



---

**PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE ACTITUDES QUE PERMITEN  
LA INTERACCIÓN EN EL AULA EN LA MEDIACIÓN DE LA ASIGNATURA  
DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

---



**JAIRO AUGUSTO SUÁREZ DUARTE**  
Ingeniero Químico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
VICERRECTORIA ACADÉMICA  
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA DE LAUIS  
CEDEDUIS  
BUCARAMANGA  
2013**

**PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE ACTITUDES QUE PERMITEN  
LA INTERACCIÓN EN EL AULA EN LA MEDIACIÓN DE LA ASIGNATURA  
DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

**JAIRO AUGUSTO SUÁREZ DUARTE**  
Ingeniero Químico

Monografía elaborada como requisito parcial  
para optar al título:

**ESPECIALISTA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

**Directora:**

**MARTHA VITALIA CORREDOR MONTAGUT**  
Doctora Ingeniera de Telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA  
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA EN LA UIS -  
CEDEDUIS  
BUCARAMANGA  
2013**

## DEDICATORIA

*A mi madre Alix, mi primera profesora*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de hallarlo cada vez más en el conocimiento.

A mi padre Jairo Alfonso y a mis hermanos Fabián Ferney y Walter Camilo, por su orientación, compañía y colaboración.

A mi querida profesora Martha Vitalia Corredor Montagut, por la confianza brindada, su tiempo, su paciencia y amorosidad que hicieron posible la realización de éste trabajo.

Al Centro para el Desarrollo de la Docencia de la UIS – CEDEDUIS, por ofrecer espacios de formación profesional que enriquecen el quehacer docente.

Al cuerpo docente del programa de posgrado Especialización en Docencia Universitaria – Martha Ilce Prez, Ruby Arbelaez Lopez, Constnaza Villamizar Luna y Guillermo Torres Zambrano-, y al cuerpo administrativo – Martha Esther Uribe Blanco y Virginia Gavilán Díaz – por hacer parte de esta maravillosa experiencia.

A mis compañeros “Los del Máster” – Judy Milena Mesa Mejía, Erika Vianney Hernández López, Edna Liceth Valderrama Duarte, Diego Sanabria Peñaloza, Ludy Amparo Mesa Cáceres, Adrian Elías Linares Amador, Flora Margarita Daza Vergara, Gladys Lucia Arias Chacón y Alejandro Santa Arciniegas – con quienes viví verdaderas experiencias de aprendizaje para la vida.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>1. LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE:“Una Mirada a la Esencia de la Asignatura”</b> .....	<b>15</b>
1.1. LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE .....	16
1.2. PRESABERES REQUISITO PARA TOMAR LA ASIGNATURA .....	19
1.3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR EN LA ASIGNATURA .....	21
1.4. EL ESTUDIANTE FRENTE AL RETO DE LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE .....	21
<b>2. LO QUE DEBE SABER EL PROFESOR MEDIADOR DE LA ASIGNATURA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE:“Responsabilidad Social Universitaria en la Formación Integral de Hombres y Mujeres”</b> .....	<b>25</b>
2.1. COMPROMISO DOCENTE ANTE LA FORMACIÓN PROFESIONAL. ....	26
2.2. FORMACIÓN INTEGRAL DE HOMBRES Y MUJERES .....	31
<b>3. ACTITUDES DEL DOCENTE QUE ENRIQUECEN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE:“Una Reflexión y una Propuesta”</b> .....	<b>38</b>
3.1. UNA PROPUESTA DE TRABAJO EN EL AULA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE QUE PLANTEA UNA ACTITUD DOCENTE SIGNIFICATIVA.....	39
3.2. UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE QUE FAVORECE EL DESARROLLO DE FUNCIONES COGNITIVAS, METACOGNITIVAS Y ACTITUDINALES .....	42
3.3. SIGNIFICATIVIDAD DE LA PROPUESTA.....	46

3.3.1.	El Problema a Resolver .....	48
<b>4.</b>	<b>PEDAGOGÍA APLICADA A LOS PROCESOS EDUCATIVOS:“Una Propuesta de Evaluación de los Fenómenos de Transporte” .....</b>	<b>56</b>
4.1.	LA PROBLEMÁTICA DE LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE .....	59
4.2.	EVALUACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE DESDE EL DESARROLLISMO PEDAGÓGICO .....	62
4.3.	PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE PARA LOS CONTENIDOS VISTOS EN LAS PRIMERAS TRES SEMANAS DEL SEMESTRE.....	66
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>72</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Relación de Dimensiones del Ser Humano.....	31
<b>Tabla 2.</b> Relación de Competencias a Desarrollar con la Implementación de la Estrategia por Resolución de Problemas.....	47
<b>Tabla 3.</b> Relación de Contenidos a Mediar con la Estrategia por Resolución de Problemas.....	48
<b>Tabla 4.</b> Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 1 .....	49
<b>Tabla 5.</b> Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 2 .....	51
<b>Tabla 6.</b> Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 3 .....	53
<b>Tabla 7.</b> Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 4 .....	55
<b>Tabla 8.</b> Propuesta de Evaluación de las Competencias Cognitivas en el Estudiante.....	68
<b>Tabla 9.</b> Propuesta de Evaluación de las Competencias Actitudinales y Axiológicas en el Estudiante.....	69
<b>Tabla 10.</b> Propuesta de Evaluación de las Competencias Cognitivas en el Docente.....	70
<b>Tabla 11.</b> Propuesta de Evaluación de las Competencias Actitudinales y Axiológicas en el Docente.....	71

## RESUMEN

**TITULO:** PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE ACTITUDES QUE PERMITEN LA INTERACCIÓN EN EL AULA EN LA MEDIACIÓN DE LA ASIGNATURA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE\*

**AUTOR:** JAIRO AUGUSTO SUÁREZ DUARTE\*\*

La presente monografía es un aporte orientado al mejoramiento de las experiencias de formación que se ofrecen en la asignatura de Fenómenos de Transporte de un programa de pregrado de Ingeniería Química de una universidad colombiana. El estudio parte del análisis pedagógico sobre el proceso actual de mediación del aprendizaje que se dan en la asignatura y la incidencia sociocultural del entorno universitario sobre los resultados del proceso educativo. Como resultado del análisis realizado sobre la actividad en el aula, se proponen experiencias de mediación para favorecer la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación durante el desarrollo de la asignatura dentro del contexto de la universidad en cuestión. Las actividades propuestas cubren los contenidos vistos en las primeras tres semanas y dos horas de clase de un semestre convencional universitario.

Este trabajo pretende ofrecer un aporte al docente de los Fenómenos de Transporte para orientar y enriquecer su propia práctica docente con base en la reflexión personal y grupal, direccionada a mejorar la realidad que se vive en la aulas en donde los educandos se forman integralmente y aprenden significativamente conceptos del transporte relacionados con cantidad de movimiento, de energía y materia, que les permiten desempeñarse como profesionales de Ingeniería Química.

**PALABRAS CLAVE:** Universidad, Ingeniería Química, Fenómenos de Transporte, Procesos Educativos, Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación.

---

\*Monografía para optar el título de Especialista en Docencia Universitaria.

\*\*Unidad: Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS CEDEDUIS. Directora: Dra. Martha Vitalia Corredor Montagut.

## ABSTRACT

**TITLE:** PROPOSAL FOR DEVELOPMENT OF ATTITUDES WHICH ALLOW CLASSROOM INTERACTION ON THE TRANSPORT PHENOMENA SUBJECT MEDIATING

**AUTHOR:** JAIRO AUGUSTO SUÁREZ DUARTE

This paper is a contribution aimed to improve training experiences offered on the Transport Phenomena subject from an undergraduate program in Chemical Engineering from a Colombian university. The study begins on the pedagogical analysis of current mediation process of learning that occur in the above mentioned subject and in the socio cultural university environment as well, which impact on the outcome of the educational process. As a result of analysis conducted on the classroom activity, mediation experiences are proposed in order to improve the teaching, learning and assessment processes during the development of the subject within the context of the university in question. The proposed activities on this paper take into account the contents seen during the first three weeks and two hours of class of a conventional college semester.

This paper aims to provide a contribution to the teachers of Transport Phenomena subject to guide and enrich their own teaching practices based on personal and group reflection, directed at improving the reality of life in classrooms where students are formed integrally and learn significantly all the issues related to transport concepts of movement, energy and matter, allowing them to act as professionals of Chemistry ingested.

**KEY CONCEPTS:** University, Chemical Engineering, Transport Phenomena, Educational Processes, Teaching, Learning and Evaluation.

---

\* Monograph to choose the title of University Teaching Specialist.

\*\* : Centre for Development of Teaching in CEDEDUIS. Director: Dr. Martha Vitalia Corredor Montagut

## INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que los docentes universitarios enfrentan grandes retos en el tema de la formación de profesionales idóneos en su disciplina y con competencia para responder a las necesidades sociales, laborales, propias del contexto de desempeño. Además formar profesionales que se desempeñen con éxito en su campo laboral, los docentes, tienen el compromiso de formarlos integralmente de forma que sean capaces de conocerse y reconocer al otro, trabajar colaborativamente, ser solidarios y tolerantes, lo que garantiza el aporte a la formación de hombres y mujeres que se proyectan positivamente en la sociedad. Lo anterior exige que los paradigmas de enseñanza, aprendizaje y evaluación, que han imperado durante muchos años en la formación universitaria, necesariamente cambien para abrir paso a propuestas argumentadas en la pedagogía de los procesos educativos, que le apuesten a procesos formativos que favorecen el desarrollo de competencias, que aseguren en los futuros profesionales el saber, saber hacer, saber ser y saber convivir.

Algunos de los factores importantes en el desarrollo adecuado de los procesos de enseñanza y aprendizaje y de implementación de procesos evaluativos, que responden a los retos señalados, son, entre otros, la actitud, los intereses y el compromiso del docente como mediador. Dichos factores actitudinales del docente influyen significativamente en que el estudiante aprenda bien lo que se le quiere enseñar, debido a que, la mediación como quehacer docente, debe lograr la implicación y la participación activa de los estudiantes en estos procesos, pues como lo plantean De la Torre et al. <<*el aprendizaje del alumno*

*no es proporcional al tiempo de explicación, sino de implicación*>><sup>1</sup>. Dichos procesos exigen que el docente ofrezca experiencias educativas que favorezcan la motivación en los educandos por el aprender y, una mirada de parte de éstos sobre la investigación como proceso que genera conocimiento, lo que permite identificar focos de impacto de mejora para las diferentes problemáticas sociales, políticas, científicas y económicas que se viven en un mundo globalizado.

Se puede identificar que en los ciclos básicos profesionales de las Ingenierías Físicoquímicas, el estudiante se enfrenta al reto de construir sus propios conceptos sobre áreas de estudio de su especialidad ingenieril, apoyado por procesos de mediación docente, que permiten a los estudiantes extrapolar los conocimientos aprendidos en clase a contextos propios de la ingeniería y campos de desempeño específicos. Las asignaturas de este ciclo para la Ingeniería Química, exigen el estudio y la aplicación de un alto componente matemático, de razonamiento lógico y estudio de casos, elementos que complejizan los procesos de aprendizaje; a esto se suma actitudes que asumen algunos docentes que en muchas ocasiones desmotiva y disminuye el interés de los estudiantes por las actividades que se proponen. Estos factores impiden ofrecer procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación pertinentes para la formación integral de ingenieros químicos.

Una de las asignaturas básicas en la formación de profesionales de esta especialidad, son los Fenómenos de Transporte, en la que el educando debe construir conceptos sobre mecanismos y cinética de los fenómenos de transferencia de masa, calor y cantidad de movimiento; ubica los fenómenos de transporte como fundamento del estudio de las operaciones unitarias y los procesos químicos y, finalmente, adquiere las herramientas para analizar operaciones y procesos en los que ocurren fenómenos de transporte en

---

<sup>1</sup> DE LA TORRE, Saturnino y Otros. Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Barcelona: Octaedro. 2000, Pág. 84

sistemas homogéneos, flujo en una dirección y en estado estacionario o no estacionario.

A lo largo de la historia de la enseñanza de esta asignatura se ha evidenciado que la complejidad del contenido de la misma es una causa que influye significativamente en la pérdida de la asignatura, atraso en el programa académico y el abandono de estudiantes de la carrera. Desde mi experiencia como egresado del programa de Ingeniería Química, logré identificar que algunos de los factores más sobresalientes que dificulta la aprehensión del conocimiento de los Fenómenos de Transporte, tiene que ver con la actitud, el interés y el compromiso del docente en el proceso de mediación entre el educando y el conocimiento propio de las lecciones de clase, lo que se refleja en la equivocada selección de estrategias de enseñanza, aprendizaje y el planteamiento de criterios de evaluación no pertinentes para el mejoramiento de los procesos educativos.

La presente reflexión aporta información clave en la identificación de competencias actitudinales propias del docente mediador y educandos de los Fenómenos de Transporte, que son determinantes en el correcto desarrollo e implementación de los diferentes procesos educativos, mediante propuestas de enseñanza, aprendizaje y evaluación, direccionadas a favorecer actitudes positivas en las interacciones del aula de esta asignatura.

## **1. LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE**

### **“Una Mirada a la Esencia de la Asignatura”**

....

Quienes median los contenidos de la asignatura de Fenómenos de Transporte para la formación de Ingenieros Químicos, deben reconocer esta asignatura como una de las más importantes para esta especialidad ingenieril y tener en cuenta, que la complejidad de sus contenidos requieren especial cuidado a la hora de la enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En este sentido, no basta con que el docente sea idóneo en su disciplina profesional, se trata entonces, que quien media los contenidos de los Fenómenos de Transporte, debe saber enseñar, identificar cómo aprenden los estudiantes y finalmente, qué entorno educativo debe considerarse a la hora de la evaluación.

