el ser humano como un " *tejido tupido de sujetos antagónicos: Sapiens-Demens; Faber-Ludens; Empriricus-Imaginaris; Economicus-Consumans; Prosaicus-Poeticus*". A esta urdimbre la llamó *Homo Complexus*. Ahora bien, un sujeto complejo demanda un estudio en contextos integrales; pero teorizar sobre hipotéticas dimensiones, eventualmente contribuye a su mejor comprensión y a facilitar su estudio; eso justifica el estudio por separado de las dimensiones. De hecho no existe una taxonomía única para definir las dimensiones, algunos autores conciben las siguientes: ética, espiritual, cognitiva, socio-política, comunicativa, afectiva, estética y corporal. A continuación se proporcionan algunas definiciones de las dimensiones anteriormente mencionadas.

La dimensión ética, se relaciona con la capacidad del ser humano de tomar decisiones, asumiendo la responsabilidad de los actos mediante la conciencia de las acciones y el hacer parte de aquello sobre lo cual se actúa, en consonancia con los principios que orientan su vida y los provenientes de su ambiente socio-cultural. Esta dimensión se concreta a través de procesos de desarrollo moral, la formación de valores y el desarrollo de la autonomía.

Por su parte, la dimensión espiritual, consiste en generar vínculos y *actividad* con la sociedad, la especie y el universo, comprendiendo la ubicación en cada uno de estos escenarios. La espiritualidad implica procesos de trascendencia, solidaridad, respeto al rito y a la creencia.

La dimensión cognitiva, se define como el conjunto de potencialidades del ser humano que le permiten entender, captar, construir y hacer uso de la comprensión, que sobre la realidad de los objetos y la realidad social ha generado el hombre, en su interacción consigo mismo y con su entorno y que le posibilitan transformaciones constantes.

En lo que concierne a la dimensión socio-política, podemos definirla como la capacidad del ser humano de vivir “entre” y “con” otros, para llevar a cabo procesos de convivencia, de tal manera que pueda transformarse y transformar el entorno socio-cultural en que está inmerso. En lo que atañe a la dimensión comunicativa, se relaciona con el conjunto de potencialidades del sujeto que le permiten la construcción y transformación de sí mismo y del mundo a través de la representación de significados, su interpretación y la interacción con otros.

La dimensión estética, constituye el componente sensible, que le permite al ser apreciar la belleza y expresar su mundo interior de forma inteligible y comunicable, apelando a la sensación y sus efectos. A su vez, la dimensión afectiva, se relaciona con las manifestaciones de emociones y sentimientos del individuo consigo mismo y con los demás. Finalmente la dimensión corporal, se entiende como la capacidad del ser humano de manifestarse a sí mismo desde su cuerpo y con su cuerpo, de reconocer al otro y ser presencia para éste.

Apoyado en estas definiciones se ha desarrollado el siguiente diagnóstico sobre cómo se concibe la formación integral en la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.

3.1.2 Breve diagnóstico

Una revisión al desarrollo explícito de las dimensiones del ser humano con miras a una *formación integral* en la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander, podría resultar un ejercicio complicado y naturalmente con gran contenido subjetivo. Parcialmente el carácter subjetivo se origina en la falta de uniformidad con que se entiende la formación integral. Como anotamos anteriormente, la educación superior concibe como propósito y a la vez como principio la formación “completa” del ser humano. Naturalmente la Universidad Industrial de Santander, en su misión institucional puntualiza el énfasis sobre “[...]la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional[...]”¹¹, este propósito institucional permea la actividad académica y la vivencia en sus diferentes escuelas. La escuela de Física, obviamente propende por el logro de este aspecto misional e incorpora, aunque no de manera uniforme estrategias de desarrollo de las diferentes dimensiones del ser humano.

Sobre la reflexión en lo ético, la Escuela de Física de la UIS, dispone de la asignatura ÉTICA, que introduce a sus estudiantes en el cuestionamiento sobre sus costumbres profesionales. Desafortunadamente no se explicita una comprensión de lo ético en un sentido más amplio, como lo es el uso de la libertad y su manejo en el ambiente socio-cultural, pero se sobreentiende que el fin último es conducir a esto. Por otro lado y como seguramente sucede en muchas escuelas o departamentos de física del mundo, no existe en su pénsum cátedra del “liderazgo” ni “servicio comunitario”, que promueva en el futuro físico el desarrollo de su quehacer político, social y la proyección a su comunidad. Sin embargo, no debe olvidarse el fuerte compromiso en la formación humanística que se debe ofrecer al futuro profesional

¹¹ Misión de la Universidad Industrial de Santander

de la física, si pensamos en que uno de los más seguros campos de acción del físico se encuentra en la actividad docente.

La dimensión cognitiva constituye, sin lugar a dudas, la de más alto desarrollo. Aunque resulta sesgado, es cierto que el mayor esfuerzo de los miembros de la escuela, estudiantes y profesores, persigue la generación y adecuación de conocimientos, el desarrollo de los procesos mentales de reflexión y razón, y la reinterpretación de la cultura; los cuales también son misión institucional. Se aprecia una constante e infatigable búsqueda por la "excelencia académica", materializada en la selección de sus docentes, en la preocupación por la consolidación de sus centros y grupos de investigación y por el cultivo del talento intelectual en sus educandos. Al lado del desarrollo de la generación del conocimiento, el físico establece relaciones estéticas, una estética particular que plasma su visión crítica del universo.

El desarrollo de lo comunicativo es esencial y cobra especial interés en el desarrollo del lenguaje oral y escrito, incluyendo las herramientas numéricas, como forma particular de facilitar el resultado de los procesos de reflexión e investigación disciplinar. La escuela intenta el desarrollo de lo comunicativo, principalmente desde el plan de asignaturas, creando espacios para el cultivo de la lengua materna y en lo posible el ejercicio de la redacción oral y escrita. Naturalmente el establecimiento de los indicadores de logro del desarrollo de esta dimensión, y probablemente de otras dimensiones, no es muy claro.

3.1.3 Algunos juicios derivados del diagnóstico

Del diagnóstico anterior sería interesante analizar lo siguiente: En la dimensión socio-política es posible apostarle a la formación de físicos con amplio sentido crítico y de mayor liderazgo con su entorno. El sentido agudo de la reflexión y la crítica a la naturaleza, podría aprovecharse en la formación de estudiantes que actúen activamente en la crítica social. Que desarrollen un amplio sentido de pertenencia dentro de sus comunidades y al mismo tiempo asuma actitudes de liderazgo.

Si pensamos en físicos docentes la dimensión comunicativa y afectiva es importante para ubicarse en el contexto interpersonal que requiere la enseñanza. La práctica docente, se enmarca netamente en el plano de lo humano. Se necesita un lenguaje especial, que supera lo meramente simbólico. El físico, con intenciones de desarrollarse como un futuro docente, debe ser consciente del desarrollo de su parte afectiva y comunicativa, como dimensiones que lo ayudan a construirse desde él y con el otro.

Este diagnóstico con seguridad no contempla todos los esfuerzos institucionales que son realizados en este tema. Pero refleja algunos puntos que pueden comenzar a trabajarse y articularse con el proyecto educativo institucional. Es una realidad que la Universidad trabaja fuertemente en la consecución de espacios que superen la academia y el afán profesionalizante. Es ardua la tarea para hacer eco a la recomendación de los consejeros de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, buscar "*...una sociedad que se quiera más a sí misma...*"

3.2 Planeamiento curricular

Ante la demanda del entorno en materia de formación, el establecimiento educativo presenta el *currículum* o currículo como su propuesta educativa. Para la educación superior y en particular para la universidad, el currículo se muestra como un canal a través del cual se intercambian códigos con los contextos, facilitando las funciones de docencia, investigación y proyección social. Con el propósito de comprender el papel que desempeña el currículo en la misión formativa del establecimiento universitario, conviene revisar el concepto a través de algunas definiciones de currículo.

En el ámbito educativo lo relativo al currículo no ha tenido una connotación homogénea a lo largo de la historia (López, 1996). Desde su aparición alrededor de 1582 en la universidad de Leiden hasta 1930, la palabra currículo se refiere de manera exclusiva al plan de estudios ofrecido por las instituciones educativas de todos los niveles. Hacia los años cuarenta, el currículo incluye un conjunto de

actividades desarrolladas dentro y fuera de la institución educativa. Más recientemente el término ha sido empleado para designar aspectos del macro y microcontexto educativo, a saber: planes de estudio, procesos, sistemas, estructuras, fusionándose en algunos casos con el concepto mismo de educación.

En el marco normativo nacional, en el artículo 76 de la *Ley General de Educación*, se define el currículo de la siguiente manera:

Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural, nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional.

Se presentan a continuación algunas definiciones que apoyan la naturaleza polisémica del currículo (López, 1996).

Según A. Magedzon, currículo es el *“proceso mediante el cual se selecciona, organiza y distribuye la cultura que debe ser aprehendida”*.

Para Bernstein (1981), currículo es *“lo que es legítimo saber”*.

“Currículo son todas las actividades, experiencias, materiales, métodos de enseñanza y otros medios empleados por el profesor o considerados por él, en el sentido de alcanzar los fines de la educación” (Sperb, 1976)

Según Stenhouse (1975), currículo, *“Es un intento de comunicar los principios esenciales de una propuesta educativa, de tal forma que quede abierta al escrutinio crítico y pueda ser traducida efectivamente a la práctica”* .

“Currículo es todo lo que acontece en la vida del alumno, en la vida de sus padres y de sus profesores” (Caswell, 1975)

En pleno acuerdo con el discurso de formación integral, lafrancesco introduce una detallada definición de currículo (Maldonado, 2003).

Currículo es el conjunto de los principios antropológico, axiológico, formativo, ontológico, epistemológico, sociológico, psicopedagógico, didáctico, administrativo y evaluativo que inspiran los propósitos y procesos de formación integral (individual y sociocultural) de los educandos [...] Y los medios que se vale para – desde estos principios- lograr la formación integral de los educandos, entre ellos: la gestión estratégica y estructura organizacional escolar, los planes de estudio, los programas y contenidos de la enseñanza, las estrategias didácticas y metodológicas para facilitar los procesos del aprendizaje, los espacios y tiempos para la animación escolar y el desarrollo de los procesos de formación de las dimensiones espiritual, cognoscitiva-cognitiva-intelectiva-socio-afectiva-psico-biológica y expresiva-comunicativa, los proyectos uni-multi-trans e interdisciplinarios- que favorecen el desarrollo individual y socio-cultural, los criterios e indicadores evaluativos a todo proceso-proyecto-actividad-resultado, los agentes educativos que intervienen como estamentos de la comunidad escolar-educativa-eclesial-local-regional, los contextos endógenos y exógenos situacionales, los recursos locativos-materiales-instrumentales y de apoyo docente y los procesos y métodos de rediseño a todo nivel .

Las definiciones anteriores encierran diferente énfasis de escolaridad, en el sentido del mayor o menor grado de dependencia de lo curricular con lo institucional e implican lazos con diferentes tendencias o perspectivas curriculares.

Son diversas las tendencias en la interpretación del currículo, entre ellas encontramos: la tendencia academicista, la experiencial, la tecnológica, la práctica y las tendencias híbridas, en las cuales se articulan varias de las mencionadas (Malagón, 2005). Un currículo academicista se centra en los contenidos de estudio y se concreta en los planes de asignaturas. Se trata de una tendencia ancestral, heredada directamente del medioevo, cuando el núcleo de la formación profesional se concentraba en los contenidos del *trivium* (gramática,

retórica y dialéctica) y el *cuadrivium* (aritmética, música, astronomía y geometría). Esta tendencia ocupa aún un espacio privilegiado en nuestro sistema educativo. Esto se hace evidente en la importancia que las instituciones educativas le asignan al listado de asignaturas y sus respectivos créditos.

La tendencia experiencial traslada el énfasis del currículo hacia el estudiante. Esto desplaza el protagonismo de las listas de asignaturas y da espacios más amplios para la reflexión e incorporación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje. En este enfoque la educación del estudiante atiende los saberes académicos, sus necesidades e incorpora elementos de formación integral.

La incorporación de los modelos empresariales en el sistema educativo, condujo a una visión tecnológica del currículo. La tendencia tecnológica del currículo, ve en la educación la etapa preparatoria para el mercado y los medios de producción. Naturalmente esta tendencia opta por el énfasis en asignaturas y en el alcance de los objetivos propuestos. El núcleo de esta estrategia curricular reside en aumentar la eficiencia del binomio medio-fines, concibiendo el currículo como un plan de aprendizaje.

La tendencia práctica del currículo, considera que debido al carácter experiencial de los procesos educativos, el currículo requiere además de discursos teóricos, un suplemento de carácter eminentemente práctico, que aproxime las acciones reales de los estudiantes, de los profesores y los problemas de las instituciones y su entorno.

3.3 El concepto de competencias y el diseño curricular basado en competencias

A finales del siglo XX apareció en el ámbito educativo internacional la noción de *competencia*. Se trata de una noción gestada en la lingüística y en la psicología, que en lo relativo a la escolaridad, traslada la formación con énfasis en los contenidos, a la posibilidad de desarrollar "capacidades latentes" en los educandos. Creemos que un currículo que propende por la formación integral del ser y la construcción de competencias, son dos piezas conexas del complicado

rompecabezas del proceso educativo. Por un lado, la formación integral requiere actuaciones contextuales de las dimensiones y viceversa, el desarrollo de competencias, que en cierta medida son actuaciones contextuales, necesita una formación integral.

Para acercarnos un poco a esta aseveración resulta conveniente elaborar la noción de competencia, la cual es compleja y polisémica. Las competencias pueden ser entendidas como conocimiento implícito, “[...] Chomsky propone la competencia como conocimiento que actúa, de carácter innato; es decir, que uno tendría una especie de *a priori* que le posibilita acercarse al mundo [...]” (De Zubiría, 2004) . Pero también son concebidas como: “Saber hacer en contexto, es decir, el conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumplen con las exigencias específicas del mismo” (ICFES-Pardo, 1999)¹², (Tobón, 2006). Una tercera definición y que resulta adecuada para nuestros propósitos, relaciona la competencia “*como aquellos patrones de comportamiento que los seres humanos necesitamos para poder subsistir y actuar con éxito en cualquier escenario de la vida*”. (Montenegro, 2003:15). Es decir las competencias, pueden entenderse como una síntesis de los saberes de la educación: el saber hacer las cosas y el saber actuar, comprendiendo lo que se hace o se dice, asumiendo las consecuencias de los hechos y transformando “idóneamente” los contextos a favor de la convivencia humana. Pero al igual que las dimensiones del ser humano, “ las competencias son abstractas y sólo se hacen visibles en actuaciones, es decir, en los desempeños de las personas frente a problemas nuevos” (Clavijo, 2002).

Una de las definiciones más completas del concepto de competencia la proporciona Sladogna, (Posada, 2004).

Las competencias se refieren a las capacidades complejas, que poseen distintos grados de integración y se ponen de manifiesto en una gran variedad de situaciones correspondientes a los diversos ámbitos de la vida humana personal y social. Son expresiones de los distintos grados de desarrollo personal y participación activa en los procesos sociales. Toda

¹² Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.

competencia es una síntesis de las experiencias que el sujeto ha logrado construir en el marco de su entorno vital amplio, pasado y presente. Las capacidades intelectuales refieren a procesos cognitivos necesarios para operar con símbolos, representaciones, ideas, imágenes, conceptos y otras abstracciones y constituyen la base para la construcción de las demás. Incluyen habilidades analíticas, creativas y metacognitivas, entre otras. Las capacidades prácticas refieren a un saber hacer, o una puesta en acto. Si bien suponen e implican saberes intelectivos y valorativos, se manifiestan en una dimensión pragmática. Incluyen habilidades comunicativas, tecnológicas y organizativas. Las capacidades sociales refieren a la participación de la persona, como miembro de un grupo, en los ámbitos de referencia próximos y en contextos más amplios, no inmediatos a la cotidianidad.

En las competencias entra en juego el contexto, es decir, el escenario de actuación, materializado en el tejido social, interpersonal, la cotidianidad, la disciplina científica, el entorno cultural, las situaciones nuevas y creativas.

En lo curricular las competencias son una propuesta, con un tinte que afecta a la calidad educativa, pero que en últimas responde a exigencias de carácter económico. Constituye de alguna manera un acercamiento mutuo y provocado, entre las instituciones educativas y el sector productivo, que demanda más que un sujeto lleno de contenidos, un ser humano que muestre desempeños contextuales idóneos e integrales.

Pero ¿cómo debe el currículo acercarse a la formación o desarrollo de las competencias? No se pretende dar una respuesta plena a este interrogante, pero algunos elementos del dominio curricular son claves para este acercamiento. Los más evidentes son: la definición de un perfil de formación y la estructura de una malla de contenidos disciplinares, procedimentales y actitudinales (incluidas las asignaturas), con propósitos y estrategias de formación, que involucren las dos piezas conexas del rompecabezas, formación integral de las dimensiones y su desarrollo en los contextos.

3.4 La óptica en el currículo y en el plan de estudios de física

En este apartado se propone el establecimiento de la óptica como una asignatura en el plan de estudios de la carrera de física de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Partiremos de un contexto general, estableciendo las políticas ministeriales que permiten la creación de un marco legal y los objetivos de la carrera; posteriormente será definido el perfil del profesional en física, que naturalmente guarda una estrecha relación con las políticas de interés nacional. Se mencionarán algunos campos de desempeño y finalmente se ubica la óptica en el plan de estudios de la carrera de física.

3.4.1 Marco legal y objetivo la carrera de Física

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) en su resolución número 2769 de 2003, define las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Ciencias Exactas y Naturales, estableciendo el marco legal para la carrera de física. Dicha resolución establece que la carrera debe guardar coherencia con la fundamentación teórica, práctica y metodológica de la física, como disciplina y como profesión. Con principios y propósitos que orienten la formación desde una perspectiva integral. En su artículo segundo la resolución 2769, expone los aspectos curriculares. Todo programa de Ciencias Exactas y Naturales, propenderá por:

- La apropiación por parte del estudiante, de los contenidos y métodos de su disciplina que le permitan participar en labores investigativas¹³ fundamentadas en la epistemología y en las prácticas científicas propias de su campo.
- El desarrollo de competencias de comunicación de sus conocimientos.
- El respeto a la riqueza natural, ambiental y cultural del país.

¹³ La investigación en el pregrado, se entiende como una introducción a la praxis del método científico. No es deber del estudiante generar nuevo conocimiento.

- La capacidad para adaptarse y apropiarse de los cambios científico-tecnológicos, y para promover su transferencia a contextos locales.
- La disposición para trabajar en equipos interdisciplinarios, en el desarrollo de proyectos investigativos básicos o aplicados, con una actitud de reconocimiento y apropiación de los aportes de profesionales de otros campos del saber. En esta categoría se incluye la consulta elaborada de comunidades o personas que puedan resultar afectadas por dichos proyectos, así como las competencias para predecir sus posibles efectos sobre el entorno.

3.4.2 Áreas de Formación:

Las áreas de fundamentación para las ciencias exactas y naturales establecidas por el MEN, son:

El área de Fundamentación en ciencias exactas y naturales, que comprende aspectos que permean todos los niveles la carrera, tales como la reflexión sobre la historia, la naturaleza y las formas de producción del conocimiento propias de las ciencias y en particular de la física; formación para interpretar y comunicar la literatura científica; abordaje de problemas disciplinarios e interdisciplinarios que permitan un primer acercamiento al cuestionamiento científico.

El área de Fundamentación en ciencias sociales y humanidades que aporta saberes y prácticas que contribuyen a la formación integral del físico. Además se hace necesario adquirir habilidades comunicativas en una segunda lengua.

El área disciplinaria que propende por la apropiación y el manejo de teorías, métodos y herramientas de la física. Los componentes mínimos de formación académica son en Matemáticas el cálculo diferencial, integral, vectorial, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal y geometría analítica; en Física la física del estado sólido, mecánica clásica, física moderna, mecánica cuántica, física estadística, física atómica y nuclear, óptica, termodinámica, electromagnetismo y electrónica.

3.4.3 El perfil del físico egresado de la Universidad Industrial de Santander y sus campos de desempeño

El perfil del físico egresado de la UIS desarrolla prioritariamente las siguientes competencias:

- Interpreta modelos de la física básica y los expresa en lenguaje matemático.
- Maneja herramientas computacionales que le permiten solucionar problemas fundamentales de física numérica y simbólicamente.
- Analiza de manera crítica la evolución de los conceptos de física.
- Muestra habilidades experimentales en la recreación de fenómenos de la física fundamental¹⁴.
- Reconoce que la producción de conocimiento original requiere etapas de profundización en ciclos de posgrado.
- Muestra disposición a integrarse a grupos de trabajo, interdisciplinarios y multidisciplinarios que requieran de los conocimientos básicos de física.
- Actúa con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
- Comunica sus resultados en forma oral ó escrita, en su lengua materna y en el contexto local y nacional.
- Maneja el ejercicio de la lectura en una lengua extranjera.
- Construye el discurso para la descripción de los fenómenos físicos apoyado en el lenguaje disciplinar.

Estas competencias se ajustan a las presentadas en el informe final: *“encuestas de competencias específicas para el área de Física del proyecto tuning América Latina”*¹⁵ (ver tabla anexa con las veintidós competencias de mayor relevancia). Este informe, respaldado por la Universidad de Deusto, responde a las opiniones de una muestra de aproximadamente ochocientas personas, constituida por físicos, licenciados en física y estudiantes de doce países de Latinoamérica, quienes

¹⁴ El cuestionamiento sobre los “conocimientos fundamentales de física” no es trivial. Pero la expresión se refiere a contenidos con poco grado de especialización.

¹⁵ *Informe Final del Proyecto Tuning América Latina para el área de Física*. En: www.unideusto.org, a 20 de septiembre de 2006.

diligenciaron encuestas diseñadas para establecer las competencias “más importantes” del perfil de formación del físico en la región. Las conclusiones derivadas del análisis de los resultados, pretende constituirse en un modelo de guía y orientación para el desarrollo conjunto y contextual de estrategias de mejoramiento, así como para el diseño y la reestructuración de programas de pregrado en Física, incluyendo, naturalmente, las estrategias de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación del aprendizaje.

Ahora bien, en cuanto a los campos de desempeño, el físico puede contribuir eficientemente, en instituciones de carácter estatal ó privado, que requieren la asesoría y emisión de juicios por parte de expertos, siempre que se apoyen en los conocimientos teóricos y prácticos de la física fundamental. Continuar estudios de postgrado en el ciclo de maestría y/o doctorado en el país y en el exterior. En el campo docente, en los niveles de secundaria y en el ciclo básico universitario, en los programas donde la física toma parte.

3.4.4 Plan de estudios

El programa de Física de la UIS se ajusta a las exigencias de las áreas de formación reglamentadas en la resolución 2769 de 2003. Además algunas asignaturas responden a lineamientos internos de la Universidad (Asignaturas de contexto).

El número de créditos de cada una de las asignaturas contempla tiempo para clases presenciales o asistidas por el docente y el tiempo de trabajo independiente del estudiante. En el caso de las asignaturas teórico-prácticas el número de créditos es mayor, que las asignaturas exclusivamente teóricas.