El capítulo I, ofrece un panorama general sobre los Fenómenos de Transporte, permite al lector identificar las principales características de los contenidos a mediar durante las lecciones de clase, los presaberes que deben tener los estudiantes para desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje, las competencias cognitivas a favorecer durante el tiempo de mediación y finalmente, algunas técnicas de estudio sugeridas con base en recomendaciones que algunos autores de libros sobre Fenómenos de Transporte, hacen a los estudiantes.

## 1.1. LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

*“En la enseñanza ingenieril existe un interés creciente por el conocimiento de los principios físicos fundamentales, en, vez de la utilización de un ciego empirismo”<sup>2</sup>.*

La asignatura, objeto de estudio, es sin duda lo suficientemente básica como para abarcar diversas disciplinas clásicas, debido a que, los fenómenos de transporte, al igual que la termodinámica, la mecánica y el electromagnetismo, constituye una de las piezas clave de las ciencias ingenieriles en donde, el conocimiento de las leyes básicas del transporte relacionadas con cantidad de movimiento, energía y materia, es significativo a la hora de aplicar estos conceptos a contextos de desempeño específicos.

El conocimiento de los Fenómenos de Transporte es fundamental para el desempeño de futuros profesionales que aspiren a impactar positivamente en las diversas áreas de la aplicación de la química como tecnología e ingeniería, de la ingeniería civil, mecánica y de alimentos etc. Durante el desarrollo de la asignatura se estudian los conceptos, principios y las teorías fundamentales para resolver problemas, casos de aplicación y solución de situaciones contextualizadas, vinculadas con el diseño de equipos a nivel laboratorio, piloto e industrial; en los cuales se llevan a cabo operaciones físicas fundamentales de transporte de cantidad de movimiento (flujo viscoso), transporte de energía (conducción del calor, convección y radiación), y transporte de materia (difusión), e identificación y análisis de situaciones en donde se lleven a cabo cualquiera de los procesos mencionados.

---

<sup>2</sup> BIRD, Byron y otros. Fenómenos de Transporte, Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Wisconsin-USA. Versión española por el Prof. Dr. Fidel Mato Vázquez, Catedrático de Química Técnica de la Universidad de Salamanca. Barcelona: Reverté 1992, Prólogo.

El dominio de esta asignatura comprende, entonces, tres temas fundamentales estrechamente relacionados: dinámica de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia. La dinámica de fluidos, se refiere al transporte de cantidad de movimiento. La propiedad física que caracteriza la resistencia al flujo de los fluidos sencillos es la viscosidad la cual varía con la temperatura. Por lo anterior, es necesario estudiar las viscosidades de gases y líquidos desde un punto de vista cuantitativo.

Dado que el impulso o la cantidad de movimiento de un cuerpo se define como el producto de su masa por su velocidad, se puede pensar en la velocidad de un fluido en un punto dado como su impulso por unidad de masa. Es decir que las variaciones en la velocidad que lleva un fluido evidencian transporte de cantidad de movimiento asociado a estos gradientes de velocidad. La descripción matemática de este transporte forma una parte importante de la ciencia de la mecánica de fluidos.

*El conocimiento de los fluidos es esencial, no solamente para tratar con exactitud los problemas de movimiento de fluidos a través de tuberías, bombas y otros tipos de aparatos, sino también para el estudio del flujo de calor y de muchas operaciones de separación que dependen de la difusión y la transferencia de materia.<sup>3</sup>*

Un ejemplo de transporte de cantidad de movimiento, vendría siendo la variación de la viscosidad entre diferentes tipos de lubricantes para autos que existen en el mercado; el cliente puede comparar varias marcas y evidenciar, por simple sentido común en el momento de cargar su auto con el producto, que al comparar los productos en función de la viscosidad todos son diferentes ya que algunos de los lubricantes llegan al tanque más rápido que otros.

---

<sup>3</sup> Mc.CABE, Warren et al. Unit Operations of Chemical Engineering. Cuarta Edición. USA: McGraw Hill, 1998, Pág. 24

De otro lado, prácticamente en todas las operaciones que realiza el ingeniero químico interviene la producción o absorción de energía en forma de calor. Las leyes que rigen la transmisión de calor y el tipo de aparatos, cuyo fin principal es el control del flujo de calor, tienen, por tanto, una gran importancia. La transmisión de calor hace referencia a la transferencia de energía. Cuando dos objetos que están a temperaturas diferentes se ponen en contacto térmico, el calor fluye desde el objeto de temperatura más elevada hacia el de temperatura más baja. El flujo neto se produce siempre en el sentido de la temperatura decreciente. Los mecanismos por los que fluye el calor son tres: conducción, convección y radiación.

Hasta el momento, en este documento se han tratado los conceptos clave de los fenómenos de transporte de cantidad de movimiento y de calor, el último y con igual importancia que los anteriores, corresponden a los fenómenos de transferencia de masa. Debe distinguirse entre la transferencia de masa y el movimiento de masas de fluido (o flujo de fluidos) que se presenta en un nivel macroscópico conforme un fluido se transporta de un lugar a otro.

*La transferencia de masa requiere la presencia de dos regiones con composiciones químicas diferentes y se refiere al movimiento de especies químicas desde una región de alta concentración hacia una de concentración menor. La fuerza impulsora primaria para el flujo de fluidos es la diferencia de presión, en tanto que, para la transferencia de masa, es la diferencia de concentración<sup>4</sup>.*

En este sentido, se ha evidenciado que la temática de la asignatura es compleja e implica dificultades para los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, lo que se ha reconocido en los vastos resultados negativos durante la formación de profesionales en ingeniería química.

---

<sup>4</sup> CENGEL, Y. y CIMBALA, J. Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones. Segunda Edición. USA: McGraw-Hill Companies, 2010, Pág. 774

## 1.2. PRESABERES REQUISITO PARA TOMAR LA ASIGNATURA

De todas las ciencias elementales estudiadas por quienes quieren ser ingenieros, pocas ciencias están tan estrechamente vinculadas con las matemáticas, como los Fenómenos de Transporte; Fuentes refiriéndose a los Fenómenos de Transporte afirma:

*Otras disciplinas pueden hacer uso igual o más extenso del álgebra y del cálculo como herramientas de análisis, pero no los elevan a la categoría de un verdadero idioma, en el cual cada símbolo u operación es la traducción de un concepto o proceso físico definido, y cada ecuación o fórmula codifica una aseveración precisa y categórica sobre alguna ley o conducta natural<sup>5</sup>.*

En este sentido, los que estudian los Fenómenos de Transporte, deben saber leer, hablar y escribir matemáticas; lo que es muy importante a la hora de la enseñanza, aprendizaje y evaluación, ya que los profesores, en su mayoría, dan por sentado que el estudiante llega a quinto nivel de ingeniería química, manejando el léxico básico y avanzado, exigido por la asignatura. En esta dirección, los docentes incurren en la equivocación de que como ellos ya conocen estos conceptos, piensan que los estudiantes tienen el mismo grado de fluidez.

No obstante, algunos docentes <<reducen intencionalmente el nivel de dificultad, especialmente en textos de pregrado, presentando tratamientos truncados o defectuosos que, si bien no exceden la capacidad del estudiante, tampoco intentan acrecentarla (tal como ciertas ediciones infantiles, buscando ofrecer las “primeras letras”, reducen los viajes de Gulliver a sus andanzas por Liliput, o abrevian el Quijote en diez fáciles capítulos)>><sup>6</sup>. Otro caso, uno de los más comunes, consideran prudente incluir los conceptos, las definiciones y

---

<sup>5</sup> OLIVERA, Claudio. Fenómenos de Transporte. Documento en línea. Revisado en: <<<http://fenomenosdetransporte.wordpress.com>>> 05 de Mayo de 2012.

<sup>6</sup> Ibíd. Pág. 1

fórmulas más relevantes en documentos anexos, que el educando puede consultar en caso de necesidad.

Las herramientas matemáticas necesarias para la enseñanza y el aprendizaje riguroso de los Fenómenos de Transporte son el análisis vectorial y tensorial, sistemas y transformaciones de coordenadas rectangulares, cilíndricas y polares; los estudiantes deben mostrar que tiene excelente manejo del cálculo integral para estimación matemática de áreas y volumen. Estos contenidos enunciados, por lo general, se cubren parcialmente en los cursos convencionales de matemáticas del ciclo básico para estudiantes de ingeniería; en este sentido, el docente no debe pasar por alto la diferencia entre el nivel de conocimientos requisito para la asignatura y los que realmente ellos traen consigo. Sin embargo, para identificar el nivel de conocimientos y de desarrollo de las competencias cognitivas alcanzados por los estudiantes en estas asignaturas, se recomienda al docente practicar pruebas diagnósticas, de forma que sea posible una organización lógica y psicológica de los contenidos a mediar en clase según los resultados de la prueba implementada.

*Por otra parte, el uso de un lenguaje matemático voluntariamente limitado y rudimentario (e.g. sólo sistemas de coordenadas Cartesianas rectangulares o cuando mucho ortogonales, balances sólo en elementos diferenciales, etc.) atenta contra la generalidad, elegancia y concisión de las demostraciones y discusiones<sup>7</sup>.*

En este sentido es importante que los estudiantes apliquen los conceptos de cálculo integral; los estudiantes deben tener claros los conceptos de vectores y tensores; los educandos deben manejar y saber utilizar las coordenadas rectangulares, polares y cilíndricas, así como, la conversión entre estas y su aplicación según el caso a resolver.

---

<sup>7</sup> Ibíd. Pág. 1

### 1.3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR EN LA ASIGNATURA

Con respecto a los objetivos buscados en lo referente a las competencias cognitivas, se espera que los alumnos desarrollen criterios propios que les permitan modelar matemáticamente el comportamiento de sistemas reales, donde se produzcan fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento, energía y/o materia, mediante la aplicación de conceptos fundamentales de la física y las herramientas matemáticas que los apoyen en el alcance de los logros propuestos; en general se persigue que el estudiante pueda:

*Utilizar los conceptos o principios fundamentales asociados a los transportes de cantidad de movimiento, materia y energía para analizar problemas de naturaleza física, desarrollando criterios y habilidad para representar situaciones reales en términos fisicomatemáticos, obtener soluciones adecuadas para el diseño y selección de equipos individuales, e interpretar críticamente los resultados obtenidos<sup>8</sup>.*

### 1.4. EL ESTUDIANTE FRENTE AL RETO DE LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE

Las técnicas para el aprendizaje de los fenómenos de transporte, requieren cierta dedicación y cierto tiempo de implicación, que le permitirán al estudiante desarrollar las competencias establecidas para esta asignatura, y finalmente, desempeñarse con éxito en su vida profesional.

Los Fenómenos de Transporte, como se vio antes, hacen referencia a varios fenómenos físicos con características similares, lo que indica que aprendiendo ciertos conceptos básicos es posible abordar gran cantidad de problemas en las áreas de: mecánica de fluidos, transferencia de calor y transferencia de materia. En este sentido, para llegar al nivel de resolver problemas de

---

<sup>8</sup> SOLÁ, Héctor y VILLANUEVA, Alsina. Enfoque para la formación integral en procesos industriales en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Salta - UNSA. Argentina. Enseñanza de las operaciones industriales, Pág.2.

Fenómenos de Transporte, se recomienda tener una buena base de conocimientos que incluyan como mínimo, los siguientes conceptos: cálculo vectorial, sistemas de coordenadas, tensores, ecuaciones diferenciales a derivadas parciales (PDE) y mecánica del continuo.

Hasta el momento no existe un orden específico de cómo abordar los conceptos de esta asignatura, Según Slattery, <<los estudiantes no se interesan mucho por la matemática de tensores si no tienen ninguna exposición a su utilidad práctica>><sup>9</sup>; los libros suelen contener un apéndice o anexo con estos fundamentos. Si se toma el libro de Fenómenos de Transporte de Biron Bird, como libro guía del curso, <<se recomienda que la lectura no se lleve a cabo de principio a fin, sino que hay que ir hacia adelante y hacia atrás hasta que el tema empieza a tomar cierta coherencia>><sup>10</sup>. Actualmente se ha identificado que los métodos de estudio convencionales que usan los estudiantes en el aprendizaje de esta asignatura, se relacionan, con la lectura de textos guía y toma de apuntes durante el tiempo de mediación. Las estrategias y técnicas descritas, en el siguiente aparte, pueden resultar de gran utilidad a la hora de estudiar los Fenómenos de Transporte, de ser necesario se pueden combinar:

### **Notas**

Leer el texto y tomar notas propias, le permite al estudiante sintetizar la información y darle forma propia; paso importante que facilita la posterior asimilación significativa del tema.

### **Lista de Ecuaciones Importantes**

Muy útil a la hora de resolver los problemas. Elaborar notas y listas de ecuaciones, favorece el aprendizaje memorístico, permitiendo al estudiante retener más información, en comparación con la lectura sencilla de los textos.

---

<sup>9</sup> SLATTERY, J.C. Momentum. Energy And Mass Transfer In Continua. Mc Graw Hill, 1972.

<sup>10</sup> BIRD, Byron y otros. Op. Cit. Prólogo.

### ***Resolución de Problemas***

El enunciado y resolución de problemas prototipo y sencillos, que permitan ver al estudiante cómo resolver una PDE, familiarizarse con las condiciones de contorno más comunes, reconocer métodos de integración, y aplicaciones matemáticas.

### ***Derivaciones Matemáticas***

Derivar ecuaciones, paso a paso, prestando gran atención a todas las ideas, etapas de desarrollo, simplificaciones e hipótesis utilizadas. La matemática es muy versátil, permite dar solución a casos de aplicación por varios métodos, es importante que el estudiante reflexione sobre las técnicas usadas y escoja, bajo criterios propios, la que mejor se ajusta a su estructura cognoscitiva. Esta técnica permite incorporar de una manera más profunda las ideas, dando lugar a una acomodación significativa de los nuevos conceptos en el estudiante.

Las ecuaciones matemáticas, por lo general, están precedidas de una demostración matemática que a veces se resuelve desde el principio, a veces desde el resultado final, o ambos simultáneamente y se realizan deducciones hasta que se conectan lógicamente, las hipótesis con el resultado final. En ocasiones puede ser útil consultar bibliografía, inspirarse en problemas de interés para superar una etapa difícil de la demostración.

Puede ser útil resolver un caso particular o una versión más sencilla del problema primero y, luego, atacar una más difícil; en este sentido se recomienda al estudiante, a la hora de resolver problemas de aplicación, que desarrolle gradualmente la competencia, resolviendo problemas sencillos y poco a poco aumente el nivel de complejidad de los problemas.

### ***Autoevaluación***

Hacer una lista de preguntas, fórmulas, etc. Por ejemplo 50 preguntas. Luego agruparlas al azar en grupos de 5 preguntas. Contestarlas sin consultar los materiales de estudio. Luego verificar las respuestas. De esta manera el estudiante podrá reconocer sus falencias e implícitamente mediante procesos de metacognición<sup>11</sup> procederá a identificar los temas que debe reforzar.

---

<sup>11</sup> La metacognición hace referencia al conocimiento que tenemos sobre los procesos cognitivos propios. En este caso tiene que ver con preguntarnos en qué tenemos dificultades, en qué tenemos fortalezas y cómo superar las debilidades aprovechando las fortalezas.

## **2. LO QUE DEBE SABER EL PROFESOR MEDIADOR DE LA ASIGNATURA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

### **“Responsabilidad Social Universitaria en la Formación Integral de Hombres y Mujeres”**

....

En Colombia y en la mayoría de países latinoamericanos, las instituciones de educación superior que ofrecen programas de ingeniería y profesiones afines, en la mayoría de los casos, se preocupan por la calidad de los docentes en temas de su especialidad profesional e investigativa, dejando de lado la formación pedagógica de los profesionales docentes. En este sentido, se descuida el significado de lo que es ser docente universitario y el impacto sociocultural que tiene el desarrollo de su tarea como formador, en relación con el entorno, la formación de los educandos y con los resultados educativos de la universidad de la cual hace parte.

Este capítulo , permite al docente de Fenómenos de Transporte, identificar su compromiso con el logro de la misión de la universidad en la cual trabaja y con la formación de hombres y mujeres como ingenieros químicos, que ocuparán un lugar y desempeñarán un papel en una sociedad cada día más globalizada; de igual manera permite al docente, reconocer la importancia de la formación integral de profesionales en la que los procesos educativos no sólo favorecen la aprensión de conocimientos, sino que permiten formar seres humanos a partir de sus dimensiones más importantes, desde las aulas de clase.

## **2.1 COMPROMISO DOCENTE ANTE LA FORMACIÓN PROFESIONAL**

Más que compromiso de los docentes con los propósitos que tiene la universidad con la sociedad, son los deberes que tienen que cumplir los diferentes protagonistas de la educación para poder, como en todo, cumplir con el plan de desarrollo y razón de ser de la universidad. Al respecto no cabe la menor duda que para lograr el objetivo de responsabilidad social de la comunidad universitaria, en particular y de la comunidad en general, el docente juega uno de los roles más importantes en el compromiso de la tarea, tan importante que es equivalente al de un actor de reparto en una gran película del séptimo arte. No obstante, los estudiantes, directivos, egresados y empleados no se pueden dejar de lado, se deben involucrar en los procesos de intención de ser de la universidad, pues el profesional luego de su paso por la universidad, lleva consigo un gran cordón umbilical que lo acompaña día y noche y que le recuerda, a través de su labor, el compromiso que, como profesional, adquirió durante su paso por la universidad, en relación con su compromiso social.

El profesor universitario lleva el estandarte de la misión y la visión de la universidad y debe aportar al cumplimiento mediante su participación en las funciones misionales de la institución: Docencia, Investigación y Extensión. El docente universitario, debe formar a los estudiantes con base en los cuatro pilares de la enseñanza que, como mediador de procesos de formación no debe dejar de lado; éstos son: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir y aprender a ser. El aprender a conocer no solo se trata de tener el conocimiento sobre una disciplina en particular, se trata de que el educando reconozca y adquiera las cualificaciones para el manejo de herramientas que faciliten la construcción y apropiación del saber.

El aprender a hacer, se direcciona a lo que es la formación profesional, en donde se incluyen todas las competencias que el profesional debe adquirir para poder desenvolverse bien en su entorno laboral, pero sin dejar de lado aquellas competencias sociales y de convivencia: la buena actitud en el trabajo, buena actitud para trabajar en equipo, la capacidad de iniciativa y de toma de decisiones resultan incluidas en el kit de proceso de aprendizaje. El aprender a vivir incluye el desarrollo de competencias, a través de los procesos de aprendizaje, propias para aprender a convivir, con uno mismo y con los demás; en otras palabras, incluye el aprender a vivir juntos. Y el aprender a ser en donde se potencializa el ser humano por medio de la enseñanza.

En el cumplimiento del compromiso con la formación integral de los estudiantes, los docentes desempeñan un rol determinante y definitivo pues son quienes planifican y ofrecen experiencias educativas para la formación de las actitudes, positivas o negativas, en los estudiantes con respecto al estudio. Es importante insistir en que los docentes deben saber despertar la curiosidad, formar en la autonomía y fomentar el rigor intelectual. Igualmente, el docente, debe crear las condiciones necesarias para el éxito de la enseñanza formal y la educación permanente, donde él por medio de situaciones problema pueda estimular en el estudiante la búsqueda de la solución al interrogante mediante la aplicación del conocimiento y de competencias cognitivas, metacognitivas, actitudinales y axiológicas

Es importante que el profesor de hoy supere los paradigmas de los docentes de antes y pasar de la función de solista y egoísta, a la función de aprendizaje por acompañamiento, esto significa que en lugar de imponer sus conocimientos debe ayudar a los estudiantes a moldear sus mentes hacia la búsqueda del conocimiento.

Entonces el compromiso del profesor universitario frente al propósito de la universidad debe ser el de asumir el papel de mediador. Que medie entre los procesos de aprendizaje y los estudiantes; de esta forma es posible ir cediendo a los estudiantes el protagonismo necesario en la construcción de sus propios aprendizajes; se podrá promover situaciones escolares de aprendizaje basadas en una pedagogía y didáctica diferenciada. Se podrá, entonces, dejar de lado la idea de que lo más importante del proceso de enseñanza es que los estudiantes asistan a clase, así como borregos arriados por un peón para que vayan a comer. Es que, definitivamente, en el docente debe abundar humildad para saber aprender de los estudiantes también, entender que el aprender de los alumnos enriquece, día a día, su proceder como mediador. ¡El docente debe cambiar las antiguas metodologías de la enseñanza por una pedagogía diferenciada!

Un profesor mediador deberá, aparte de dominar su disciplina, establecer metas de las cuales desarrolla hábitos de estudio en las que se fomente la autoestima y los procesos metacognitivos. Deberá retar y facilitar el desarrollo de la curiosidad intelectual, la originalidad y el pensamiento divergente, en él y en los educandos; propiciará debates con base en ideas argumentadas en la teoría, en la heurística y en la investigación. El profesor debe saber usar la investigación, saber identificar y plantear una situación problema así como propuestas de solución a situaciones críticas de todos los sectores de la sociedad.

Además, el profesor debe saber aprovechar la investigación como herramienta docente, deberá entonces, estar a tono con las últimas invenciones sobre el tema en particular que él maneje, esto le permitirá ir desechando los conceptos obsoletos y se mantendrá actualizado con los últimos descubrimientos que en su área se están desarrollando alrededor del mundo. Como lo afirma Martha Vitalia Corredor Montagut en su libro *Universidad y Sociedad* <<en el desarrollo

*de la investigación el profesor universitario ha de evitar el aislamiento de proyectos y programas, así como el atomismo académico>>*<sup>12</sup> De esta manera el docente, deberá socializar los resultados de otras invenciones, así como las que se desarrollen bajo su orientación a través de grupos de investigación donde él propicie reuniones con expertos y estudiantes de diversas disciplinas.

Hasta el momento se ha hablado de una investigación propia de la especialidad del docente, dejando de lado la investigación de la actividad docente propiamente dicha, en la que el docente debe estudiar y analizar la dinámica de aprendizaje de los grupos de estudiantes. No se trata solo de dictar una clase así porque si, se trata también, de conocer cómo es que sus estudiantes aprenden y cuál es el método pedagógico y didáctico más efectivo, para implementar durante el periodo de clases. Entonces el docente orienta el mismo tema siempre, pero con metodologías de enseñanza particulares para cada grupo.

Por otra parte, en cuanto a la participación del docente en la extensión, como proceso misional de la universidad, es importante dejar en claro que el profesor tiene que tener especial consciencia del impacto que deja su paso en cada uno de los estudiantes que, bajo su orientación, adquieren el conocimiento profesional y la herramientas de formación personal para poder desenvolverse en el diario vivir. Al respecto González afirma que:

*la extensión solidaria o proyección social de la Universidad en la sociedad, ha sido uno de los aspectos sobre el cual se ha prestado mayor atención en los últimos años, ya que las relaciones o extensiones universitarias, no se limitan a tener a los egresados “ocupados” o “empleados” en los diferentes cargos profesionales o administrativos de la empresa o la industria. Estas relaciones son la presencia real de la Universidad en la sociedad, en donde se facilita el diálogo intercultural mediante la promoción interna y externa de las distintas manifestaciones y prácticas culturales de sus miembros y de la sociedad, No*

---

<sup>12</sup> CORREDOR, Martha Vitalia. Universidad y Sociedad. Bucaramanga: Editorial UIS, 2012, Pág. 52.

*obstante, la presencia del profesional universitario debe ser mucho más real, más eficaz y propositiva*<sup>13</sup>.

Es de esta manera como el docente en su papel de “formador de personas” aporta a la extensión de la universidad; pues está entregando personas profesionales que se desempeñaran en los diversos sectores de la sociedad. Y complementando con lo que afirma Corredor:

*“El profesor es uno de los responsables directos de proyectar los resultados y logros de la docencia y la investigación, conocer la realidad social para aportar a las soluciones, al mejoramiento de la calidad de vida y, en consecuencia, enriquecer los procesos académicos”*<sup>14</sup>.

Es así como la figura del docente no se puede plasmar independiente de las funciones misionales de la universidad, puesto que:

*es impensable un docente universitario que no tenga en cuenta las relaciones que establece la docencia, la extensión y la investigación en un marco social, el cual se encuentra atravesado por las múltiples problemáticas sociales y en donde es necesario el acompañamiento de los educandos dentro del claustro universitario y la proyección social de la universidad fuera del mismo*<sup>15</sup>.

El docente termina por ofrecer a la sociedad los resultados de los procesos de docencia e investigación que se desarrollan en la universidad, que como el pan recién salido del horno listo para comer, el profesional recién egresado está listo para ocupar un lugar en la sociedad. En definitiva, al profesor universitario le corresponde una gran tarea: la formación de profesionales integrales. Formar ciudadanos comprometidos con el conocimiento, la comprensión, transformación y ajuste de la calidad de vida al contexto en el que el profesional se desenvuelve, como si se tratara de enseñar a volar, esto es: él docente debe saber enseñar a tejer y darle alas a los estudiantes.

---

<sup>13</sup> GONZÁLES, Carlos Mauricio. Breves Reflexiones Sobre el Desempeño Profesional del Docente Universitario y su Relación con la Docencia, la Extensión y la Investigación. Medellín-Colombia 2010, Pág. 2.

<sup>14</sup> CORREDOR, Op. Cit., Pág.53.

<sup>15</sup> GONZÁLES, Op. Cit., Pág.03.

## 2.2 FORMACIÓN INTEGRAL DE HOMBRES Y MUJERES

La formación integral se relaciona con el desarrollo completo y equilibrado en todas las áreas propias del ser humano, las cuales le permitirán potencializar sus competencias tanto en la parte profesional como personal. Este proceso permitirá que el ser humano desempeñe un rol positivo en la sociedad. En ACODESI se considera:

*La formación integral como un proceso continuo, permanente y participativo que busca desarrollar armónica y coherentemente todas y cada una de las dimensiones del ser humano: ética, espiritual, cognitiva, afectiva, comunicativa, estética, corporal y socio-política, a fin de lograr su realización plena en la sociedad<sup>16</sup>.*

La formación integral nace de la necesidad de querer crear y fomentar el bien común en toda la sociedad. De esta forma el ser humano tendrá un equilibrio armonioso en todos sus aspectos de formación. Considerando lo anterior, es importante pensar en la estructura de la formación integral, la cual se traduce en las dimensiones propias del ser humano que corresponden <<al conjunto de potencialidades fundamentales del ser humano con las cuales se articulan su desarrollo integral>><sup>17</sup> y se citan a continuación:

**Tabla 1.** Relación de Dimensiones del Ser Humano.

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>CONCEPTO<sup>18</sup></b>
<b>ETICA</b>	Es la posibilidad que tiene el ser humano de tomar decisiones autónomas a la luz de principios y valores y de llevarlos a la acción teniendo en cuenta las consecuencias de dichas decisiones para asumirlas con responsabilidad.
<b>ESPIRITUAL</b>	Es la posibilidad que tiene el ser humano de trascender –ir más allá -, de su existencia para ponerse en contacto con las demás

<sup>16</sup> RINCÓN, Leonardo SJ., en EL PERFIL DEL ESTUDIANTE QUE PRETENDEMOS FORMAR EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA IGNACIANA. El autor ha sido Presidente de la Federación Latinoamericana de Colegios de la Compañía de Jesús (FLACSI), y de la Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia (ACODESI).