3.4.5 La óptica y el desarrollo de las competencias del perfil.

La óptica se encuentra explícitamente reglamentada como un componente en la formación académica del físico en el área disciplinar de la Física. (Artículo (2), resolución 2769 de 2003, MEN). En el plan de estudios propuesto, la óptica aparece como una asignatura teórico-práctica. Se requiere el manejo de métodos matemáticos avanzados para físicos y la primera parte de un curso de teoría electromagnética.

El curso persigue los siguientes propósitos:

- Proporcionar los fundamentos físicos y matemáticos para analizar las propiedades generales de la luz y los fenómenos ópticos.
- Desarrollar destrezas en la medición de propiedades de la luz y de los sistemas ópticos mediante prácticas de laboratorio.

Contenidos disciplinares de la asignatura

Los temas macro tratado en el curso de óptica son los siguientes:

- Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas en el vacío
- Óptica Geométrica
- Guías de Onda
- Estados de Polarización
- Interferencia
- Coherencia
- Difracción
- Propagación de la luz en medios anisotrópicos

Se anexa el formato resumen de la Universidad Industrial de Santander para la asignatura óptica.

La asignatura presenta un diseño curricular fundamentado en competencias que se explicitan a continuación:

Competencias Cognitivas

- Analiza de manera crítica la evolución de los conceptos de física.
Niveles de logro
 - Confronta las principales ideas y los paradigmas de la óptica, desde las culturas antiguas hasta la actualidad.
 - Contrasta los modelos que han sido propuestos para explicar la naturaleza de la luz.
- Interpreta modelos de la física básica y los expresa en lenguaje matemático.
Niveles de logro

- Representa el campo electromagnético mediante las ecuaciones de Maxwell.
 - Deduce a partir de las ecuaciones de Maxwell la existencia de las ondas electromagnéticas (O.E).
 - Describe vectorialmente y bajo diferentes formalismos, el campo electromagnético en el espacio libre. (Polarización de las O.E)
 - Demuestra matemáticamente las propiedades cinemáticas de las (O.E), a saber: (la reflexión y la refracción de la luz).
 - Reconoce las propiedades ondulatorias de la luz en el fenómeno de interferencia y difracción.
 - Interpreta el modelo matemático del comportamiento de la luz en medios anisotrópicos.
 - Realiza cálculos de "lápiz y papel" sobre los diferentes fenómenos luminosos.
 - Reconoce en el análisis de Fourier una herramienta matemática "natural" para explicar la propagación y la difracción de las vibraciones luminosas.
- Construye el discurso disciplinar para la descripción de los fenómenos físicos.
 - Explica los fenómenos ópticos con el lenguaje preciso de la disciplina.
- Comunica sus resultados en forma oral ó escrita, en su lengua materna y en el contexto local y nacional.
 - Elabora informes sobre el desarrollo y los resultados de las prácticas de laboratorio.
 - Utiliza el lenguaje propio de la óptica para la elaboración de resúmenes y comentarios de lecturas sugeridas.
 - Expone oralmente temas específicos de la óptica y de corta extensión.
- Maneja herramientas computacionales que le permiten solucionar problemas fundamentales de física numérica y simbólicamente.
 - Simula numérica y simbólicamente distribuciones de intensidad luminosa producidas por la interferencia y aperturas de diferentes

geometrías y las compara con modelos teóricos y eventualmente con el experimento.

- o Realiza tratamiento gráfico y estadístico de datos teóricos y/o experimentales.
- o Utiliza aplicaciones informáticas que permiten la simulación y/o animación de diferentes fenómenos ópticos.

- Muestra habilidades experimentales en la recreación de fenómenos de la física fundamental.

Niveles de logro

- o Realiza montajes que le permiten verificar experimentalmente, los fenómenos de polarización, en medios isotrópicos y anisotrópicos; de interferencia de las vibraciones luminosas, mediante diferentes tipos de interferómetros; distribuciones de intensidad luminosa debido a diferentes aberturas difractantes; las características básicas de los sistemas de adquisición de imágenes (fotografía y registro digital).

Competencias Actitudinales

- Muestra disposición a integrarse a grupos de trabajo, interdisciplinarios y multidisciplinarios que requieran de los conocimientos básicos de física.

Niveles de logro

- o Participa en las discusiones con argumentos coherentes.
- o Desarrolla trabajos en grupos, manteniendo una actitud proactiva.
- o Muestra honestidad en la presentación de sus resultados.

Naturalmente las competencias procedimentales se abordan desde el ejercicio del laboratorio.

Indicadores de logro

- Realiza talleres de problemas de "lápiz y papel" sobre los diferentes fenómenos ópticos.
- Participa coherentemente en las sesiones de clase y durante el desarrollo de los talleres.
- Elabora resúmenes, comentarios y ensayos sobre las lecturas sugeridas.

- Elabora informes de laboratorio, ordenados y con el adecuado manejo estadístico y gráfico de los datos.
- Responde coherentemente los cuestionamientos verbales, mediante pruebas verbales sobre los diferentes tópicos de la asignatura.
- Responde a pruebas experimentales sobre las prácticas desarrolladas.

3.4.6 Bosquejo general de las estrategias de enseñanza y de evaluación

Mencionamos las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, que se emplean en la instrucción de la asignatura. Estas estrategias se tratan con mayor detalle en el siguiente capítulo cuarto.

- El curso se apoya en las exposiciones magistrales por parte del docente.
- El desarrollo de talleres con preguntas y problemas de “lápiz y papel” que pueden ser resueltos en conjunto con el profesor.
- La asignación de tareas para trabajo independiente.
- El planteamiento de problemas que requieren el uso de las herramientas computacionales.
- Es importante sugerir la lectura de por lo menos un pequeño artículo, preferiblemente de carácter divulgativo y en una lengua extranjera, a partir de esta lectura el estudiante debe redactar un escrito en alguna de las siguientes formas: ensayo, resumen o comentario.

El curso puede ser evaluado mediante:

- La presentación de exámenes cortos.
- Exámenes largos.
- Trabajos para desarrollar por binas o individualmente.
- Resolución de talleres.

En este capítulo hemos justificado las contribuciones que la óptica, desde su posición, como componente disciplinar del programa de física, aporta al desarrollo del individuo en el “aprender a hacer”, “aprender a ser”, “aprender a convivir” y del “aprender a saber”, es decir el desenvolvimiento de sus dimensiones en la actuación contextual.

4. LA MEDIACIÓN EN EL PROCESO FORMATIVO

Toda la reflexión que inspira los principios, las políticas y los proyectos educativos formales, se debate por su subsistencia en el delicado ejercicio de la mediación, entendida como la acción intencional y estratégica del instructor, profesor o docente en aliviar las dificultades y los conflictos del aprendizaje de sus educandos. En este capítulo se definen las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, como elementos que apoyan la actividad del docente y del estudiante para el mejor desempeño de sus tareas. Posteriormente se revisa la taxonomía de las estrategias y se profundiza en la resolución de "problemas de lápiz y papel", como una estrategia básica en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

En un contexto simulado, se aprovecha la investigación en el aula, como una herramienta importante para el apoyo y complemento de cualquier estrategia de enseñanza o de aprendizaje. Particularmente se plantea cómo las dificultades de la resolución de los problemas de "lápiz y papel" pueden aliviarse mediante la incorporación de heurísticos. Por último se incluye una reflexión en torno a la evaluación y se hacen explícitas las estrategias de evaluación del aprendizaje de la asignatura óptica de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.

4.1 Estrategias de enseñanza y de aprendizaje

La enseñanza debe ser apoyada mediante la acción estratégica en la medida en que favorezca la formación integral. Es decir, si facilita el desarrollo de las dimensiones del ser y su desempeño en los diversos contextos, estimula la comunicación, fomenta la curiosidad, la satisfacción por lo que se hace, la creatividad, la búsqueda de actitudes y conocimientos.

La reflexión sobre la forma en que se enseña y la manera en que se aprende nos conduce a hacer evidente nociones, relativamente recientes, sobre el "aprender a enseñar" y el "aprender a aprender". La primera, concebida como el ejercicio reflexivo que hace el enseñante para comprender que, como lo dice Mario Kaplún: *"enseñar no es sólo transmitir información sino -tanto o más- generar las condiciones para un efectivo aprendizaje"*. Por su parte el "aprender a aprender", entendido como la oportunidad de que el aprendiz, desentrañe ideas, las conecte entre sí,

integre la nueva información, plantee alternativas de solución a las situaciones problemáticas con la suficiente regulación, independencia y autonomía. (Gualdrón, 2002).

Además de las anteriores nociones, es importante precisar el término *metacognición*, usado para denotar la "cognición acerca de la cognición" o el "pensamiento sobre el pensamiento". Se trata de un concepto seminal introducido en el último cuarto del siglo XX por Flavell, para denotar el "conocimiento y control que los individuos tienen sobre su propia cognición y experiencias de aprendizaje". En ese sentido, comprende la reflexión y la autorregulación sobre los procesos mentales involucrados en el aprendizaje, intentando evaluar la forma cómo, cuándo y qué se aprende, para detectar fallas y aciertos. (Efklide, 2006), (Desoete, 2006). Se distinguen dos dimensiones de la metacognición: por un lado el *conocimiento sobre la cognición*, el conocimiento de sí mismo, y por otro, la *regulación de la cognición*, esta última dimensión se relaciona con la planeación, el monitoreo, el control y la evaluación de las actividades que afectan los procesos cognitivos, es decir, con el desarrollo de estrategias metacognitivas. (Veenman, 2005)

Ahora bien, se entiende por estrategia un procedimiento reflexivo, intencional, flexible y adaptativo que permite efectividad y eficiencia en el alcance de logros u objetivos. Las estrategias de enseñanza pueden ser definidas como, "*los procedimientos que el agente de enseñanza elabora y utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos*" (Diaz Barriga, 2002). Se trata de recursos o medios que coadyuvan el quehacer mediador del docente en los diferentes momentos del proceso de enseñanza, y cuya implementación debe atender el nivel de desarrollo cognitivo y los conocimientos previos de los aprendices. Igualmente debe considerar el contenido curricular que se pretende enseñar y la intencionalidad que se desea lograr. Por otro lado, las estrategias de aprendizaje son procedimientos que el estudiante elabora y utiliza para aprender, permitiéndole abordar conocimientos temáticos de manera planificada, reflexiva y regulada. La elección de una determinada estrategia de aprendizaje tiene en cuenta los contenidos, las condiciones y la evaluación que se hará del proceso de aprendizaje.

4.1.1 Clasificación de las estrategias cognitivas

Las estrategias cognitivas, las cuales pueden ser de enseñanza o de aprendizaje, dependiendo de si son utilizadas por el maestro o por el aprendiz, pueden ser agrupadas de acuerdo con el sustento que prioritariamente proporcionan a un *momento instruccional*, es decir, hablamos de estrategias *preinstruccionales*, las que crean la ambientación necesaria en cuanto al qué y cómo va aprender el estudiante. Las estrategias *coinstruccionales* que apoyan los contenidos curriculares durante el proceso de enseñanza y las *postinstruccionales* que se presentan al término del episodio de enseñanza, permitiendo la síntesis y la valoración del material enseñado ó aprendido. Las estrategias también pueden ser catalogadas de acuerdo con el énfasis de apoyo a un determinado *proceso cognitivo*, se habla entonces de estrategias para activar conocimientos previos, para mejorar la codificación de la información a enseñar, estrategias para organizar la información y estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se ha de aprender.

Siguiendo a Díaz Barriga y Hernández, mencionaremos algunas características de las estrategias en relación con los procesos cognitivos que afectan prioritariamente (ver tabla 1). Naturalmente, una estrategia puede afectar a más de un proceso cognitivo.