<sup>17</sup> La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia - ACODESI, LA FORMACIÓN INTEGRAL. Documento de Colección Propuesta Educativa No. 3, Pág.15.

<sup>18</sup> La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia – ACODESI. LA FORMACIÓN INTEGRAL Y SUS DIMENSIONES: TEX TO DIDÁCTICO. Colección Propuesta Educativa No.5, Abril de 2003, Pág. 8-16

	personas y con lo totalmente Otro (Dios) con el fin de dar sentido a su propia vida.
<b>COGNITIVA</b>	Es la posibilidad que tiene el ser humano de aprehender conceptualmente la realidad que le rodea formulando teorías e hipótesis sobre la misma, de tal manera que no sólo la puede comprender, sino que además interactúa con ella para transformarla.
<b>AFFECTIVA</b>	Es el conjunto de posibilidades que tiene la persona de relacionarse consigo mismo y con los demás; de manifestar sus sentimientos, emociones y sexualidad, con miras a construirse como ser social.
<b>COMUNICATIVA</b>	Es el conjunto de potencialidades del ser humano que le permiten encontrar sentido y significado de sí mismo y representarlos a través del lenguaje para interactuar con los demás.
<b>ESTETICA</b>	Es la posibilidad que tiene la persona para interactuar consigo mismo y con el mundo desde su propia sensibilidad permitiéndole apreciar la belleza y expresarla de diferentes maneras.
<b>CORPORAL</b>	Es la condición del ser humano quien como ser corpóreo, puede manifestarse con su cuerpo y desde su cuerpo, construir un proyecto de vida, ser presencia «material» para el otro y participar en procesos de formación y de desarrollo físico y motriz.
<b>SOCIOPOLITICA</b>	Es la capacidad de la persona para vivir «entre» y «con» otros, de tal manera que puede transformarse y transformar el entorno en el que está inmerso.

Existe una profunda relación entre las dimensiones del ser humano con el perfil del estudiante, ya que los currículos y planes escolares deben estar fundamentados en el fortalecimiento de dichas dimensiones.

*La Formación Integral se hace realidad en la práctica cotidiana de una institución educativa cuando ella permea e inspira los criterios y principios con los cuales se planean y programan todas las acciones educativas, así como en «la puesta en obra» o ejecución de cada una de ellas. En este sentido, se puede decir que el currículo es el medio que hace posible que en la práctica cotidiana este propósito sea una realidad<sup>19</sup>.*

Lo anterior debe generar un proceso que lleva a romper paradigmas en quienes propenden por una formación integral, con el fin de retar a las universidades a que redireccionen las experiencias educativas que ofrecen a los estudiantes desde una perspectiva de formación integral por competencias. De tal forma que esto permita que el estudiante logre prepararse en todas sus dimensiones y desarrollarse como persona, ciudadano y profesional.

<sup>19</sup> Ibíd. Pág. 6.

La Formación Integral sirve, entonces, para orientar procesos que permitan fundamentalmente el logro de la realización plena del ser humano. Todo direccionado a la formación de profesionales integrales que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida del entorno social, puesto que ningún ser humano se forma para sí mismo y para mejorar él mismo, sino que lo hace en un contexto sociocultural determinado con el objeto igualmente de mejorarlo.

La dimensión Afectiva en el ser humano, es una de las dimensiones más importantes cuando se habla de formación integral. Esta dimensión le permite al ser humano el ser consciente y conocer su propio ser, al igual que el reconocimiento de la existencia de los demás; esta dimensión tiene que ver sobre todos con los tipos de relaciones que entabla el ser humano por medio de la expresión de sus sentimientos y, finalmente, sus emociones.

Como complemento fundamental de la dimensión afectiva, está la dimensión comunicativa; puesto que sin el buen desarrollo de la dimensión comunicativa, las relaciones afectivas se verían perturbadas, tanto consigo mismo como con las personas que hacen parte del contexto donde el ser y el medio se desarrollan.

Partiendo de que el ser humano es un ser social, la comunicación le permite interactuar al hombre y a la mujer consigo mismo, con las otras personas y el medio; mediante los significados e interpretación que el ser humano le da a su realidad.

La descripción que ofrece ACODESI para esta dimensión es:

*“La Dimensión Comunicativa se define como 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*<sup>20</sup>.

En definitiva, esta dimensión es muy importante en el desarrollo armónico de las dimensiones del ser humano, ya que permite el intercambio de información cuyo fin último es el de construir conocimiento, transmitirlo y significar la realidad desde el punto de vista personal y cultural. A nivel del aula universitaria, la dimensión comunicativa, implica el reconocimiento de múltiples códigos sociales, culturales y lingüísticos que propios de la jerga de trabajo y de cada especialidad, permiten obtener un concepto claro sobre la realidad circundante.

Las dimensiones mencionadas están altamente relacionadas. Mucho del desarrollo de la dimensión afectiva, se debe al desarrollo conjunto de la dimensión comunicativa, ya que los primeros lazos de afecto resultan en el núcleo familiar y más explícitamente entre la comunicación madre e hijo.

Es imprescindible para el ser humano desprenderse de sí mismo en cuanto a su cuerpo y las funciones biológicas que como orgánico le competen. Los seres humanos experimentamos mucho de lo fisiológico. Es importante dejar en claro que el concepto de cuerpo en el ser humano, se queda corto si tan solo se refiere a aspectos fisiológicos y biológicos. Es importante traer a colación, cuando se habla de cuerpo humano, las grandes, extensas y admirables características de los programas de su funcionamiento.

El cuerpo humano hace parte de lo humano en cuanto a que materializa la vivencia del “yo mismo” y que mantiene una sinergia con el mundo y el contexto en el que se desarrolla; es decir, que todo ser humano y como parte de lo humano experimenta una dualidad en la que son protagonistas, lo

---

<sup>20</sup> *Ibíd.*, Pág.109.

material del cuerpo y el sentir, y el conectarse con el medio circundante, lo que le permite poder llegar a establecer y trazar un proyecto de vida.

Es por su cuerpo y sus funciones que el ser humano une su psiquis con el contexto que lo rodea, donde a partir de su capacidad sensorial, el ser humano comprende y se adapta, transforma y se apropia al contexto donde se desarrolla. Todo lo anterior, hasta ahora, hace parte de la manifestación del cuerpo como cuerpo y de lo que este posibilita al ser humano; en una palabra, el cuerpo le permite al ser humano ser y conocer mediante el desarrollo de sí, esto es la *corporalidad* del cuerpo.

La dimensión corporal se puede entender como:

*“La condición del ser humano quien como ser corpóreo, puede manifestarse con su cuerpo y desde su cuerpo, construir un proyecto de vida, ser presencia «material» para el otro y participar en procesos de formación y de desarrollo físico y motriz”<sup>21</sup>.*

Por lo tanto, para las universidades e instituciones de educación superior, es un reto poder incluir en sus planes escolares el desarrollo de esta dimensión, debido a su mismo concepto de corporalidad.

Una idea de lo que podría llegar a ser una propuesta para el desarrollo de la dimensión corporal desde las aulas es la dada por el colegio Santísima Trinidad de Salamanca España, la cual señala:

- *Inculcamos el amor a la vida en todas sus manifestaciones, ayudándoles a valorar su propio cuerpo como una forma creadora y solidaria de estar en el mundo.*
- *Potenciamos el conocimiento, aceptación, estima y superación de sí mismo.*
- *Fomentamos la adquisición progresiva de hábitos relacionados con el bienestar corporal y la seguridad personal, la higiene, alimentación adecuada y el fortalecimiento de la salud.*

---

<sup>21</sup> La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia – ACODESI. LA FORMACIÓN INTEGRAL. Op. Cit. Pág. 143.

- Favorecemos la educación psicomotriz y la propia imagen corporal de manera que el alumno/a adquiera un dominio suficiente del cuerpo, del espacio y tiempo, condiciones indispensables para el desarrollo personal e intelectual.
- Promovemos la práctica del deporte, el ejercicio físico y la expresión corporal como actividades formativas que conducen al dominio del cuerpo, a la intercomunicación y al cultivo de la salud física y psíquica.
- Procuramos una adecuada educación sexual, adaptada a su proceso evolutivo e integrada en todas las dimensiones de la persona.
- Optamos por educar para una vida sana y feliz, compatible con las limitaciones corporales y aún con la misma enfermedad.
- Potenciamos las actividades formativas en el tiempo libre y de ocio.
- Fomentamos y valoramos la belleza y armonía corporal como obra creadora de Dios.<sup>22</sup>

El anterior esquema de desarrollo para la dimensión corporal desde las aulas de clase, permite dar una mirada a la manera como los colegios están participando en la formación integral; adaptar algunos de estos procesos al recinto universitario, definitivamente sería un plus en el desarrollo de dicha dimensión.

La dimensión sociopolítica, es una más en el inmenso bagaje de aspectos por desarrollar armónicamente en el ser humano. Es bien sabido que el ser humano es un ser social por naturaleza y que mantiene una sinergia con los seres que en él habita, dicha sinergia puede ser buena o mala para algunos seres, pero siempre con la finalidad de dar al hombre y a la mujer el confort, la felicidad y el bienestar para el que el ser humano está diseñado. ACODESI, plantea esta dimensión como *la capacidad de la persona para vivir «entre» y «con» otros, de tal manera que puede transformarse y transformar el entorno en el que está inmerso*<sup>23</sup>.

El concepto dado por ACODESI incluye palabras clave como las de transformarse y de transformar el entorno. Es por medio de la crítica constante y del querer mejorar que el ser humano se esfuerza y ordena sus ideas para

---

<sup>22</sup> SANTRINI- Colegio Santísima Trinidad. Desarrollo de la Dimensión Corporal-Proyecto Educativo Institucional. Salamanca - España. Documento en línea << <http://www.trinitarias.com/www/proyectoeducativo/dimensiones%20educativas.htm#CORPORAL> >> Citado 09 de Junio de 2012

<sup>23</sup> La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia - ACODESI, LA FORMACIÓN INTEGRAL. Op. Cit. Pág. 15

mejorar la calidad de vida, esta última, ajustada, siempre a las condiciones culturales y contextuales en el que el ser humano se desarrolla. De aquí surge la política, ese querer buscar la justicia, la cívica-democracia de sus integrantes y, finalmente, el bien último “felicidad” que más que derecho es un deber de lo humano.

Estimular el desarrollo de esta dimensión en los educandos si que resulta un reto. Partiendo de que en las aulas se modifica el mundo, es vital crear en el estudiante ese sentido de lo social, lo democrático y lo concerniente al bien común. No se pueden correr riesgos de que por querer crear conciencias sociopolíticas positivas, se termine por generar conciencia de rebeldía y de contradicción, ideologías que desviadas del diálogo y del bien común, terminan, en variadas ocasiones, por no apostarle al mejoramiento de la calidad de vida, para ese momento y en ese contexto puntual, en el que el hombre y la mujer se desarrollan.

En definitiva, los docentes universitarios tienen un vasto camino por recorrer en el querer apretar o soltar las clavijas de las cuerdas de las dimensiones del ser humano y así por fin lograr el sublime cenit de la formación integral.

### **3. ACTITUDES DEL DOCENTE QUE ENRIQUECEN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

#### **“Una Reflexión y una Propuesta”**

....

Los capítulos anteriores se han dedicado a temas relacionados con las características de las asignaturas de los programas de ingeniería, de los procesos de mediación para estas especialidades, de las características propias del docente mediador de estos conceptos y la importancia de ofrecer, a nivel universitario, experiencias orientadas al logro de la formación integral en la universidad.

Algunos de los factores que influyen en el desarrollo óptimo de los procesos de enseñanza y aprendizaje que responden a los retos señalados, son, entre otros, la actitud, los intereses y el compromiso del docente como mediador

Precisamente, en el presente capítulo se plantea una propuesta de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de la asignatura de Fenómenos de Transporte, con base en el análisis de un caso real que se presenta en una universidad colombiana, que ofrece un programa profesional en el que esta asignatura en mención, hace parte del plan de estudios.

### **3.1. UNA PROPUESTA DE TRABAJO EN EL AULA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE QUE PLANTEA UNA ACTITUD DOCENTE SIGNIFICATIVA**

Para reconocer un poco el entorno en donde se llevan a cabo estos procesos de mediación de esta asignatura, es importante conocer que se trata de estudiantes que cursan quinto nivel del programa de Ingeniería Química en una institución de educación superior estatal. Son estudiantes de edades, presaberes y orígenes culturales diferentes; en el curso normalmente toman clase, aproximadamente 42 alumnos, debido a que dicha asignatura es una de las más importantes de este programa profesional. En relación con su desarrollo puede decirse que las instalaciones y disponibilidad de docentes calificados no es la suficiente para la demanda escolar.

Los estudiantes se caracterizan por ser sectoriales, cerrados en sus grupos de amigos, resistentes a la integración con otros compañeros de aula, altamente competitivos y poco participativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje; muestran desmotivación y desinterés por la forma como se desarrollan las actividades y se media la construcción y aplicación de los conceptos. Son estudiantes que están de acuerdo con el orden lógico y psicológico de las lecciones de la asignatura, pero no están conformes con la actitud, ni implicación del docente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En relación con el docente, los alumnos afirman que no tiene “pedagogía”, ni aplica principios didácticos adecuados para orientar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación; los educandos afirman que el docente no presenta buena actitud en el aula, que siempre parece estar indispuesto y que no les orienta con amabilidad e intención de que ellos aprendan; piensan que los hace sentir inseguros de lo que saben y de lo que pueden aprender. Esta situación trae como consecuencias que los estudiantes expresen su inconformismo luego de la lección; no asistan a clase; se distraigan con frecuencia y tiendan a la deserción del programa profesional. Los alumnos consideran que la actitud del docente interviene altamente en la falta de motivación, y que, por el contrario, una actitud positiva y motivadora favorecería la implicación o participación de ellos durante la mediación, condiciones que favorecerán aprendizajes significativos.

Adicionalmente, se puede afirmar que los alumnos en general presentan buen aspecto físico, emocional y actitudinal al inicio de la clase, la desmotivación aparece a medida que avanza el proceso de mediación. Solo los líderes de los grupos sectoriales del salón son los que se interesan por los contenidos de la asignatura. Puede decirse que normalmente el salón se sectoriza en 5 grupos de máximo 8 personas, algunos estudiantes se observan aislados o rechazados por los demás. Sin embargo, es poco lo que se hace para evitar la aparición de estos grupos y favorecer la conformación de colectivos de trabajo cuyo propósito común sea la formación integral y el aprendizaje colaborativo.

Finalmente, es importante aclarar que los temas de la asignatura son complejos, abstractos y altamente analíticos, características que complejizan la forma como ven los estudiantes los contenidos de la lección. Dados los contenidos de la asignatura, es importante tener presente que el estudio de los temas exige adecuar los contenidos y las experiencias de aprendizaje de la asignatura a los niveles de complejidad, abstracción y eficacia que exija el desarrollo cognitivo del estudiante. Al respecto se aclara que:

*La complejidad tiene que ver con la familiaridad con el tema, el número de elementos a aprender y el tiempo para hacerlo. La abstracción tiene que ver con la modalidad de la tarea y la distancia de ésta con las experiencias previas del estudiante. La eficacia tiene que ver con las herramientas y estrategias con las que cuenta el estudiante para la ejecución de la tarea<sup>24</sup>.*

Sin cuestionar la preparación, experiencia e idoneidad del docente en su especialidad profesional, esta propuesta se plantea con el objetivo de fortalecer los lazos de afectividad en las interacciones del aula, partiendo de que la actitud del docente influye significativamente en el desarrollo del interés y la motivación en los que aprenden. Como dice Brookfield <<El aprendiz extrae la energía de su ser emocional, dando lugar a expresiones como: pasión por aprender, hambre de verdad, sed de saber >><sup>25</sup>; por esta razón, se sugiere que el proceso de mediación esté impregnado de buenas actitudes, amorosidad y comprensión, todas estas cualidades del docente direccionadas a incentivar actitudes de aprendizaje significativo en los educandos.

Es importante utilizar estrategias de enseñanza y aprendizaje motivadoras, en las que el docente tenga en cuenta que:

---

<sup>24</sup>CORREDOR, Martha Vitalia; PÉREZ, Martha Ilce y ARBELÁEZ, Ruby. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 20.

<sup>25</sup> BROOKFIELD -1987. Citado por Mcghill, Anne. Aprendizaje Reflexivo en la Educación Superior. Traducido por Pablo Manzano. Madrid: Ediciones Morata, S.L., 2002. Pág. 50-63

*(...) cuando se enseña, se enseña algo a alguien. Uno no puede contentarse con el dominio de ese <algo>, de la asignatura; debe tener en cuenta a la persona a quien enseña y, sobre todo, a las condiciones en que puede establecerse, de forma positiva, una relación entre la persona y la asignatura. Hay que abandonar, entonces, la idea de que hay asignaturas fáciles de enseñar, y otras, imposibles de enseñar porque no interesan a los alumnos. Es necesario crear las condiciones en que una disciplina les puede resultar interesante<sup>26</sup>.*

lo cual permitirá al estudiante motivarse e implicarse en sus propios procesos de mediación. Las estrategias de enseñanza y aprendizaje deben estar enfocadas a fortalecer la competencias actitudinales y axiológicas del docente y de los estudiantes, con la finalidad de mejorar el aprendizaje de los que asisten a las lecciones de Fenómenos de Transporte.

### **3.2.UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE QUE FAVORECE EL DESARROLLO DE FUNCIONES COGNITIVAS, METACOGNITIVAS Y ACTITUDINALES**

La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje, está direccionada a favorecer la relación de los contenidos cognitivos, metacognitivos, actitudinales y axiológicos en los estudiantes y docentes, que se trabajan en distintas asignaturas. Al respecto, las interacciones en aula mediante el planteamiento de situaciones problema y entornos de aprendizaje colaborativo y mediación significativa, favorecen procesos dentro de los cuales los alumnos plantean posibles soluciones a situaciones problemáticas.

---

<sup>26</sup> SAINT-ONGE, Michel. Yo Explico Pero Ellos... ¿Aprenden? Segunda edición. Bilbao: Mensajero. 1997. Pág. 26.

Esta estrategia, permite, además del desarrollo de las funciones cognitivas, el favorecimiento de las buenas actitudes, tanto del estudiante como del docente, lo que la hace una estrategia pertinente para la problemática evidenciada en la enseñanza y el aprendizaje de los Fenómenos de Transporte. Para lo anterior Corredor, Pérez y Arbeláez dicen que << un problema (...) permite a los estudiantes utilizar su estructura conceptual para encontrar una solución que aun no conoce, mediante el hallazgo de relaciones entre las variables y los factores involucrados (...) permite el desarrollo de habilidades cognitivas, cognoscitivas, metacognitivas y creativas >><sup>27</sup>.

A lo anterior se suma lo dicho por García con relación a lo que se consigue con el uso de la resolución de problemas como estrategia, esto es <<construcción significativa de conocimientos, desarrollo actitudinal positivo y desarrollo de las capacidades creativas >><sup>28</sup>.

De otro lado, cuando se usa esta estrategia, es prudente que la formulación del problema se haga por <<etapas (...) Cada etapa enriquece información reunida en la etapas anteriores >><sup>29</sup>, de esta manera todos los conceptos mediados se acentúan con el desarrollo del problema y se hacen significativos en el momento en que el educando reconoce y visualiza la aplicabilidad de este. Dadas las características de aplicación, este tipo de estrategia es pertinente para la solución de situaciones complejas, lo que la ajusta a las necesidades de mediación de los Fenómenos de Transporte.

---

<sup>27</sup> CORREDOR, Martha; PÉREZ, Martha Ilce y ARBELÁEZ, Ruby, Op Cit, Pág. 125.

<sup>28</sup> GARCÍA, José Joaquín. La Creatividad y la Resolución de Problemas Como Bases de un Modelo Didáctico Alternativo. Para: Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales -GECE-. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Investigación: Tratamiento de Situaciones Problemáticas Bajo un Enfoque de Ambientalización del Currículo. Colciencias - BID - Universidad de Antioquia. Segunda edición. Agosto 1998. Pág. 14.

<sup>29</sup> CORREDOR, PÉREZ y ARBELÁEZ Op Cit, Pág. 126.

Por otra parte, la resolución de problemas, requiere que todos los actores del aula intervengan en la búsqueda y consecución de la solución al tema propuesto, de esta manera se están fortaleciendo las posturas de actitudes positivas tanto de los estudiantes como del docente, de una manera transversal, partiendo de antemano, que sin una buena actitud docente no se puede desarrollar bien el problema propuesto. A lo anterior Corredor, Pérez y Arbeláez agregan: <<será importante que la persona tenga interés y deseo de resolver el problema, para lo cual es fundamental que se planteen situaciones problemáticas familiares y de interés para los estudiantes>><sup>30</sup>.

Se trata, entonces, de relacionar los contenidos de aprendizaje con situaciones del mundo real y de la vida cotidiana de la profesión y del entorno laboral para el cual el educando se prepara, esto despertará la motivación y el interés en el estudiante, pues le permitirá ver la aplicabilidad de los conceptos construidos y apropiados y una visión preliminar de los campos de desempeño en los que va a aplicar estos principios.

A lo anterior se podría agregar, que se deben plantear situaciones de interés tanto para los educandos como para el propio docente; situaciones que vayan de lo sencillo a lo complejo, esto permitirá que el docente despierte interés y aumente su tiempo de implicación con actitud positiva durante las interacciones que se dan en el aula, reduciendo la brecha entre teoría y práctica.

Para la estrategia de resolución de problemas, Aguilar y otros recomiendan:

---

<sup>30</sup> Ibid., Pág. 127.

*“El aprendizaje colaborativo se presenta como una alternativa en el uso compartido del conocimiento, en el derecho de todos a aprender de todos, en el valor de los sentimientos (...), privilegia entre los estudiantes el respeto, la tolerancia, el pensamiento crítico y reflexivo, la creatividad, la autonomía y la autorregulación”<sup>31</sup>.*

Es por esto, que el aprendizaje colaborativo se presenta como metodología de aplicación para el uso de la estrategia de enseñanza y aprendizaje por resolución de problemas de la asignatura de Fenómenos de Transporte.

Todo lo anterior está orientado además, de que los estudiantes tengan experiencias significativas en el aprendizaje, a que las actitudes, tanto del docente como del estudiante, se conviertan en actitudes propias de aprendizaje y enseñanza significativas. Esto se logrará si el docente es consciente de que *<< no se puede esperar que dejando solos a los estudiantes frente a los problemas logren la anhelada autonomía, el proceso debe ser paulatino y empezar por un acompañamiento guiado, cercano para luego ir dejándolos asumir libremente sus tareas de aprendizaje>><sup>32</sup>*; de esta manera, se favorecerán las condiciones de aprendizaje mediadas por esta estrategia y, las condiciones de motivación e interés que el docente y el estudiante deben asumir, para el aprendizaje y enseñanza de los Fenómenos de Transporte.

---

<sup>31</sup> AGUILAR, et al. Aula Virtual: Una Alternativa en Educación Superior. Bucaramanga ediciones UIS. 2003. Pág. 51-52, Citado por Corredor Martha Vitalia, et al. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 129.

<sup>32</sup> SIERRA, Daniel. La Resolución de Problemas como Estrategia para la Formación en Ingeniería: Reflexiones para el Área de Sistemas de Control: Trabajo Monográfico. Bucaramanga: CEDEDUIS. 2005, Citado por Corredor Martha Vitalia, et al. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 132.

### **3.3. SIGNIFICATIVIDAD DE LA PROPUESTA**

Con la implementación de la estrategia de resolución de problemas y el aprendizaje colaborativo, se pretende desarrollar competencias cognitivas y procedimentales propias de la ingeniería química, y de manera transversal el desarrollo de actitudes positivas en el docente y en los alumnos, de tal forma que favorezcan la mediación y aprensión en los educandos, de los conceptos de la asignatura de Fenómenos de Transporte.

**Tabla 2.** Relación de Competencias a Desarrollar con la Implementación de la Estrategia por Resolución de Problemas.

<b>COMPETENCIAS</b>		
<b>ACTOR</b>	<b>COGNITIVAS</b>	<b>AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES</b>
<b>ESTUDIANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce los Fenómenos de Transporte como fundamento para la formación de Ingenieros Químicos.</li> <li>• Comprende los conceptos relacionados con los mecanismos de transporte: momentum, energía y materia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se interesa por los contenidos de la asignatura y participa activamente en grupos de reflexión.</li> <li>• Reconoce la importancia de su tiempo de implicación como factor significativo, en los procesos de aprendizaje.</li> </ul>
<b>DOCENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintetiza contenidos con base en artículos y casos de estudio actuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta actividades grupales que favorecen la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• Propicia, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la resolución de problemas.</li> <li>• Relaciona los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para favorecer una mirada interdisciplinaria en el estudiante.</li> </ul>

**Tabla 3.** Relación de Contenidos a Mediar con la Estrategia por Resolución de Problemas.

<b>CONTENIDOS</b>		
<b>DECLARATIVOS</b>	<b>PROCEDIMENTALES</b>	<b>ACTITUDINALES Y AXIOLÓGICOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenómenos de Transporte y Operaciones Unitarias.</li> <li>• Fenómenos de Transporte para Ingenieros Químicos.</li> <li>• Mecanismos y Cinética de los Fenómenos de Transferencia de Masa, Calor y Cantidad de Movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de la guía de los textos citados para estos contenidos.</li> <li>• Construcción de mapas conceptuales para la organización e interiorización de conceptos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo, respetando las opiniones de los demás.</li> <li>• Reconocimiento del trabajo colaborativo como herramienta de trabajo en clase que promueve la reflexión y la crítica.</li> <li>• Fomento de actitudes positivas de aprendizaje significativo.</li> </ul>

### 3.3.1. El Problema a Resolver

El problema que se plantea para el logro del propósito de la aplicación de esta estrategia, el desarrollo de los contenidos y las competencias es:

*¿De qué manera los aditivos reductores de fricción usados en los oleoductos de transporte de crudo pesado y extrapesado, logran reducir la fricción entre el crudo y las paredes internas del oleoducto, permitiendo la optimización de las unidades de bombeo y el ahorro de energía?*

Luego de examinar los contenidos de los Fenómenos de Transporte, en el capítulo I; esta propuesta se aplicará para favorecer la apropiación de contenidos citados en la Tabla 1 cuya duración es de tres semanas y 2 horas.