- **Estrategias para activar conocimientos previos y generar expectativas.**

Las nociones previas y el conocimiento previo de los educandos deben manejarse con mucho cuidado. Las estrategias para activar los conocimientos previos deben permitir la "catarsis intelectual y afectiva" de la cual nos habló Bachelard, de manera que los preconceptos no se conviertan en obstáculos, sino que, contrariamente, permitan una interpretación que supere la opinión y promuevan el aprendizaje. Estas estrategias también tienen fines motivacionales, que buscan la creación de expectativas sobre los nuevos conocimientos. En este grupo encontramos las *preguntas previas* (el cuestionamiento previo o *mayéutica*), las *actividades generadoras de información* ("lluvia de ideas") y el *enunciado de objetivos*.

El empleo de este tipo de estrategias debe permitir en el estudiante la creación de un marco de referencia (alcances, contextualización) y la activación de sus conocimientos previos.

- **Estrategias para orientar y mejorar la codificación de la información.**

Este grupo de estrategias afecta los procesos de elaboración del conocimiento, facilitando la orientación (atención selectiva) y el manejo de la información. Mediante el empleo de estas estrategias se persigue promover la asimilación de la nueva información. Dentro de este tipo encontramos: *Las señalizaciones, las preguntas insertadas, las gráficas y las ilustraciones.*

- **Estrategias para organizar la nueva información.**

Se trata de estrategias que proveen una mejor organización global de las ideas a enseñar; permiten enfatizar y fijar la información relevante. Se destacan en este grupo, *el resumen, los mapas o redes conceptuales, los cuadros sinópticos, y la resolución de problemas de "lápiz y papel".*

- **Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información.**

Constituyen estrategias de integración entre la nueva información y el conocimiento previo. En lo relativo al aprendizaje, permiten en el estudiante la construcción de conexiones externas. Son características de este tipo de estrategias, *las analogías*, las cuales permiten la traducción del contenido aprendido de un contexto a otro.

Tabla 1. Clasificación de las estrategias cognitivas (Según Díaz Barriga y Hernández)

Proceso cognitivo en que incide prioritariamente la estrategia	Tipos de estrategia cognitiva
Estrategias para activar conocimientos previos y generar expectativas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividad focal introductoria ▪ Lluvia de ideas ▪ Discusiones guiadas ▪ Enunciar objetivos
Estrategias para orientar y mejorar la codificación de la información.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Señalizaciones ▪ Preguntas insertadas ▪ Ilustraciones ▪ Gráficas
Estrategias para organizar la nueva información.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resúmenes ▪ Toma de apuntes ▪ Mapas conceptuales ▪ Cuadros C-Q-A (Conocimiento que Quiere ser Aprendido) ▪ Organizadores gráficos Cuadros sinópticos simples y de doble columna. ▪ Organizadores Textuales ▪ Redes Semánticas ▪ Ejercicios y las tareas ▪ Resolución de problemas de "lápiz y papel".
Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organizadores previos ▪ Analogías

4.1.2 La resolución de problemas de "lápiz y papel"

La resolución de problemas de "lápiz y papel" constituye una estrategia de enseñanza, aprendizaje y evaluación de uso común en las disciplinas de las ciencias naturales orientada hacia la organización de nueva información. La expresión "lápiz y papel" sugiere un *contexto* que generalmente alude al enfrentamiento con escenarios simulados y artificiales, en lugar de afrontar las situaciones reales. En este apartado el tratamiento hecho a la noción de problemas de "lápiz y papel" no guarda diferencia con la definición general de "problemas" que se maneja en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y que constituyen, "situaciones de puesta a prueba de los conceptos y modelos inventados para avanzar en la solución a problemas más amplios". (Becerra, 2005).

"En consenso general, un problema es una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes". (Meneses, 1994). Así mismo, Krulik y Rudnik, afirman que, "un problema es una situación cuantitativa o no, que pide una solución para la cual los individuos implicados no conocen los medios o caminos evidentes para obtenerla". Siguiendo a García: "*un problema se define como una situación que presenta una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y en la cual se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas entre un grupo de factores o variables [...]*" (García, 2003).

Resulta importante ensayar una definición de esta estrategia en el lenguaje de las competencias. Un problema de "lápiz y papel" puede ser entendido como una situación contextualizada, que se convierte en un buen pretexto para hacer evidente la acción coordinada de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en la búsqueda de su posible solución. En la medida en que el individuo ha desarrollado las competencias que se requieren para abordar una determinada situación, exhibe un "*umbral de problematicidad*" que le permite distinguir en ella un problema o un ejercicio. Entendido este último como una situación relativamente simple, cuyo proceso de resolución no *genera incertidumbre* y resulta análogo al ajuste de las piezas de un rompecabezas.

Ahora bien, *resolver un problema de "lápiz y papel"*, es la acción coherente, pero no algorítmica, de actos cognitivos como: "identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables y elaborar conclusiones"¹⁶, conducentes a la búsqueda de una posible solución. Se trata de un proceso cuyo propósito esencial no es el resultado, sino el desarrollo empleado para alcanzarlo. Para autores, como Garret, la expresión "resolver problemas" es desafortunada, porque traslada todo el énfasis al resultado, desplazando lo potencialmente formativo de la estrategia, que reside en el desarrollo o el enfrentamiento al problema. Un propósito importante de la resolución de problemas es inducir a la reflexión, a "rumiar" los conceptos involucrados en el problema, se trata de un proceso intenso, donde lo realmente útil es la profundización en la estructura conceptual que encierra el problema.

La consolidación de un modelo útil de la resolución de problemas, como estrategia de enseñanza, se relaciona con el marco epistemológico y psicológico que el docente maneja. Si el maestro se ajusta al paradigma *popperiano* del conocimiento científico, encontrará que lo esencial es el descubrimiento continuo de más problemas, de manera que el resultado de los desarrollos sea el elemento generador de sucesivas reflexiones y planteamientos de nuevas situaciones problemáticas de mayor complejidad y profundidad. Un enfoque diferente se aprecia desde la perspectiva de Kuhn. En este caso las situaciones problemáticas se desplazan a aquellas que no pueden ser explicadas por los paradigmas vigentes, de modo que la "resolución de problemas", por lo menos en el contexto educativo, es más una resolución de ejercicios y la implementación de procedimientos que permiten aumentar el alcance y la precisión del paradigma.

En correspondencia con el marco psicológico que maneja el docente, la fundamentación, interpretación e implementación de la resolución de problemas de "lápiz y papel", adquiere dimensiones y significados diferentes. Para el docente que se identifica con la *teoría asociacionista* en la enseñanza y en el aprendizaje, la resolución de problemas se relaciona con el manejo de "respuestas", en ese sentido los problemas constituyen en los procesos de enseñanza una actividad de refuerzo cuyo propósito es promover el aprendizaje mediante el *ensayo/error*. A su vez,

¹⁶ García, Op.Cit. p. 47

como estrategia de aprendizaje y de acuerdo con la teoría asociacionista, la resolución de problemas le permite al estudiante el establecimiento de secuencias lógicas para abordar situaciones mediante la aplicación de ensayo/error, el refuerzo de las respuestas positivas y la aplicación a situaciones similares.

Desde el enfoque de la *teoría del significado*, la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel" resulta válida en cuanto la nueva situación problemática que aborda el individuo, requiere de sus estructuras cognoscitivas previas (esquemas) para su desarrollo. El significado surge entonces como resultado de la reestructuración desarrollada por el individuo.

Una corriente psicológica que tácitamente tiene gran cantidad de adeptos en el uso de la estrategia de resolución de problemas se relaciona con la *teoría del procesamiento de la información*, bajo esta orientación la estrategia pretende el fortalecimiento de habilidades cognoscitivas, de manera que ante una *entrada* (la representación inicial de la situación problemática) se activan procesos, presupuestos en serie y de progresivo aumento en complejidad, con el propósito de producir una *salida* (posible solución). Estos procesos se relacionan con la codificación y asimilación de la información, el almacenamiento y la recuperación de la información que permite enfrentar situaciones previas con nuevas situaciones.

Un enfoque alternativo de la resolución de problemas de "lápiz y papel", desde la psicología, es el estudio comparativo entre los modos procedimentales de *novatos* y *expertos*. El enfrentamiento de novatos y expertos a las mismas situaciones problemáticas, ofrece modelos para entender las dificultades y los aciertos de los estudiantes al enfrentarse a los problemas. Algunas de las conclusiones que han sido producidas por estos estudios son:

- La diferencia novato/experto es básicamente una diferencia de conocimientos y no de procesos cognitivos básicos o capacidades generales de procesamiento.
- La diferencia de conocimientos es tanto cuantitativa como cualitativa.
- La pericia es un efecto de la práctica acumulada sobre áreas específicas, del aprendizaje y de las diferencias individuales.

Debe considerarse en este enfoque, que el experto podría estar manejando situaciones por debajo de su "*umbral de problematidad*", es muy seguro que para él se trate de un "no-problema".

El rol del docente en la resolución de problemas de "lápiz y papel"

El uso acertado de la resolución de problemas de "lápiz y papel", como estrategia de enseñanza, determina un rol para el docente que se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Asume la posición de "*tutor socrático*" que confronta al estudiante con el problema, promoviendo el cuestionamiento continuo, conduciéndolo al desequilibrio y posterior asimilación de las nuevas concepciones.
- Suministra apoyo en calidad y cantidad de conocimientos y proporciona las orientaciones necesarias cuando está seguro que los estudiantes han agotado sus aportes.
- Constituye un modelo para los estudiantes en el proceso de resolución de problemas, que organiza los conceptos, determina un orden para enfrentar las situaciones problemáticas y formula las preguntas adecuadas.
- Maneja el contexto y la motivación al plantear situaciones problemáticas pertinentes a sus estudiantes.
- Coadyuva a la formación de una alta autoestima académica en el estudiante, caracterizado por altos niveles de confianza en sí mismo y buena disposición para la toma de riesgos cognitivos.

El rol del estudiante en la resolución de problemas de "lápiz y papel"

- Ante todo debemos reconocer que cada persona tiene su estilo "preferido" de aprendizaje, algunos estudiantes son eficazmente visuales, otros auditivos, algunos desarrollan mejor su aprendizaje con pocas orientaciones o por el contrario otros requieren un adecuado seguimiento y detalles en la instrucción. De modo que uno de los primeros pasos a seguir en la resolución de problemas de "lápiz y papel", es reconocer nuestro estilo de aprendizaje y obrar consecuentemente.

- Ante la actuación del docente como "tutor socrático", resulta importante que el estudiante sea reflexivo, profundo en sus razonamientos, crítico y que plantee situaciones que merezcan el estudio conjunto con el docente.
- El estudiante es proactivo a la instrucción y abierto al diálogo. Consciente que la búsqueda de la solución al problema exige esfuerzo.
- Utiliza el problema como una oportunidad de hacer explícita sus competencias cognitivas, actitudinales y procedimentales.
- Maneja la confianza en sí mismo y en la de sus compañeros.

En el aula de clases se puede emplear la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel" como un elemento central y provocador de desequilibrios cognitivos en los estudiantes. En ese orden, las lecciones centradas en problemas, parten de la exposición de la situación problémica y mediante la interacción estudiante-mediador y estudiante-estudiante se construye el esquema cognitivo. Ahora bien, en el aula, la resolución de problemas también puede ser vista como una estrategia de control de los procesos de instrucción.

Muy recientemente se ha propuesto un enfoque para la aplicación de la estrategia de resolución de problemas de "Lápiz y papel", apoyados en una metodología científica, que opta por situaciones problémicas abiertas en lugar de enunciados cerrados. Una especie de "realismo moderado", según Becerra, Gras-Martí y Martínez Torregrosa, quienes conciben la estrategia en los siguientes términos:

"Los problemas científicos son, en general, inicialmente situaciones problemáticas confusas. No vienen "dados", son situaciones que tienen interés (por distintas causas) pero que requieren ser simplificadas, modelizadas, definidas, partiendo, por supuesto, de los conocimientos que se poseen en el campo específico de la investigación. Es necesario "dar forma" a las situaciones problemáticas de interés, tomando decisiones para transformarlas en "investigables".