En este sentido, los temas que se abordarán mediante el proceso de solución del problema planteado son:

- *Fenómenos de Transporte y Operaciones Unitarias.*
- *Mecanismos y Cinética de Los Fenómenos de Transferencia de Masa, Calor y Cantidad de Movimiento.*

Tabla 4. Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 1

ESTRATEGIA DIDÁCTICA	¿POR QUÉ LA ESTRATEGIA?	MATERIALES EDUCATIVOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	EVALUACIÓN	TIEMPO
EXPOSICIÓN Y LECTURA COMPRENSIVA	Es importante porque permitirá que los estudiantes se ubiquen en el contexto de la asignatura, mediante la lectura comprensiva de textos; podrán reconocer la importancia y aplicación industrial de los contenidos por medio del análisis reflexivo de la información mediada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición con ayuda de diapositivas.</li> <li>• Plegables con contenidos clave.</li> <li>• Video de un caso industrial en el que se reconoce la aplicación de los conceptos de los Fenómenos de Transporte.</li> <li>• Se recomienda la lectura del texto "Introducción a los Fenómenos de Transporte", suministrado por el docente en formato magnético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación del Docente y de los estudiantes (15 min).</li> <li>• Preconcepciones sobre los Fenómenos de Transporte. (10 min).</li> <li>• Antes de iniciar la exposición el docente compartirá folletos (plegables) con las ideas principales que se van a tratar en la exposición. Lectura rápida (5 min).</li> <li>• Presentación de exposición y video (45 min).</li> <li>• El docente repartirá el programa de la asignatura. Lectura rápida (5 min).</li> <li>• Construcción colaborativa del concepto de los Fenómenos de Transporte (20 min).</li> </ul>	Al finalizar la lección el docente seleccionará algunos estudiantes y les preguntará sobre lo que piensan de la asignatura y las expectativas que han generado durante la revisión del material entregado y la exposición ofrecida. Les solicitará que construyan el concepto de los Fenómenos de Transporte.	2 Horas

<p style="text-align: center;"><b>GRUPOS DE TRABAJO COLABORATIVO</b></p>	<p>Es muy importante que los estudiantes valoren el trabajo en grupo y reconozcan la significatividad de éste en los procesos de enseñanza y aprendizaje. El trabajo colaborativo permitirá a los estudiantes establecer puntos de vista, adquirir argumentos para apoyar o refutar posiciones de otros compañeros y, finalmente, la construcción de conceptos a través de experiencias que tiene como propósito la formación integral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de preguntas de orientación docente para la realimentación del texto leído.</li> <li>• Texto “Fenómenos de Transporte para Ingenieros Químicos” del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird.</li> <li>• Lectura de las técnicas de estudio sugeridas por el autor Biron Bird.</li> <li>• Aplicación de encuesta de Estilos de aprendizaje de Honney.</li> <li>• Lectura de tarea Primera Parte del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird: Transporte de Cantidad de Movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realimentación y control de la lectura “Introducción a los Fenómenos de Transporte” mediante lluvia de ideas y resolución de preguntas por parte de los estudiantes.(20 min)</li> <li>• Conformación de grupos de trabajo de máximo 5 personas para la lectura de la copia permitida, de la introducción del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird. Se hará lectura comprensiva del texto (introducción y técnicas de estudio sugeridas por el autor); durante este proceso el docente prestará atención a cada uno de los grupos mediante la observación del lenguaje no verbal de los integrantes y atenderá las inquietudes de los grupos que así lo requieran. (20 min).</li> <li>• Realimentación grupal sobre los contenidos leídos. (30 min).</li> <li>• Aplicación de la encuesta de estilos de aprendizaje. (15 min)</li> <li>• Selección de una muestra de 7 personas para análisis de resultados de la encuesta de estilos de aprendizaje y mejoramiento colaborativo de la técnica de estudio a aplicar durante el periodo de la mediación de la asignatura. (20 min)</li> </ul>	<p>El docente evaluará a los estudiantes mediante observación de la implicación presentada de parte de ellos en las actividades preparadas y, su participación en los temas tratados en el aula.</p>	<p style="text-align: center;">2 Horas</p>
--	---	--	---	--	--

**Tabla 5.** Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 2

ESTRATEGIA DIDÁCTICA	¿POR QUÉ LA ESTRATEGIA?	MATERIALES EDUCATIVOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	EVALUACIÓN	TIEMPO
<b>ESTUDIO DE CASO CONCRETO</b>	<p>Es significativo que los estudiantes apliquen los contenidos aprendidos en contextos y situaciones pertinentes de aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de caso: <i>transporte de agua por una tubería cilíndrica y de pared no rugosa.</i></li> <li>• Lectura previa de tarea: Primera Parte del libro "Fenómenos de Transporte" de Biron Bird: Transporte de Cantidad de Movimiento.</li> <li>• Video de transporte de líquidos por tuberías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realimentación de la lectura de tarea Primera Parte del libro "Fenómenos de Transporte" de Biron Bird: Transporte de Cantidad de Movimiento. (40 min).</li> <li>• Formulación de preguntas aclaradoras por parte del docente hacia los educandos.(20 min)</li> <li>• Categorización de conceptos clave extraídos de la lectura de tarea. ( 15 min)</li> <li>• Presentación del video Transporte de Líquidos. (8 min)</li> <li>• Realimentación sobre el video y relación con los contenidos revisados en la lectura de tarea. (10 min)</li> <li>• Presentación del caso de estudio. (5 min).</li> </ul>	<p>El docente evaluará los contenidos aprendidos mediante la observación de la asistencia y la selección estratégica de estudiantes, para que respondan preguntas aclaradoras sobre lo conceptos vistos en clase.</p>	<p>2 Horas</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discurso docente, marcadores y tablero.</li> <li>• Lectura para trabajo extra clase Transporte de Energía del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con base en la información vista en la clase anterior, se procede a esclarecer las dudas que surgieron durante el tiempo de mediación. El docente estimulará a los estudiantes con preguntas informativas acerca de la temática vista en clase. (15 min)</li> <li>• El docente presenta nuevamente el caso de estudio a analizar: <i>transporte de agua por una tubería cilíndrica y de pared no rugosa</i>. (15 min )</li> <li>• Se comprenderá el caso de estudio presentado. (15 min)</li> <li>• Se analizará el caso de estudio. (20 min)</li> <li>• Desde el punto de vista conceptual, se darán posibles acercamientos de explicación al suceso físico planteado, mediante justificación argumentada en la teoría dada por grupos de trabajo de máximo 5 personas cuyos integrantes son seleccionados estratégicamente por el docente. Se dará tiempo prudente para que los estudiantes organicen sus ideas. (15 min)</li> <li>• Se procede al desarrollo de la actividad, mediante la participación de los líderes de cada grupo. Se escribirán las posiciones en el tablero y, al final, luego que todos los grupos hayan participado, el docente procede a analizar cada una de las posiciones de manera colaborativa con todos los asistentes a clase. Por último, desde la bibliografía se da explicación a las posiciones más acertadas. (25 min)</li> </ul>	<p>El docente evaluará la jornada de clase mediante la observación de la implicación de cada estudiante en los grupos de trabajo y las respuestas dadas bajo criterios conceptuales vistos en clase.</p>	<p>2 Horas</p>
--	---	---	--	----------------

**Tabla 6.** Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 3

ESTRATEGIA DIDÁCTICA	¿POR QUÉ LA ESTRATEGIA?	MATERIALES EDUCATIVOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	EVALUACIÓN	TIEMPO
<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	<p>Cuando el docente media la resolución de un problema planteado, se favorece el desarrollo de funciones cognitivas, metacognitivas y actitudinales. Esta estrategia <i>&lt;&lt;permite a los estudiantes utilizar su estructura conceptual para encontrar una solución que aún no conoce, mediante el hallazgo de relaciones entre las variables y los factores involucrados</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación en PowerPoint de los principales conceptos de la lectura Transporte de Energía del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird.</li> <li>• Folleto con información adicional de la exposición.</li> <li>• Marcadores y tablero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente controlará la lectura de tarea Transporte de Energía del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird. Mediante el cuestionamiento aleatorio acerca de las inquietudes, que se pudieron generar en los estudiantes durante el desarrollo de esta actividad extra clase. El docente escribirá en el tablero cada una de las inquietudes para dar respuesta durante y al finalizar la exposición de este capítulo por parte del docente. (20 min)</li> <li>• Exposición del tema Transporte de Energía durante esta actividad el docente hará pausas cuando él lo considere pertinente, hará preguntas aclaradoras a los estudiantes y mediará la respuesta de parte de ellos en coherencia con las inquietudes escritas en el tablero. (60 min)</li> <li>• El docente repartirá el folleto con información de aplicación industrial puntual del Transporte de Energía. (5 min)</li> <li>• Planteamiento del problema: <i>¿Por qué los utensilios de icopor (Poliestireno Expandido) se usan frecuentemente como conservadores de temperatura en alimentos?</i></li> </ul>	<p>El docente evaluará los conceptos aprendidos en los estudiantes mediante el planteamiento de situaciones coherentes e incoherentes de aplicación, y los estudiantes mostrarán o desacuerdo en dicho planteamiento; finalmente aclarará las razones de las posturas correctas y mediará las respuestas incorrectas.</p>	2 Horas

<p>&gt;&gt;<sup>33</sup>, lo que favorece la motivación y el tiempo de implicación del estudiante en las actividades desarrolladas en la clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero, marcadores y base conceptual vista en las secciones anteriores.</li> <li>• Lectura extraclase Transporte de Materia del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird.</li> <li>• Video Introducción al Transporte de Materia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante grupos de trabajo de máximo 5 integrantes y escogidos estratégicamente por el docente; al cuestionamiento enunciado en la clase anterior, se darán posibles respuestas, que argumentadas en la base conceptual vista para éste fenómeno, darán explicación al problema planteado. El docente aclarará las respuestas mediante análisis colaborativo de las mismas, usando el tablero y los marcadores. (70 min).</li> <li>• Video Introducción al Transporte de Materia. (20 min).</li> <li>• Asignación de lectura extraclase. (5 min)</li> </ul>	<p>El docente evaluará los conceptos aprendidos en los estudiantes mediante el planteamiento de situaciones coherentes e incoherentes de aplicación para éste fenómeno, en la que los estudiantes mostraran acuerdo o desacuerdo en dicho planteamiento; finalmente aclarará las razones de las posturas correctas y mediará las respuestas incorrectas.</p>	<p>2 Horas</p>
---	---	--	--	----------------

<sup>33</sup> CORREDOR y otros, Op Cit, Pág. 125.

**Tabla 7.** Propuesta de Enseñanza y Aprendizaje. Semana 4

ESTRATEGIA DIDÁCTICA	¿POR QUÉ LA ESTRATEGIA?	MATERIALES EDUCATIVOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	EVALUACIÓN	TIEMPO
<b>EXPOSICIÓN Y ELABORACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES</b>	<p>Favorece la integración de los conocimientos previos con las ideas nuevas, permitiendo al estudiante la categorización y organización de los conceptos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura Transporte de Materia del libro “Fenómenos de Transporte” de Biron Bird.</li> <li>• Tablero y marcadores.</li> <li>• Papel bond de ¼.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente mediará las inquietudes generadas en los estudiantes durante el desarrollo de la actividad extraclase. (30 min).</li> <li>• Dividirá el tema en 8 partes y las repartirá a grupos de trabajo de máximo 5 personas y, con la ayuda del papel bond y los marcadores, los estudiantes elaborarán un mapa conceptual del tema asignado. Durante el desarrollo de esta actividad el docente estará atento a mediar las dudas que se generen en los grupos de trabajo. (30 min)</li> <li>• Luego de finalizar las actividades anteriores, el docente hará que un representante por cada grupo pase al frente y exponga el mapa conceptual elaborado. (40 min)</li> <li>• El docente presentará conclusiones significativas del tema expuesto.</li> </ul>	<p>La presentación del mapa conceptual se tomará como herramienta de evaluación del nivel de conocimientos en los estudiantes; de igual manera el docente tendrá en cuenta, la participación, la calidad de la exposición y del material elaborado</p>	<p>2 Horas</p>

#### 4. PEDAGOGÍA APLICADA A LOS PROCESOS EDUCATIVOS

##### “Una Propuesta de Evaluación de los Fenómenos de Transporte”

....

Desde antes del nacimiento de las nuevas corrientes de aprendizaje constructivistas, se ha acuñado el término de pedagogía, a las prácticas reflexivas sobre los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, encaminadas a la mejora continua del desarrollo de estos procesos.

En este sentido, es coherente afirmar que, <<*hay pedagogía de la educación, cuando se reflexiona sobre la educación, cuando el “saber educar” implícito, se convierte en un “saber sobre la educación” (sobre sus “cómos”, sus “por qué”, sus “hacia dónde”)*<sup>34</sup>>>; es decir, hay pedagogía del aprendizaje cuando se reflexiona sobre el cómo se aprende, qué favorece el aprendizaje y cuál es su finalidad (saber sobre el aprendizaje); hay pedagogía de la evaluación, cuando se reflexiona sobre cómo se evalúa, qué se evalúa y cuál es la finalidad de la evaluación (saber sobre la evaluación).

En general, la pedagogía corresponde a la <<*teoría práctica que permite orientar las prácticas educativas*>><sup>35</sup> que es <<*generada por los pedagogos a través de la reflexión personal y dialogal*>><sup>36</sup> sobre su propias prácticas.

---

<sup>34</sup> LUCIO, Ricardo. “Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: Diferencias y Relaciones”. En: Revista de la Universidad de La Salle 11(17). Bogotá.

<sup>35</sup> *Ibíd.* Pág. 2

<sup>36</sup> VASCO, Carlos. Algunas Reflexiones Sobre la Pedagogía y la Didáctica. Universidad Nacional de Colombia. Revisado en: << <http://ineduga.webcindario.com/pedagogiadidactica.pdf> >> 16 de Noviembre de 2012.

La evaluación, como uno de los principales procesos educativos, *<<consiste en determinar el grado en que varios objetivos, de importancia educativa, están siendo alcanzados en realidad>>*<sup>37</sup> por los educandos, la cual debe tener coherencia con el objetivo de la institución, programa académico y, diario vivir y plano cultural de los evaluados. La reflexión de la pedagogía de la evaluación está direccionada a la mejora de la práctica de evaluación y de los procesos de enseñanza y aprendizaje; en la que el docente promueve *<<la relación de lo enseñado con la utilidad real>>*<sup>38</sup>.

La pedagogía de la evaluación, promueve que la práctica de evaluar, adquiera *<<su pleno sentido cuando se la analiza, se la interpreta, y se emplea tomando como marco de referencia las circunstancias socioculturales y específicas en las cuales tiene lugar>>*<sup>39</sup>.