El avance en el problema está guiado por hipótesis, por "tentativas de respuesta", que deben ser puestas a prueba lo más rigurosamente posible.

Las investigaciones no se encuentran, en general, con los "datos" como punto de partida, sino, repetimos, con situaciones problemáticas confusas: las magnitudes que se consideran relevantes para avanzar en el problema, los datos, se eligen en función de la acotación del problema y de las hipótesis formuladas.

Puesto que no se razona en términos de certeza, ni el conocimiento científico se descubre "mirando directamente a la Naturaleza", sino en términos de hipótesis, es necesario dudar sistemáticamente de los resultados obtenidos y de todo el proceso de resolución. Ello obliga a interpretar y contrastar los resultados, mediante su consistencia con las hipótesis formuladas, a probar caminos distintos para ver si se obtiene lo mismo, a revisar la coherencia global con lo conocido en ese campo, o a ver si lo hecho abre y permite avanzar en nuevos problemas de interés. Esto puede conducir a revisar las hipótesis, la estrategia de resolución y/o, incluso, a reformular el problema de forma distinta." (Becerra, 2005)

Se trata de una propuesta ajustada a la perspectiva de Kuhn y que pretende poner en práctica formas de pensamiento y la acción de la actividad científica en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

4.1.3 Los heurísticos y las dificultades en la resolución de problemas de "lápiz y papel": un ejemplo de investigación en el aula

El objetivo de este apartado es doble: por un lado, consideraremos cómo el uso de heurísticos contribuye a aliviar las dificultades de la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel". Y por otro, en un contexto simulado, adaptar los elementos teóricos de la investigación acción en el aula, para responder a esa pregunta.

- **Fundamentos de la Investigación en el aula como estrategia de enseñanza**

La investigación en el aula adopta el formalismo teórico y metodológico de la investigación acción en la búsqueda de soluciones a los problemas de enseñanza y aprendizaje que se presentan en el "escenario natural" del aula. Al igual que su

“progenitora”, la investigación acción participativa, la investigación en el aula involucra a la comunidad en la percepción, la definición y el planteamiento del problema, de esta manera se conforma un colectivo de pensamiento de profesores y estudiantes, los cuales mediante su acción transformadora, exploran, ¿cómo?, una determinada situación problemática, puede aliviarse.

Como mencionamos arriba, el propósito fundamental de la investigación en el aula es la búsqueda sistemática de soluciones a los problemas de enseñanza y de aprendizaje. Para el docente implica partir de la reflexión crítica y el reconocimiento de su práctica pedagógica. Para el estudiante, sugiere un escenario sobre el cuestionamiento metacognitivo, que le permite controlar y regular su aprendizaje. En últimas se investiga en el aula para ajustar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, es decir, para transformar la práctica pedagógica.

El desarrollo de la investigación acción en el aula, demanda de los actores del proceso educativo, características que generalmente “no se exigen” en otros tipos de investigación. En ese sentido resulta importante la tolerancia y la capacidad de autoreconocerse y de ser reconocido por el otro y ante toda una enorme disposición al cambio, o incluso, a la construcción de un estilo.

La Investigación en el Aula, comprende etapas alternadas de reflexión y acción. Para enunciar el problema, el colectivo de docentes y estudiantes, reflexiona sobre las dificultades del aprendizaje o de la enseñanza, las cuales son la fuente de problemas, para esto, parten del cuestionamiento sistemático, autocrítico y observan las acciones relevantes a través de los indicadores que hacen evidente la situación problemática. El colectivo de pensamiento de estudiantes y docentes, que ciertamente son los actores en el aula, no se limita a lo descriptivo sino que adopta un papel activo y de compromiso, se trata de un rol alternante de investigador e investigado, de sujeto y objeto de estudio. La acción se concreta en la implementación y la ejecución de estrategias que faciliten progresivamente lograr, de manera eficaz y efectiva, el cambio.

En el marco metodológico de la investigación en el aula, una vez enunciado el planteamiento del problema, se requiere la definición de objetivos, los cuales se

entienden como pequeños logros en el desarrollo de la investigación. Es importante el registro de datos, los cuales permitan validar la información y la consolidación de informes, que generalmente deben concluir con la emisión de juicios de valor.

El aula, es por naturaleza una muestra, con alto grado de subjetividad y generalmente pequeña de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. De modo que, los resultados arrojados por la investigación acción deben manejarse con precaución y evitar la universalidad de los juicios emitidos.

Concretamente en este ejercicio de investigación acción se hará el planteamiento del problema, de cómo los heurísticos pueden aliviar las dificultades de proceso en la resolución de problemas de "lápiz y papel", apoyados en la UVE heurística de Novak y Gowin que se explica a continuación y se presenta en el anexo.

▪ **Marco teórico de la Investigación**

Se entiende por heurístico un conjunto de procedimientos que permiten acercarnos con alta probabilidad a la solución de un problema. Los heurísticos son el resultado de un proceso metacognitivo, que promueve el mejoramiento de las habilidades para resolver problemas. Por esa razón, se desarrollan heurísticos actitudinales y procedimentales; los heurísticos actitudinales enfrentan las dificultades de contexto y naturalmente los procedimentales alivian las dificultades de proceso, entre estos últimos encontramos heurísticos para el reconocimiento del problema, la elaboración de estrategias de resolución, la reflexión sobre los resultados y la generación de nuevos procesos de resolución. El detalle de estas herramientas heurísticas sobre las dificultades de proceso, es el objeto de esta investigación.

Dificultades en la resolución de problemas de "lápiz y papel"

Una forma adecuada de aproximarnos al establecimiento de dificultades en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, cuando se utiliza la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel", consiste en clasificar estas dificultades de acuerdo al contexto y al proceso, ver tabla 2.

Nos centraremos en las dificultades relacionadas con el *proceso*, es decir con la comprensión y el planteamiento del problema (de acuerdo a la tabla anterior)

Dificultades relacionadas con la comprensión del problema

- Dificultad para leer el problema profunda y reflexivamente
- Uso de formas incorrectas para describir y organizar la información
- Deficiencia en la traducción del marco conceptual a la solución del problema
- Omisión de variables

Dificultades relacionadas con el procesamiento de la información

- Procesamiento de datos e información
- Inadecuado uso de la información ante situaciones problemáticas nuevas.
- Manejo de la incertidumbre en el resultado

Tabla 2. Dificultades asociadas a la resolución de problemas de “lápiz y papel” (apoyado en García, 2003).

Dificultades de Contexto	Currículo Oculto (Actitud)	<ul style="list-style-type: none">▪ El Pesimismo y la falta de confianza en sí mismo para resolver exitosamente el problema. Los rasgos de personalidad, baja <i>autoconfianza</i>.▪ Creencia en la existencia de fórmulas mágicas que reemplazan el esfuerzo y la actitud crítica y reflexiva.
	Rol del Docente	<ul style="list-style-type: none">▪ Considerar que la resolución de problemas es un mecanismo de selección y diferenciación de los estudiantes.▪ Escasa orientación con los heurísticos necesarios para promover el aprendizaje de elementos claves en la resolución de problemas.▪ Seleccionar los problemas con poca pertinencia e inapropiado nivel de complejidad.▪ El docente presenta lo que es un ejercicio para él, pero problemas para sus alumnos, como ejercicio de aplicación de la teoría, que sólo requieren un proceso lineal, sin incertidumbres. Tal vez aunque el mismo docente haya pasado varias horas intentando resolver el problema, una vez resuelto lo presentan en clase escamoteando todo el proceso de

		<p>incertidumbre, que es inherente al proceso de solución. Esto genera en los alumnos la sensación, que la resolución de problemas es un proceso lineal, fruto de una intuición inmediata, que, aparentemente, sólo está al alcance del profesor y algunos compañeros muy dotados.</p>
	Estructura y tipo de problema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La información del problema puede resultar complicada de entender debido al vocabulario y el empleo de conceptos no tratados previamente. ▪ La información redundante y datos superfluos puede confundir al estudiante. ▪ Abuso de la memoria para la resolución del problema.
Dificultades de Proceso	Comprensión del Problema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificultad para leer el problema profunda y reflexivamente. ▪ Uso de formas incorrectas para describir y organizar la información. ▪ Deficiencia en la traducción del marco conceptual a la solución del problema. ▪ Omisión de variables.
	Planteamiento del Problema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procesamiento de datos e información ▪ Manejo inadecuado de la información ante situaciones problemáticas nuevas. ▪ Incertidumbre en el resultado.

Indicadores de las Dificultades de Proceso:

- Las preguntas que el estudiante formula al docente y a sus compañeros cuando lee el enunciado del problema.
- El escaso peso a los elementos esenciales del problema y contrariamente se invierte mucho esfuerzo en entender elementos superfluos.
- Planteamiento de situaciones "erróneas" que discrepan mucho del modelo físico.

- Emisión de respuestas sin ninguna reflexión sobre el orden de magnitud y el análisis de las unidades.
- El orden de abordaje de la situación problemática.
- Inseguridad o carencia de reflexión sobre el resultado obtenido.

Causas de dificultades para los estudiantes en la resolución de problemas

En la resolución de problemas de "lápiz y papel", ya sean de tipo cualitativo o cuantitativo, a menudo se encuentran situaciones que ocasionan dificultades para los estudiantes cuando intentan resolver un problema y por tanto deben ser evitadas, entre ellas se mencionan:

- La presentación de la información en el enunciado del problema resulta escasa, ambigua, con vocabulario complejo, convirtiéndose en una barrera para abordar el problema. Igualmente es desafortunado, incluir información redundante.
- La lectura superficial o insuficiente del problema por parte del estudiante.
- La actitud poco reflexiva del estudiante, que pretende enfrentar los problemas desde la aplicación de fórmulas y procedimientos desprovistos de análisis. Así mismo, los cálculos acelerados y conjeturas a prisa puede conllevar a errores y confusiones.
- Carencia de los conocimientos básicos ó una visión reducida de la estructura conceptual necesaria para resolver el problema.
- La falta de indicaciones dadas por el docente y el desconocimiento, por parte de los estudiantes, de las técnicas y los heurísticos que puede ser útiles para resolver de manera eficaz los problemas.
- La inadecuada selección de los problemas, que desatan poca motivación y resultan de alta complejidad para el estudiante (carencia de conocimientos declarativos).
- El uso de la estrategia de resolución de "lápiz y papel", sin prever tiempos para la presentación de exámenes y la regulación del aprendizaje, el estudiante resuelve problemas de manera desorganizada en la víspera del examen.
- Dificultades en la memorización de datos.
- Errores conceptuales no detectados.

- La carencia de procesos metacognitivos sobre los resultados obtenidos en problemas previamente resueltos.

- **Marco Metodológico de la Investigación**

La pregunta central de nuestra simulación de investigación en el aula resulta: ¿Cómo la implementación de heurísticos, puede mejorar los desempeños en la comprensión y el planteamiento de los problemas de “lápiz y papel”? Esto nos lleva a plantear la siguiente hipótesis:

La incorporación de heurísticos permite aliviar las dificultades de proceso en la resolución de problemas de “lápiz y papel”, porque facilita la formación de estructuras cognitivas y cognoscitivas en los estudiantes.

La estrategia de resolución de problemas de “lápiz y papel” es de amplio uso en la didáctica de las ciencias naturales. Su implementación generalmente exige un gran esfuerzo y articulación del trabajo de aprendices y maestros. En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se resuelven problemas de “lápiz y papel” para construir ciencia o viceversa, a partir de los argumentos científicos afrontar situaciones problemáticas. Consecuentemente, como pieza relevante en la construcción de estructuras cognitivas y cognoscitivas, resulta plenamente justificado explorar elementos que apoyen el uso adecuado de la estrategia y minimicen las dificultades que se presentan.

En este trabajo estamos interesados en explorar un enfoque didáctico que permita aliviar las dificultades de proceso en la estrategia de resolución de problemas de “lápiz y papel”. Esto implica observar los indicadores mencionados arriba, interpretarlos en el marco de la práctica tradicional y proponer heurísticos que apoyen y aumenten el nivel de comprensión y mejoren la habilidad para resolver problemas.

- **Tiempo estimado para la ejecución del proyecto:** 16 semanas

▪ **Objetivo General**

Mejorar los desempeños en el proceso de resolución de problemas mediante la utilización de heurísticos.

▪ **Objetivos Específicos**

En la tabla 3, se presentan los ejercicios específicos y se explica la metodología a seguir en el planteamiento de cómo los heurísticos pueden aliviar las dificultades de proceso en la resolución de problemas de lápiz y papel.

Tabla 3. Objetivos específicos y metodología

Objetivos Específicos	Etapas	Procedimientos	Recursos
Presentar situaciones problémicas para su abordaje individual y colectivo.	Reflexión crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Conversatorio • Exploración sobre la forma cómo los estudiantes resuelven problemas de "lápiz y papel" 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso Humano <ul style="list-style-type: none"> ○ Estudiantes ○ Profesor ○ Auxiliar • Material Bibliográfico • Equipos de Cómputo y medios de grabación de video y audio.
	Fundamentación Teórica	Revisión bibliográfica sobre la forma tradicional de resolución de problemas y sobre los nuevos enfoques.	
	Diseño de los problemas	Creación de una base de problemas sobre algún tema en particular, pero con gran contenido didáctico. (Despierten interés en los estudiantes, etc)	
Identificar las dificultades de proceso que presentan mayor frecuencia en el aula	Diseño de Instrumentos de registro de datos	Diseño de formatos para consignar la forma en que los estudiantes enfrentan los problemas	
	Registro de Datos	Conversar con los estudiantes, colectiva e individualmente.	

		Grabaciones durante el proceso de resolución.	
		Hacer anotaciones en un diario.	
	Clasificación de de datos	Clasificar y determinar clases de dificultades y frecuencia.	
Socializar los procedimientos empleados por los estudiantes al resolver problemas.	Socialización de situaciones	Exposición oral y redacción de informes sobre los desarrollos del problema	
Abordar situaciones problemática haciendo énfasis en los heurísticos que los estudiantes no han advertido.	Fundamentación teórica sobre los heurísticos. Desarrollo de las estrategias proporcionadas	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer problemas • Presentación oral y suministro de textos sobre los heurísticos de proceso • Redacción colectiva de una cartilla para resolver un determinado tipo de problemas. (Advertir, que se trata de una guía y no una receta) 	
Introducir heurísticos para mejorar el proceso de resolución de problemas	Aplicación de los heurísticos aportados	<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento de nuevas situaciones problemáticas • Observar desempeños • Reflexionar sobre los cambios logrados. 	

Para aliviar las dificultades de proceso se presenta el siguiente heurístico, el cual involucra los procesos de conceptualizar, clasificar, analizar y finalizar.

Conceptualizar

- Leer el problema minuciosamente y buscar frases claves ó condiciones iniciales, si es el caso.
- Construir diagramas y gráficas para crear una imagen clara de la situación física a la cual se refiere el problema, es decir, describir por sí mismo el problema en términos cualitativos y de esta manera transformar el enunciado del texto.
- Estudiar cuidadosamente cualquier diagrama, gráfica, tabla o imagen que acompañen al problema.
- Identificar los conceptos conocidos y pertinentes.
- Definir el objetivo del problema y hacerse consciente de él al preguntarse ¿Exactamente qué pide el problema?

Clasificar

- Obtener el conjunto de los datos y las incógnitas. Descartando los detalles y variables que no son importantes para la solución.
- Listar los datos mencionados en el esquema, bajo los símbolos y las unidades correctas.
- Buscar alguna relación entre las incógnitas y los datos.
- Escribir en forma cualitativa las relaciones claves.

Analizar

- Considerar los principios físicos o las ecuaciones matemáticas que se relacionan con las cantidades involucradas en el problema.
- Hacer una guía o una lista explícita de los pasos a seguir en cada uno de los cálculos que se va a realizar.
- Dividir el problema, en dos o más subproblemas, si resulta demasiado complejo.
- En el caso de problemas cuantitativos, efectuar los cálculos.
- Usar correctamente las unidades, rotule las unidades en forma precisa.

Finalizar

- Verificar si la respuesta es razonable o posible, si tiene sentido. Chequear el orden de magnitud del resultado y las unidades.
- Buscar métodos alternativos para comprobar la respuesta.
- Reflexionar sobre las implicaciones en el resultado, si se efectúan cambios en algunas condiciones del problema. Socializa la reflexión con pares.
- Comparar el problema con situaciones problemáticas similares, determinando las sutiles diferencias y semejanzas.
- En caso de un resultado errado, revisar las relaciones claves, las relaciones algébricas (problemas cuantitativos), si se han considerado todos los datos, las unidades, etc.

4.2 Estrategias de evaluación en la asignatura óptica

4.2.1 Visión Crítica

El énfasis de la evaluación del aprendizaje en algunos cursos de la carrera de Física, reside en los aspectos disciplinares. Al mismo tiempo se mira de soslayo la evaluación de los progresos actitudinales y axiológicos, lo cual resulta distante de modelos integrales de formación, que tanto se pregonan en las intenciones misionales de la Universidad y que propenden por la superación de lo disciplinar. Ahora bien, más que valorar los procesos de aprendizaje, se trata de una medición de cuánto el estudiante ha asimilado y ejercitado los contenidos expuestos por el docente.

Los instrumentos de evaluación del aprendizaje comúnmente empleados, consisten en la aplicación de pruebas escritas, el desarrollo de talleres, el desarrollo de informes sobre las prácticas de laboratorio y el desempeño en las mismas. Generalmente las pruebas constan de problemas de "lápiz y papel" y preguntas que demandan respuestas "cortas y precisas". Es habitual el empleo de pruebas individuales las cuales pueden ser de corta y larga extensión. No son comunes las pruebas en grupo. El trabajo en grupo se relaciona más con el desarrollo de talleres,

el desarrollo de las prácticas de laboratorio y la elaboración de sus respectivos informes.

El componente sumativo de la evaluación del aprendizaje de los cursos, normalmente comprende un número entre tres y cinco pruebas escritas con una duración no mayor a noventa minutos, también se sugiere el desarrollo de un total de tres o cuatro talleres y cerca de siete informes de laboratorio (por curso). Como se mencionó anteriormente, no es habitual cuantificar aspectos distintos a los cognitivos y disciplinares. Al mismo tiempo, los exámenes son parciales, es decir no son acumulativos sino por el contrario se caracterizan por ser altamente específicos. Esto puede ser ventajoso en el sentido de que el estudiante focaliza su atención sobre un conjunto relativamente pequeño de situaciones, pero pierde posibilidades de integración disciplinar.

Realmente todos estos instrumentos (pruebas, talleres e informes de laboratorio) son los que exclusivamente proporcionan el muestreo puntual, que suma a la calificación del curso, esto no es malo, pero podría nutrirse con elementos de carácter axiológico y formativo, que permitan equilibrar y ampliar el espectro de percepciones y valoraciones sobre la evolución de los procesos de aprendizaje diferentes al disciplinar. Por ejemplo valorar: cómo el estudiante maneja la puntualidad, la sinceridad en la presentación de los resultados de las prácticas de laboratorio, la proactividad en las actividades académicas del curso, etc.

Una gran cantidad de estudiantes ven en estos instrumentos de evaluación del aprendizaje, un instrumento quirúrgico que generalmente les extrae lo que ellos no tienen. Se trata de un imaginario sobre la evaluación, que parte del *"temor a ponerse en cuestión"* y que el estudiante debe superar, con el concurso de los docentes y de la estructura institucional. En efecto, los instrumentos de evaluación no deben ser vistos como enormes obstáculos impuestos, sino como elementos de apoyo que garantizan la calidad en el proceso de aprendizaje.

Otro aspecto que merece ser considerado es la inexistencia de la prueba diagnóstica o examen de conducta de entrada. Instrumento que puede favorecer una adecuada estructuración del curso, desplazando el énfasis hacia aquellos

contenidos en los cuales los estudiantes presentan sus mayores deficiencias y abordar con menor intensidad los aspectos en los que exhiben, por lo menos de entrada, mayor formación.

Por otro lado, no es frecuente el ejercicio de la autoevaluación. Aunque resulta un ejercicio difícil, ésta podría resultar útil para generar espacios a la sinceridad y a la honestidad mediante el autoreconocimiento de debilidades y fortalezas. Se trata de elementos que consolidan la dimensión ética de la persona. Además sería una estrategia que contribuiría a desplazar la noción predominantemente sumativa de la evaluación del aprendizaje.

En síntesis una visión crítica, particular y muy general del aprendizaje, nos muestra el sesgo hacia la medición, manifestado en el énfasis que se le otorga al muestreo puntual de los instrumentos de evaluación, que son utilizados fundamentalmente para juzgar y promover.

4.2.2 Aspectos básicos del proceso de evaluación: concepto, principios y funciones

La evaluación del aprendizaje es un proceso que coexiste en todos los momentos de la instrucción y el aprendizaje de los educandos. Esencialmente trata con el establecimiento de juicios valorativos sobre los logros alcanzados en el aprendizaje, al mismo tiempo que permite el reconocimiento de la calidad de los mismos. Siguiendo a Cronbach, *"La Evaluación es el proceso mediante el cual el maestro y el estudiante juzgan si se han logrado los objetivos de la enseñanza"*. (Rodríguez, 1987). Se trata de un elemento integrador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, regido por principios de intencionalidad, reflexión y crítica, así como de eficacia, eficiencia y efectividad; y con valores esenciales de democracia, justicia, equidad, fidelidad, responsabilidad, puntualidad, honestidad, respeto y reconocimiento del otro. Su naturaleza reside en la integración, el reconocimiento de normas, concepciones, opiniones y argumentos que sugieren la emisión de juicios individuales y colectivos.

El concepto y las prácticas de evaluación han cambiado paralelamente al desarrollo de otros elementos pedagógicos. En ella se ha reflejado siempre, el

atraso, pero también los progresos que el proceso educativo ha tenido a lo largo de la historia. Debe reconocerse que el tratamiento formal del tema de la evaluación del aprendizaje data de mediados del siglo pasado. Ahora bien como parte de la dinámica de éste proceso, se espera que los nuevos paradigmas de formación, principalmente el de formación integral basada en el desarrollo de competencias, encuentren el modelo más acertado para la evaluación de los diferentes tipos de aprendizaje.

Los procesos de evaluación del aprendizaje apoyan las intenciones del tejido social, en materia de aseguramiento y control de la calidad de formación en las instituciones educativas. En ese sentido, la sociedad delega la misión de valorar la calidad de los estudiantes y de los futuros egresados del sistema educativo en los docentes y en las directivas de las instituciones. No obstante se corre el riesgo de convertir a la evaluación, cuando no es bien entendida, en un elemento coercitivo, de segregación y que margina a aquellos que “no se consideran aptos para continuar hacia el sistema productivo”. En efecto, no debe desconocerse que la evaluación desata el temor al cuestionamiento, en ellos subyace la angustia, para el evaluado, de ser marginado, excluido, de no alcanzar la talla o la categoría que se ha pretendido.

Pero el espectro de los fines de la evaluación supera el conjunto de acciones conducentes a la calificación, la medición, el simple control, la normatividad, la certificación y la acreditación. Se trata de un proceso que atiende causas más naturales, como el diagnóstico, la elaboración de planes de mejoramiento, la toma de decisiones, el reconocimiento y el autoreconocimiento. Practicada “sanamente”, la evaluación del aprendizaje debe proporcionar los elementos informativos y valorativos que permiten dinamizar y reinterpretar los procesos de enseñanza y aprendizaje, establecer un mejor pronóstico y emprender procesos de mejora.

Por otra parte, los instrumentos de evaluación permiten la materialización de la evaluación del aprendizaje. Estos instrumentos son: las pruebas, la supervisión del trabajo en el aula, en el laboratorio; el desempeño en los escenarios deportivos, los informes, los talleres, las sustentaciones y la revisión de tareas. La aplicación de estos

instrumentos demanda la definición de objetivos, estrategias y operaciones importantes, entre otros, la medición y el establecimiento de escalas, las cuales apoyan la emisión de juicios de valor.

Dentro de sus funciones, la evaluación del aprendizaje, atienden a las comunidades de estudiantes, docentes, a los directivos de las instituciones y en últimas a la sociedad. Al estudiante le permite reconocer lo que sabe y sabe hacer, reconocer la calidad de sus aprendizajes y de sus logros, así como reorientar estos procesos. Además permite obtener seguridad, fijar el aprendizaje y finalmente lo apoya en el "aprender a aprender". Por su parte, al docente le sirve para detectar dificultades en el proceso de enseñanza y en el aprendizaje, revisar la validez de las estrategias de enseñanza, diagnosticar las causas de las dificultades, reforzar áreas de estudio y acreditar los aprendizajes. A la institución educativa, le permite evaluar el aprendizaje y conocer la calidad de los logros, la calidad de las estrategias, detectar fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza y aprendizaje y trazar políticas de mejoramiento. Finalmente, para la sociedad, la evaluación del aprendizaje permite la valoración y el reconocimiento de los logros de los futuros egresados, valorar los títulos otorgados y plantearles nuevos retos al sistema educativo.

Existen diferentes taxonomías para categorizar la evaluación del aprendizaje. De acuerdo al uso y al momento en que se aplica, la evaluación se clasifica en evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Además, atendiendo a los agentes que la ejecutan se habla de autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación. Una tercera categoría taxonómica se relaciona con sus instrumentos: cuantitativos y cualitativos. Finalmente de conformidad con las tendencias la evaluación puede ser por norma, por criterio, por objetivos, por logros y por competencias.

El número y la extensión de los instrumentos de evaluación son el resultado de un compromiso entre los agentes que participan en el proceso de evaluación, así como de las exigencias contextuales (la intención). Se trata de optimizar la cantidad que desea evaluarse (que tan integral resulta el instrumento) y el muestreo adecuado (número de pruebas, número de ítems por prueba y extensión de los mismos).

Naturalmente sobre la evaluación se ciernen dudas, ¿ Los instrumentos de evaluación responden a los principios y valores de la evaluación?, ¿ Es la evaluación del aprendizaje un motor que impulsa el establecimiento de planes de mejoramiento y construcción del proceso de enseñanza?, ¿Sin la presencia de la calificación y la certificación puede la evaluación asegurar la calidad?

4.2.3 Momentos de la Evaluación

En el proceso de evaluación del aprendizaje se identifican tres momentos, con fronteras no muy claras, pero sentidos diferentes, se trata de la evaluación diagnóstica, la evaluación formativa y la evaluación sumativa.

- **La evaluación diagnóstica**

La evaluación diagnóstica en los procesos de enseñanza aprendizaje, constituye el reconocimiento de los saberes previos a la enseñanza. Esto facilita la identificación de fortalezas y debilidades en el tema a tratar, lo que permite el pronóstico de éxito o de eventuales dificultades en el nuevo aprendizaje. El análisis de los resultados de la evaluación diagnóstica debe conducir a realizar ajustes necesarios en el plan inicialmente planteado.

Para concretarse, la evaluación diagnóstica emplea instrumentos de evaluación. Los más usados son las pruebas, las cuales permiten explorar los conocimientos, las creencias, las habilidades y las aptitudes.

- **La evaluación Formativa**

La evaluación formativa es un proceso continuo de reconocimiento y retroalimentación que pretende modificar y mejorar los desempeños en los procesos de instrucción. No sólo el desempeño de los estudiantes, sino en general del proceso de enseñanza.

La evaluación formativa apoya la motivación hacia los aprendizajes y facilita la transferencia de lo aprendido. Puede ser vista como el elemento que advierte, si es

necesario detenerse y revisar, transitar con precaución ó con confianza seguir adelante, una "especie de semáforo colocado a lo largo del camino"¹⁷

Posee un carácter con tinte individualizante, en ese sentido respeta la diferencia del educando, afecta positivamente su autoestima y le da oportunidad de manifestarse tal como es. Al mismo tiempo, la evaluación formativa genera los espacios que superan lo disciplinar, permitiendo incorporar elementos de formación de carácter axiológico y actitudinal.

- **La evaluación sumativa**

La evaluación sumativa es aquella que determina y juzga a partir de las evaluaciones formativas si se han alcanzado los logros de los procesos de enseñanza aprendizaje. Se trata de una evaluación instrumental y cuantitativa. Recibe el nombre de evaluación final, porque se aplica al final del proceso de instrucción, ya sea al final de cada tema o al finalizar una asignatura.

Dentro de sus propósitos se encuentran la calificación, la información a los estudiantes sobre sus progresos, la certificación y acreditación de competencias y conocimientos, la promoción, el pronóstico del desempeño en cursos posteriores y la determinación del nivel cognitivo en cursos subsiguientes.

Dentro de los instrumentos de evaluación sumativa, las pruebas juegan un papel importante. En las pruebas se manifiesta la intencionalidad de la evaluación sumativa, lo cual es observable en las especificaciones que se otorgan a las conductas o los niveles de logro.

El aspecto sumativo de la evaluación, para ponerlo en términos muy actuales, carga con la injusta reputación de Judas, porque si bien es cierto que margina y selecciona, para que se cumplan los "diseños sociales", es también un elemento que garantiza, muy concretamente la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

¹⁷ Wandurraga, N. et al *Conferencia sobre Evaluación Formativa*. CEDEUIS-Centro para el desarrollo de la docencia, Universidad Industrial de Santander, Mayo 2006

En este capítulo hemos ampliado los elementos fundamentales de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, se ha incluido una reflexión en torno a la estrategia de resolución de problemas de lápiz y papel, así como de la evaluación del aprendizaje formal. Aunque se trata de nociones generales las intenciones son apoyar la mediación de los contenidos de la asignatura óptica del programa de Física de la Universidad Industrial de Santander.

BIBLIOGRAFÍA

ACODESI (Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia), La formación integral y sus dimensiones, tercera edición, Bogotá: ACODESI, 2003, 168 p.

Arias Silva, Juan de Dios. Problemas de aprendizaje. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Educación. Bogotá, D.C., 2003, 410 p.

Arias, Eduardo. El potencial humano de alto nivel en Colombia, Bogotá: ICETEX, 1998. p.p 109-120.

Astolfi, Jean-Pierre. Aprender en la Escuela. Santiago de Chile: Ediciones Dolmen, S.A, 1997. 213 p.

Becerra Labra, Carlos; Gras-Martí, Albert y Martínez-Torregrosa, Joaquín. ¿Cómo se enseña a resolver problemas de Física en Bachillerato y primeros cursos universitarios? En: Docencia Universitaria. Vol. 6. Bucaramanga. 2005. p. 39-55.

Burón, Javier. Enseñar a aprender: introducción a la metacognición. 6ª. Edición. Ediciones Mensajero, Bilbao, 1996. 157 p.

Botero Chica, Carlos A. La formación de valores en la historia de la educación colombiana. En: Revista Iberoamericana de Educación. (sep. 2005). 23 p.

Clavijo, Galo Adán. La modernización curricular y el desarrollo de competencias. En: Lozano, Luis Antonio et al. Universidad, currículo y acreditación. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2002. p. 53.

Delors, Jacques et al. La educación encierra un tesoro. Madrid: Santillana-Ediciones UNESCO, 1996. 318 p.

Desoete, Annemie and Roeyers Herbert. Metacognitive macroevaluation in mathematical problem solving. En: Learning and Instruction. Vol. 16. (2006). p.12-25

De Zubiría, Sergio. La mala pedagogía se hace con buenas intenciones. En: Guillermo Bustamante Zamudio et al El Concepto de Competencia II. Bogotá: Sociedad Colombiana de Pedagogía, 2004, 198 p.

Díaz Barriga, Frida y Hernández Rojas, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Segunda edición. México: Mc. Graw Hill, 2002. 465 p.

Efklides, Anastasia. Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? En: Educational Research Review. Vol. 1. (2006). p. 3-14.

García García, José Joaquín. Didáctica de las Ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Bogotá: Magisterio, 2003. 300 p.

Gualdrón de Aceros Lucila y Rey Gómez Rocío. Construcción de Materiales de Autoaprendizaje, una metodología innovadora. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2002. 218 p.

Karasavvidis, Ilias, Pieters, Jules and Plomp, Tjeerd. Investigating how secondary school students learn to solve correlational problems: quantitative and qualitative discourse approaches to the development of self-regulation. En: Learning and Instruction. Vol. 10. (2000). p. 267-292.

López Jiménez, Nelson Ernesto. Retos para la construcción curricular De la Certeza al paradigma de la incertidumbre creativa. Colección Mesa Redonda. Bogotá: Magisterio, 1996. 121p.

Lozano, Luis Antonio et al. Universidad, currículo y acreditación. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2002. 123 p.

McCrinkle, Andrea and Christensen, Carol. The impact of learning journal on metacognitive and cognitive processes and learning performance. En: Learning and Instruction. Great Britain. Vol. 5. (1995). p. 167-185.

Malagón Plata, Luis Alberto Universidad y Sociedad. Pertinencia y Educación Superior, Alma Mater. Bogotá: Magisterio, 2005. 211 p.

Maldonado García, Miguel Ángel. Las competencias una opción de vida. Metodología para el diseño curricular. Bogotá: Ecoe, 2003, 173 p.

Marín Ardila, Luis Fernando, Competencias: "Saber hacer", ¿En cuál contexto?. En: Bustamante Zamudio, Guillermo et al. El concepto de competencia II. Una mirada Interdisciplinar. 2ª. Edición. Bogotá: Sociedad Colombiana de Pedagogía y Alejandría Libros, 2004. 198 p.

Meneses Fonseca, Jaime Enrique. La resolución de problemas de lápiz y papel y la didáctica de las ciencias, Bucaramanga: Centro para el desarrollo de la docencia-CEDEUIS, Universidad Industrial de Santander, 1994. 38 p.

Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, Colombia al filo de la oportunidad, informe conjunto. Colección mesa redonda. Santafé de Bogotá: Magisterio, 1995. 183 p.

Montenegro Aldana, Ignacio Abdón. Aprendizaje y Desarrollo de las Competencias. Bogotá: Magisterio, 2003. 136 p.

Morin, Edgar. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Mesa redonda. Bogotá: Magisterio, 2001. 133 p.

Mockus, Antanas, La misión de la Universidad, Conferencia. Bogotá: Universidad Nacional, 1987.

Posada, Rodolfo. Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. En: Revista Iberoamericana de Educación. OEI (abril, 2004). 33 p.

Pozo Municio, Juan Ignacio. Aprendices y maestros la nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Editorial Alianza, S.A., 1999. 383 p.

Pozo, Juan. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid: Ediciones Morata, 1989, p. 177-198. En: Ilce, Martha. Teoría del Aprendizaje. Compilación. CEDEUIS, Bucaramanga, 2006.

Rajadell, Nuria y Serrat, Nuria. La Interrogación Didáctica. En: De la Torre, Saturnino y otros. Estrategias Didácticas Innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Barcelona: Octaedro, 2000. p. 263-285.

Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española. Tomo II. Vigésima primera edición, Madrid: 1992.

Rodríguez, Cruz Héctor M. y García, González Enrique, Evaluación en el aula, México: Trillas, 1987. 200 p.

Salas Zapata, Walter Alfredo. Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. En: Revista Iberoamericana de Educación. OEI, (sep, 2005). 10 p.

Spies, Philip. Las tradiciones de la universidad y el desafío de la transformación global. En: Sohail Inayatullah y Jennifer Gidley (comp), La Universidad en Transformación, perspectivas globales sobre los futuros de la universidad. Barcelona: Pomares, S.A. Barcelona, 2003. 368 p.

Tobón Tobón, Sergio Competencias en la Educación Superior políticas hacia la calidad, Bogotá: Ecoe, 2006. 232 p.

Tovar, María Clara. El significado de la formación integral en estudiantes de último semestre Facultad de Salud de la Universidad del Valle, 2002. En: Colombia Médica. Vol. 33. No. 4, (2002). p. 149-155.

Tynjälä, Päivi. Developing education students' conceptions of the learning process in different learning environments. En: Learning and Instruction. Great Britain. Vol. 7. No. 3. (1997). p. 277-292.

Universidad Industrial de Santander. Proyecto Institucional. Bucaramanga: División Editorial y de Publicaciones -UIS, 2000. 74 p.

Veenman, Marcel and Spaans, Marle. En: Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. En: Learning and Individual Differences. Vol. 15. (2005). p. 159-176.

ANEXO



FORMATO RESUMEN DE PLAN DE ASIGNATURA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 FACULTAD DE CIENCIAS
 Escuela de Física
 Programa: Física

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: <i>ÓPTICA</i>		CÓDIGO	
REQUISITOS: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Electromagnética 	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL		
	TAD ¹⁸ :	TI ¹⁹ :	C ²⁰ :
PROPÓSITOS DEL CURSO: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar los fundamentos físicos y matemáticos para analizar las propiedades generales de la luz y los fenómenos ópticos. ▪ Desarrollar destrezas en la medición de propiedades de la luz y de los sistemas ópticos mediante prácticas de laboratorio. 			
CONTENIDO			
<ul style="list-style-type: none"> o Inducción o Ondas electromagnéticas viajeras. (Ecuaciones de Maxwell, Ecuación de Onda, Ondas escalares y vectoriales) o Óptica Geométrica. (Reflexión y refracción de ondas planas, fórmulas de Fresnel, reflexión total, lentes delgadas, espejos) o Guías de Onda o Estados de Polarización. (Diferentes formalismos para describir el estado de polarización de las ondas, Ondas luminosas polarizadas rectilínea, circular y elípticamente) o Interferencia. (Superposición de ondas monocromáticas, sistemas Interferenciales, interferómetros de Young, Michelson y Fabry-Perot, interferencia en películas delgadas) o Coherencia. (Coherencia temporal, Coherencia Espacial) o Difracción. (Principio de Huygens-Fresnel, fórmula de Kirchhoff, aproximación de Fresnel, aproximación de Fraunhofer, difracción debida a aberturas de diferentes geometrías) o Propagación de la luz en medios anisotrópicos. (Propagación, polarización e interferencia de ondas luminosas en medios anisotrópicos lineales, birrefringencia, actividad óptica, efectos electro-ópticos y efectos Magneto-ópticos). 			
<p>ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y CONTEXTOS POSIBLES DE APRENDIZAJE PARA HORAS TIPO TAD Y TI</p> <p>El curso se apoya en las exposiciones magistrales por parte del docente. El desarrollo de talleres con preguntas y problemas de "lápiz y papel" que pueden ser resueltos en conjunto con el profesor. La asignación de tareas para trabajo independiente. El planteamiento de problemas que requieren el uso de las herramientas computacionales. Es importante sugerir la lectura de por lo menos un pequeño artículo, preferiblemente de carácter divulgativo y en una lengua extranjera, a partir de esta lectura el estudiante debe redactar un escrito en alguna de las siguientes formas: ensayo, resumen o comentario.</p>			
EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA			
<p>El curso puede ser evaluado mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La presentación de exámenes cortos. ▪ Exámenes largos. ▪ Trabajos para desarrollar por binas o individualmente. ▪ Resolución de talleres. 			

¹⁸ Trabajo Asistido por el Docente

¹⁹ Trabajo Independiente del Estudiante

²⁰ Créditos

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA:

- Hetch, Eugene. *Óptica*. Tercera edición. Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana, 2000. 722 p.
- Cabrera, José Manuel. López, Fernando Jesús y Agulló, Fernando. *Óptica Electromagnética*. Volumen I. Segunda Edición. Madrid :Addison-Wesley Iberoamericana, 1998. 324 p.
- Cabrera, José Manuel. López, Fernando Jesús y Agulló, Fernando. *Óptica Electromagnética*. Volumen II. Madrid : Addison-Wesley Iberoamericana, 2000. 495 p.
- Pérez, J. P. *Optique Fondements et applications avec 200 exercices et probleme résolu*. París : Masson, 1998. 540 p.
- Goodman J.W., *Introduction to Fourier Optics*. Segunda Edición. Mc. Graw-Hill, 1986
- Born, M & Wolf, E. *Principles of optics. Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light*. Seventh edition. U.K: Universtity Press. Cambridge, (2002). 952 p.

CONCEPTOS

Se entiende por **heurístico** un conjunto de procedimientos que permiten acercarnos con alta probabilidad a la solución de un problema.

La resolución de problemas de "lápiz y papel" constituye una **estrategia de enseñanza y de aprendizaje** de uso común en las disciplinas de las ciencias naturales orientada hacia la organización de nueva información. La expresión "lápiz y papel" sugiere un **contexto** que generalmente alude al enfrentamiento con escenarios simulados y artificiales, en lugar de afrontar las situaciones reales.

En el lenguaje de las competencias. **Un problema de "lápiz y papel"** puede ser entendido como una situación contextualizada, cuantitativa o cualitativa, que requiere una solución y que se convierte en un buen pretexto para hacer evidente la acción coordinada de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en la búsqueda de su posible solución.

Dificultades de proceso en la Resolución de Problemas de "Lápiz y Papel"

Dificultades relacionadas con la comprensión del problema

- Dificultad para leer el problema profunda y reflexivamente
- Uso de formas incorrectas para describir y organizar la información
- Deficiencia en la traducción del marco conceptual a la solución del problema
- Omisión de variables

Dificultades relacionadas con el procesamiento de la información:

- Procesamiento de datos e información
- Inadecuado uso de la información ante situaciones problemáticas nuevas.
- Manejo de la incertidumbre en el resultado

Dificultades de proceso en la resolución de problemas de "lápiz y papel".

Posibles causas de las dificultades de proceso:

- Carencia de los conocimientos básicos necesarios para resolver el problema.
- Visión reducida de la estructura conceptual necesaria para resolver el problema.
- Errores conceptuales no detectados.
- Lectura superficial del problema.
- Falta de estimación *a priori* de una posible respuesta
- Enunciado del problema con vocabulario y exigencia muy difusa.
- Ligereza y escasa reflexión antes de emitir juicios ó realizar cálculos.
- Escasa o nula reflexión sobre los resultados.
- Escasa metacognición sobre las estrategias útiles para resolver problemas.
- Carencia de heurísticos para enfrentar el problemas.

Indicadores de las Dificultades de Proceso:

- Las preguntas que el estudiante formula al docente y a sus compañeros cuando lee el enunciado del problema.
- El escaso peso a los elementos esenciales del problema y contrariamente se invierte mucho esfuerzo en entender elementos superfluos.
- Planteamiento de situaciones "erróneas" que discrepan mucho del modelo físico.
- Emisión de respuestas sin ninguna reflexión sobre el orden de magnitud y el análisis de las unidades.
- El orden de abordaje de la situación problemática.
- Inseguridad o carencia de reflexión sobre el resultado obtenido.



¿Cómo la implementación de heurísticos, puede mejorar los desempeños en la comprensión y el planteamiento de los problemas de "lápiz y papel"?

METODOLOGÍA

Tiempo: 16 semanas

Recursos: Recurso Humano (Estudiantes, profesores y auxiliares). Textos. Material para grabación de datos, video y audio. Equipo de Cómputo y software para Hoja de Cálculo.

Método: Observación de desempeños

Objetivos Específicos	Etapas	Procedimientos
• Presentar situaciones problemáticas que serán abordadas individual y colectivamente	Reflexión crítica	Conversatorio Exploración sobre la forma cómo los estudiantes resuelven problemas de "lápiz y papel"
	Fundamentación Teórica	Revisión bibliográfica sobre la forma tradicional de resolución de problemas y sobre los nuevos enfoques.
	Diseño de los problemas	Creación de una base de problemas, sobre alguna temática en particular, con acertado contenido didáctico.
• Identificar las dificultades de proceso que presentan mayor frecuencia en el aula	Diseño de instrumentos de registro de datos.	Diseño de formatos para consignar la forma en que los estudiantes enfrentan los problemas.
	Registro de Datos.	Conversar con los estudiantes, colectiva e individualmente. Manejo de diario. Grabaciones durante el proceso de resolución.
	Clasificación de datos	Clasificar y determinar las clases de dificultades y su frecuencia.
• Socializar los procedimientos empleados por los estudiantes al resolver problemas.	Socialización de situaciones	Exposición oral y redacción de informes sobre los desarrollos del problema
• Abordar situaciones problemática haciendo énfasis en los heurísticos que los estudiantes no han advertido.	Fundamentación teórica sobre los heurísticos.	Presentación oral y suministro de textos sobre los heurísticos de proceso.
• Introducir heurísticos para mejorar el proceso de resolución de problemas	Aplicación de los heurísticos aportados	Planteamiento de nuevas situaciones problemáticas. Redacción colectiva de una cartilla para resolver un determinado tipo de problemas. (Advertir, que se trata de una guía y no una receta). Reflexionar sobre los cambios observados.

Hipótesis: La incorporación de heurísticos permite aliviar las dificultades de proceso en la resolución de problemas de "lápiz y papel", porque facilita la formación de estructuras cognitivas y cognoscitivas en los estudiantes.

Objetivo General: Mejorar los desempeños en el proceso de resolución de problemas mediante la utilización de heurísticos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel" es de amplio uso en la didáctica de las ciencias naturales. Su implementación generalmente exige un gran esfuerzo y articulación del trabajo de aprendices y maestros. En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se resuelven problemas de "lápiz y papel" para construir ciencia o viceversa, a partir de los argumentos científicos afrontar situaciones problemáticas. En ese sentido, como pieza relevante en la construcción de estructuras cognitivas y cognoscitivas, resulta plenamente justificado explorar elementos que apoyen el uso adecuado de la estrategia y minimicen las dificultades que se presentan. En este trabajo estamos interesados en explorar un enfoque didáctico que permita aliviar las dificultades de proceso en la estrategia de resolución de problemas de "lápiz y papel". Esto implica observar los indicadores mencionados arriba, interpretarlos en el marco de la práctica tradicional y proponer heurísticos que apoyen y aumenten el nivel de comprensión y mejoren la habilidad para resolver problemas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL FÍSICO EN AMÉRICA LATINA²¹

(INFORME FINAL DEL PROYECTO TUNING AMÉRICA LATINA, ÁREA FÍSICA)

Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.
Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna.
Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.
Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.
Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos.
Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.
Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones.
Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.
Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria.
Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.
Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
Buscar, interpretar y utilizar información científica.
Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.
Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos.
Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.

²¹ <http://www.unideusto.org/tuning/>, a septiembre 20 de 2006