Los programas profesionales de pregrado en ingenierías fisicoquímicas, cuentan con asignaturas constituidas de un alto componente matemático, de razonamiento lógico, estudio de casos y prácticas a nivel laboratorio, piloto e industrial; elementos que complejizan los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, para estos contenidos.

En el programa de Ingeniería Química, los Fenómenos de Transporte corresponden a una de las principales asignaturas de esta especialidad, cuyo proceso de evaluación consiste en el promedio ponderado del resultado numérico,

---

<sup>37</sup> AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, H. (2006). Psicología Educativa, Un punto de Vista Cognoscitivo. 3ª Ed. México: Trillas. Pág. 623

<sup>38</sup> TORRES, Guillermo. Discurso de Clase de Evaluación del Aprendizaje, del curso de postgrado de Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 16 de Noviembre de 2012.

<sup>39</sup> TORRES, Guillermo. (1997). Otra Evaluación, Otra Educación, Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS. Bucaramanga: Pág. 61.

acusado a tres parciales teóricos, distribuidos según calendario, durante el semestre académico.

La intencionalidad de la pedagogía, la evaluación y de la pedagogía de la evaluación, se encuentran en total contravía con la realidad de la evaluación de los contenidos, de la asignatura de fenómenos de Transporte, en los estudiantes de Ingeniería Química; dado que, el mecanismo utilizado no permite en ningún momento la realimentación, ni la identificación de focos de mejora en la aprehensión de conocimientos en los estudiantes. La mayoría de los docentes se encuentran preocupados por cumplir con el calendario académico, por abarcar los contenidos planeados y por pasar las calificaciones a la universidad, en el periodo establecido; prácticamente, acribillando a los estudiantes y forzándolos a que internalicen contenidos sin relación alguna con la aplicación profesional, cuyo calificativo se reduce a un número entre 0 y 5 (como la máxima calificación), número frío, parco, extraño y desmotivador.

En este sentido, la cruda realidad, ha mostrado que la pedagogía de la evaluación de los Fenómenos de Transporte, se ha quedado una vez más sobre el papel, que en resumidas cuentas no ha cumplido con su verdadero rol, desde el cual se podría reorientar los procesos educativos y, que aquellos que han dedicado buena parte de su vida a la investigación del saber sobre la evaluación, en algunos casos no han sido leídos, comprendidos, pero continúan ahí, en espera que directivos, docentes y, aún, los mismos estudiantes, comprendan la importancia y el sentido de la evaluación, como proceso constructor de la educación; a menos que los directivos de las instituciones, se concienticen, que la evaluación hace parte de un proceso educativo de mejora y formador; que evaluar y medir son diferentes formas de evaluar y que la evaluación cuantitativa, no ofrece elementos

socioculturales del entorno en que se llevó a cabo la evaluación de los contenidos de esta asignatura.

La realidad de la evaluación de los Fenómenos de Transporte, no permite aún, la identificación de la apropiación de competencias cognitivas, ya que en ningún momento se permite la relación de lo que se aprende con el contexto de desempeño del Ingeniero Químico, mucho menos, se llega a identificar desarrollo de competencias actitudinales y axiológicas en los estudiantes bajo este tipo de evaluación.

En conclusión, la pedagogía de la evaluación de contenidos en educación, y puntualmente, la que se desarrolla en la educación superior, aún no llega a las aulas en las que se median los contenidos de los Fenómenos de Transporte, ya que la forma de evaluar es incoherente con los principios de la pedagogía, del propósito de la evaluación, de las reflexiones sobre evaluación y del entorno sociocultural en la que se lleva a cabo este proceso.

#### **4.1.LA PROBLEMÁTICA DE LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

Particularmente, a lo largo de la historia de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de esta asignatura, se ha evidenciado que la tasa de estudiantes que pierden, es una de las más altas que presenta la universidad, que la mayoría de los estudiantes de Ingeniería Química se atrasan en este paso y los estudiantes que desertan del programa académico lo hacen durante el desarrollo del quinto semestre, en donde, según el programa académico de esta especialidad, los estudiantes deben asistir a las lecciones de Fenómenos de Transporte. Desde mi experiencia como estudiante considero que la problemática se debe a una

equivocada implementación de la pedagogía de la evaluación para esta asignatura, de hecho, muchos de los asistentes, consideran que aun no se lleva la pedagogía a los procesos evaluativos de los Fenómenos de Transporte.

La mal utilizada “evaluación” de los Fenómenos de Transporte, consiste en la aplicación de tres exámenes parciales teóricos distribuidos a lo largo del semestre académico, cuya calificación final corresponde al resultado promedio ponderado de los exámenes practicados. Como se dio a conocer en párrafos anteriores, los contenidos de esta asignatura son bastante complejos y, requieren especial cuidado a la hora de la planeación de la enseñanza, de la selección de la estrategia de enseñanza y aprendizaje y, la identificación de criterios coherentes para su evaluación.

El primer examen se lleva a cabo, luego de la quinta semana del desarrollo de los contenidos de la asignatura, por lo general, el tema evaluado son los conceptos que llevan al estudiante a coincidir con la definiciones dadas por Newton, Fick y Fourier. El docente, plantea exámenes de selección múltiple, con enunciados que se refieren a resolución de problemas, en la que el estudiante debe desarrollar el planteamiento para poder argumentar la selección de la respuesta que ha señalado; el estudiante cuenta con aproximadamente 15 preguntas para desarrollar y con tiempo limitado, el educando no puede llevar al examen material de apoyo; al finalizar las dos horas estipuladas para el desarrollo de la prueba, se recogen los exámenes parciales y el docente lo lleva consigo para calificarlos; pasadas dos semanas, el docente hace entrega, de las calificaciones de los exámenes a los estudiantes. El desarrollo de los dos exámenes parciales restantes, se llevan a cabo de manera similar al primero, solo varían en la dificultad de los ejercicios a resolver. Al final del semestre, los estudiantes que perdieron la asignatura con un valor en su calificación de 2,9, tienen derecho a

presentar un examen de habilitación, con mayor grado de dificultad que los tres anteriores, como última instancia para ser promovidos a la asignatura, para la cual, los Fenómenos de Transporte son requisito.

La evaluación de los Fenómenos de Transporte del programa de Ingeniería Química, no tiene nada que ver con el objeto de la evaluación ni de la pedagogía de la evaluación, como proceso formador. No se puede denominar evaluación a los exámenes parciales que no tienen en cuenta el entorno sociocultural en donde se llevan a cabo los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, donde los resultados se hacen sinónimos de calificación, cuyo número se acuña según criterios propios del docente, en lugar de ser comparados con criterios establecidos en coherencia con la realidad profesional de desempeño. No se le puede llamar evaluación, a aquellos exámenes de tipo sumativo, cuyos resultados no traen consigo intencionalidad de realimentación, que permita la mejora del desarrollo de los procesos formativos.

Se puede apreciar que la evaluación de los Fenómenos de Transporte, actúa como factor desmotivador para los estudiantes, debido a que los resultados numéricos no dejan ver la problemática real de la enseñanza y el aprendizaje que se vive en el aula, haciendo sentir a los estudiantes frustrados e impotentes a la hora de identificar las alternativas de corrección, implementación de la estrategia correctora y del sentido de la evaluación formadora, esta situación nos hace reflexionar sobre lo que dice Torres cuando afirma que *“Con la evaluación se afectan los valores propios de la persona llegando a generar muchas reacciones”*<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> TORRES, Guillermo. Discurso de clase de Evaluación del Aprendizaje, del curso de postgrado de Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 23 de Noviembre de 2012.

Sumado a lo anterior, se encuentra la predisposición que los estudiantes traen consigo al momento de iniciar las clases, como resultado de los comentarios de estudiantes avanzados, que ya han superado el impase de la antievaluación de los Fenómenos de Transporte en periodos anteriores.

En general, puede decirse que en la asignatura de los Fenómenos de Transporte no se evalúa, sino, todo lo contrario, se califica a partir de exámenes que imposibilitan identificar el nivel de internalización de los conocimientos de quien aprende y cuya intencionalidad no es coherente con el programa académico, el desempeño profesional y con los entornos socioculturales donde se llevan a cabo estos exámenes.

#### **4.2. EVALUACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE DESDE EL DESARROLLISMO PEDAGÓGICO**

Teniendo claridad sobre la problemática de evaluación que se vive en las aulas, en donde se dictan clases de Fenómenos de Transporte, para el programa de pregrado de Ingeniería Química; es preciso, identificar alternativas pedagógicas sobre la evaluación, que den luces y aliciente de mejora, para estas prácticas de formación.

En este sentido, los modelos pedagógicos orientan la búsqueda de solución a las situaciones que presenta la evaluación, y en este caso, se identificará el que sea pertinente para la problemática evidenciada de los Fenómenos de Transporte; según FLOREZ, los modelos pedagógicos *<<son categorías descriptivas, auxiliares para la estructuración teórica de la pedagogía, pero que solo adquieren*

*sentido contextualizados históricamente*>><sup>41</sup> cuyo objetivo <<*no ha sido describir ni penetrar en la esencia misma de la enseñanza, sino reglamentar y normativizar el proceso educativo, definiendo ante todo qué se debería enseñar, a quiénes, con qué procedimientos, a qué horas, bajo qué reglamentos disciplinarios, para moldear ciertas cualidades y virtudes en los alumnos*>>.<sup>42</sup> En este mismo orden de ideas, los modelos pedagógicos se pueden definir como una herramienta, que bien utilizada y, para el caso de la evaluación, permiten facilitar el acceso al objetivo de este proceso formador y a las reflexiones, que asociadas al contexto sociocultural actual, permiten dar sentido coherente a los procesos de evaluación en el ámbito educativo.

Para abordar la búsqueda del modelo pedagógico que mejor se ajuste a las necesidades que se presentan en la evaluación de los Fenómenos de Transporte, es prudente establecer que se requiere un modelo pedagógico que haga énfasis en los componentes personales y el entorno sociocultural en donde se lleve a cabo el aprendizaje. Un modelo en el que el docente tenga un papel activo, que cree y promueva la creación, que ofrezca elementos de relación de los contenidos vistos en clase con la aplicación profesional, en el que el estudiante sea un sujeto activo, constructor del conocimiento, que se permita que el educando haga uso de su creatividad, reflexión, intereses cognoscitivos propios, favoreciendo el aumento en el tiempo de implicación y compromiso en su propio proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación, recordando que De La Torre et al dicen que *“el aprendizaje del alumno no es proporcional al tiempo de explicación, sino de implicación”*.<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup> FLOREZ O., Rafael. Hacia Una Pedagogía del Conocimiento. McGraw Hill, 1994, Santa Fé de Bogotá. Pág. 154,160.

<sup>42</sup> *Ibíd.* Pág. 161.

<sup>43</sup> De la Torre, Saturnino y Otros. Estrategias Didácticas Innovadoras. Recursos para la Formación y el Cambio. Barcelona: Octaedro. 2000, Pág. 84

Según las características de las necesidades de evaluación de los Fenómenos de Transporte expuestas en el párrafo anterior, la concepción humanista es la que más se ajusta a estos requerimientos, debido a que en ésta <<*también llamada "desarrolladora" o Escuela Activa, el sujeto ocupa el primer plano dentro de todo el fenómeno educativo y del proceso pedagógico. Los factores internos de la personalidad se reconocen como elementos activos de la educación del sujeto, en particular sus motivaciones, a la vez que se admite la variedad de respuestas posibles ante las mismas influencias externas*>><sup>44</sup>. Una concepción pedagógica humanista, resulta pertinente, para abordar los problemas de enseñanza y aprendizaje, que desembocan en un uso incoherente de la evaluación de las asignaturas del programa de Ingeniería Química.

Los procesos evaluativos, desde el desarrollismo pedagógico, se originaron a partir de <<*los criterios de expertos sobre cada etapa del desarrollo del alumno y basados en los requerimientos laborales y otros de la sociedad democrática*>><sup>45</sup>, con el objetivo de <<*buscar con la evaluación detectar la efectividad de la educación para promover en los educandos formas superiores de pensamiento*>><sup>46</sup>. Este enfoque, permite hacer uso de la evaluación como proceso formador, motivador, que promueve la creatividad y la reflexión sobre los contenidos de los Fenómenos de Transporte, por parte de todos los involucrados en los procesos educativos; en la que durante el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, el docente promueve atmósferas de reflexión crítica y colaborativa, permitiendo establecer relaciones entre los contenidos, el campo de

---

<sup>44</sup> Modelos Pedagógicos. Revisado en: << <http://www.monografias.com/trabajos26/modelos-pedagogicos/modelos-pedagogicos.shtml> >> 24 de Noviembre de 2012.

<sup>45</sup> BATISTA, Enrique et al. Escuela y Promoción Escolar. Ed. Universidad de Antioquia, 1989. Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS. Bucaramanga: Pág. 41.

<sup>46</sup> *Ibid.* Pág. 42

desempeño profesional y el entorno sociocultural en el que tienen lugar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación .

Desde un enfoque pedagógico desarrollista, la evaluación de los contenidos de los Fenómenos de Transporte, dejará de lado la incoherencia de su objeto de aplicación y promoverá la inclusión de aspectos contextuales educativos, ofreciendo reflexiones sobre la práctica evaluativa, direccionadas a favorecer << *los proceso de pensamiento y creatividad, (...) la mayor atención de las formas de pensamiento y menos a los contenidos formales de las disciplina que se enseña*>><sup>47</sup>

Si bien es cierto, el enfoque pedagógico desarrollista de la evaluación para los Fenómenos de Transporte, corresponde a una evaluación centrada en el << *análisis de logros individualizados*>><sup>48</sup>, donde se puede hacer uso de evaluaciones sumativas y formativas que promuevan la reflexión sobre los procesos educativos desarrollados en el aula. Este enfoque de la evaluación, permite transformar el concepto de evaluación en el docente y los educandos, debido a que permite generar motivación frente a este proceso educativo, en el que << *se genera competencia entre los estudiantes produciendo altos niveles de ansiedad comprometiendo la motivación interna*>><sup>49</sup>, que acompañada de un aprendizaje colaborativo, permitirá que aquellos estudiantes, con altos niveles de aprehensión de conocimiento, compartan sus experiencias de aprendizaje a otros, lo que favorece la identificación del nivel educativo desarrollado y la

---

<sup>47</sup> Ibíd. Pág. 43

<sup>48</sup> TORRES, Guillermo. (1997). Principales Manifestaciones Conceptuales de la Evaluación. Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS. Bucaramanga: Pág. 74.

<sup>49</sup> Ibíd. Pág. 74.

implementación de la estrategia mejoradora, todo apuntando a una evaluación integradora.

#### **4.3. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE PARA LOS CONTENIDOS VISTOS EN LAS PRIMERAS TRES SEMANAS DEL SEMESTRE**

Luego de examinar los contenidos de los Fenómenos de Transporte relacionados en el capítulo III, esta propuesta de evaluación, se aplicará para favorecer los procesos educativos, de apropiación de contenidos durante las tres primeras semanas y dos horas del semestre académico.

La siguiente propuesta ofrece una guía de orientación para evaluar las competencias cognitivas, axiológicas y actitudinales a desarrollar durante el periodo de semestre acotado para este estudio, se trata de competencias particulares para los estudiantes y el docente. La propuesta se presenta en el siguiente recuadro en el cual se encuentran relacionados la justificación de la evaluación como procesos educativo y se indica con claridad los criterios que se deben tener en cuenta para llevar a cabo una evaluación direccionada a enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje; la propuesta también incluye, el momento temporal del semestre en que se recomienda hacer la evaluación y los medios que el docente podría utilizar para llevar a cabo este proceso.

La siguiente información corresponde a las convenciones utilizadas para hacer lectura correcta del contenido en los recuadros siguientes, la intención es interrelacionar todos los factores involucrados en la propuesta de evaluación:

**$C_{E_1}$**  : Competencia 1 del Estudiante

**$C_{D_1}$**  : Competencia 1 del Docente

**$P_{E_1}$**  : Propósito 1 de la Evaluación en el Estudiante

**$P_{D_1}$**  : Propósito 1 de la Evaluación en el Docente

**$CR_{E_1}$**  : Criterio 1 para la Evaluación en el Estudiante

**$CR_{D_1}$**  : Criterio 1 para la Evaluación en el Docente

**$ME_{E_1}$**  : Momento Evaluativo 1 en el Estudiante

**$ME_{D_1}$**  : Momento Evaluativo 1 en el Estudiante.

**Tabla 8.** Propuesta de Evaluación de las Competencias Cognitivas en el Estudiante.

EVALUACIÓN DE LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE EN EL ESTUDIANTE					
COMPETENCIAS	PROPÓSITO	CRITERIOS	MOMENTOS	MEDIOS	
<b>COGNITIVAS</b>	<p><math>C_{E1}</math> Reconoce los Fenómenos de Transporte como fundamento para la formación de Ingenieros Químicos.</p>	<p><math>P_{E1}</math> Es necesario conocer las ideas previas del estudiante frente a los Fenómenos de Transporte, para obtener elementos que permitan, desde la evaluación, orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, en organización lógica de los contenidos a mediar, atendiendo a lo psicológica y sociocultural en donde se llevan a cabo los procesos educativos. (Evaluación Diagnostica)(<math>C_{E1}</math>, <math>C_{E2}</math> y <math>C_{E3}</math>)</p>	<p><math>CR_{E1}</math> Identificar preconceptos y preconcepciones fundamentales, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de los contenidos programados de la asignatura.</p>	<p><math>ME_{E1}</math> La Evaluación Diagnóstica, se llevará a cabo al inicio de las clases, durante la segunda hora de la primera jornada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba Objetiva. Prueba estructurada con preguntas a las que el estudiante debe contestar con una marca, un símbolo, una palabra o máximo una oración. (Arbeláez, 2010, p. 165) <math>ME_{E1}</math> (<math>CR_{E1}</math>-<math>P_{E1}</math>)</li> <li>• Prueba Escrita. Permite medir el grado de de conocimientos adquiridos por los estudiante. (Arbeláez, 2010, p. 159) y, su capacidad de aplicación en la resolución de problemas. <math>ME_{E2}</math> ((<math>CR_{E1}</math>, <math>CR_{E2}</math> y <math>CR_{E3}</math>)-<math>P_{E2}</math>)</li> </ul>
	<p><math>C_{E2}</math> Comprende los conceptos relacionados con los mecanismos de transporte: momentum, energía y materia.</p>	<p><math>P_{E2}</math> Es importante identificar el nivel de comprensión del estudiante como resultado de su exposición a los contenidos de los Fenómenos de Transporte, obteniendo herramientas que permitan empoderar los procesos de formación y promocionar al estudiante hacia el logro de otras competencias. (Evaluación Formativa-Sumativa)(<math>C_{E2}</math> y <math>C_{E4}</math>)</p>	<p><math>CR_{E2}</math> Identifica situaciones industriales en los principios del transporte de momentum, energía y masa, tengan lugar.</p>	<p><math>ME_{E2}</math> La Evaluación Formativa-Sumativa, se desarrollará al finalizar la tercera semana de clases.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba Oral. Estas pruebas miden la capacidad de expresar en forma oral lo que se piensa ó sabe, para responder una pregunta, ó la capacidad de comprensión de lo que se expresa en voz alta. (Arbeláez, 2010, p. 154) <math>ME_{E3}</math> ((<math>CR_{E2}</math>, <math>CR_{E3}</math>, <math>CR_{E4}</math> y <math>CR_{E5}</math>)-<math>P_{E3}</math>)</li> </ul>

Tabla 9. Propuesta de Evaluación de las Competencias Actitudinales y Axiológicas en el Estudiante.

EVALUACIÓN DE LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE EN EL ESTUDIANTE					
	COMPETENCIAS	PROPÓSITO	CRITERIOS	MOMENTOS	MEDIOS
ACTITUDINALES Y AXIOLÓGICAS	$C_{E3}$ Se interesa por los contenidos de la asignatura y participa activamente en grupos de reflexión.	$P_{E3}$ Tener conciencia de la postura actitudinal (sentimientos, prejuicios, intereses y expectativas) de los estudiantes frente a los contenidos de los Fenómenos de Transporte, permite obtener elementos, que desde la evaluación, motiven las actitudes de los estudiantes, a actitudes significativas de aprendizaje. (Evaluación Formativa) ( $C_{E4}$ )	$CR_{E3}$ Construye los conceptos de transporte de cantidad de movimiento, de energía y masa, a partir de consultas bibliográficas y reflexión colaborativa desarrollada en las jornadas de clase.	$ME_{E3}$ La Evaluación Formativa, tendrá lugar durante todas las jornadas de clase.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de Observación. Permiten identificar lo que transmiten los estudiantes a partir de su comunicación no verbal y es de vital importancia para los estudiantes, para el profesor y para el éxito de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. (Arbeláez, 2010, p. 156) <math>ME_{E3}</math> ((<math>CR_{E2}</math>, <math>CR_{E3}</math>, <math>CR_{E4}</math> y <math>CR_{E5}</math>)-<math>P_{E3}</math>)</li> </ul>
	$C_{E4}$ Reconoce la importancia de su tiempo de implicación como significativa, en los procesos propios de aprendizaje.		$CR_{E4}$ Mediante grupos de reflexión identifica las variables fisicoquímicas más importantes, involucradas en los procesos físicos de transferencia de momentum, calor y cantidad de materia.		

**Tabla 10.** Propuesta de Evaluación de las Competencias Cognitivas en el Docente.

EVALUACIÓN DEL DOCENTE DE FENOMENOS DE TRANSPORTE					
COMPETENCIAS	PROPÓSITO	CRITERIOS	MOMENTOS	MEDIOS	
<b>COGNITIVAS</b>	$C_{D1}$ Sintetiza contenidos con base en artículos y casos de estudio actuales, que permitan establecer la relación entre los contenidos de la asignatura y el campo de desempeño profesional del Ingeniero Químico.	$P_{D1}$ Promover reflexiones sobre los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los Fenómenos de Transporte, que permitan la relación de los contenidos ofrecidos a los estudiantes, con aplicaciones actuales, del desempeño profesional como Ingeniero Químico. ( Autoevaluación Formativa) ( $C_{D1}$ , $C_{D2}$ , $C_{D3}$ , y $C_{D4}$ )	$CR_{D2}$ Reconoce las buenas intervenciones de sus estudiantes y estimula la el aumento del tiempo de implicación del estudiante en el proceso de aprendizaje.  $CR_{D3}$ Prepara sus clases con base en casos industriales, actuales, en los que se identifique la aplicación de los contenidos de la asignatura.	$ME_{D1}$ Autoevaluación Formativa. Se llevará a cabo al finalizar cada semana del desarrollo de la programación del semestre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de Observación.</li> </ul> $ME_{D1}$ (( $CR_{D1}$ , $CR_{D2}$ , $CR_{D3}$ y $CR_{D4}$ )- $P_{D1}$ y $P_{D2}$ )

**Tabla 11.** Propuesta de Evaluación de las Competencias Actitudinales y Axiológicas en el Docente.

<b>EVALUACIÓN DEL DOCENTE DE FENOMENOS DE TRANSPORTE</b>				
<b>COMPETENCIAS</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>MOMENTOS</b>	<b>MEDIOS</b>
<b>ACTITUDINALES Y AXIOLÓGICAS</b>	$C_{D_2}$ Fomenta actividades grupales que favorecen la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.	$P_{D_2}$ Reconocer que las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, implementadas para las competencias a desarrollar en los estudiantes, son las pertinentes para los contenidos de los Fenómenos de Transporte programados y del entorno donde se llevan a cabo los procesos educativos. (Autoevaluación Formativa) ( $C_{D_1}$ , $C_{D_2}$ , $C_{D_3}$ , y $C_{D_4}$ )	$CR_{D_1}$ Comprende la comunicación no verbal de los estudiantes e identifica actitudes de aprendizaje significativo.	$ME_{D_1}$ Autoevaluación Formativa. Se llevará a cabo al finalizar cada semana del desarrollo de la programación del semestre.
	$C_{D_3}$ Propicia, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la resolución de problemas.		$CR_{D_4}$ Implementa estrategias de enseñanza basadas en el enfoque pedagógico desarrollista, donde se identifique el avance individual y, mediante grupos de reflexión colaborativa se apoyen otros estudiantes en el fortalecimiento de la aprensión de conocimientos.	
	$C_{D_4}$ Relaciona los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para promover una mirada interdisciplinaria en el estudiante.			

• Técnicas de Observación.  
 $ME_{D_1}$  (( $CR_{D_1}$ ,  $CR_{D_2}$ ,  $CR_{D_3}$  y  $CR_{D_4}$ )-  $P_{D_1}$  y  $P_{D_2}$ )

## BIBLIOGRAFÍA

[1] AGUILAR, et al. Aula Virtual: Una Alternativa en Educación Superior. Bucaramanga ediciones UIS. 2003. Pág. 51-52, Citado por Corredor Martha Vitalia, et al. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 129.

[2] AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, H. (2006). Psicología Educativa, Un punto de Vista Cognoscitivo. 3°Ed. México: Trillas . Pág. 623.

[3] BATISTA, Enrique et al. Escuela y Promoción Escolar. Ed. Universidad de Antioquia, 1989. Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS. Bucaramanga: Pág. 41.

[4] BIRD, Byron y otros. Fenómenos de Transporte, Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Wiscosin-USA. Versión española por el Prof. Dr. Fidel Mato Vázquez, Catedrático de Química Técnica de la Universidad de Salamanca. Barcelona: Reverté 1992, Prólogo.

[5] BROOKFIELD -1987. Citado por Mcghill, Anne. Aprendizaje Reflexivo en la Educación Superior. Traducido por Pablo Manzano. Madrid: Ediciones Morata, S.L., 2002. Pág. 50-63.

[6] CENGEL, Y. y CIMBALA, J. Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones. Segunda Edición. USA: McGraw-Hill Companies, 2010, Pág. 774  
CORREDOR, Martha Vitalia. Universidad y Sociedad. Bucaramanga: Editorial UIS, 2012, Pág. 52.

[7] CORREDOR, Martha Vitalia; PÉREZ, Martha Ilce y ARBELÁEZ, Ruby. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 20.

[8] DE LA TORRE, Saturnino y Otros. Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Barcelona: Octaedro. 2000, Pág. 84

[9] FLOREZ O., Rafael. Hacia Una Pedagogía del Conocimiento. McGraw Hill, 1994, Santa Fé de Bogotá. Pág. 154,160.

[10] GARCÍA, José Joaquín. La Creatividad y la Resolución de Problemas Como Bases de un Modelo Didáctico Alternativo. Para: Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales -GECE-. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Investigación: Tratamiento de Situaciones Problemáticas Bajo un Enfoque de Ambientalización del Currículo. Colciencias - BID - Universidad de Antioquia. Segunda edición. Agosto 1998. Pág. 14.

[11] GONZÁLES, Carlos Mauricio. Breves Reflexiones Sobre el Desempeño Profesional del Docente Universitario y su Relación con la Docencia, la Extensión y la Investigación. Medellín-Colombia 2010, Pág. 2.

[12] La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia - ACODESI, LA FORMACIÓN INTEGRAL. Documento de Colección Propuesta Educativa No. 3, Pág.15.

[13] La Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia – ACODESI. LA FORMACIÓN INTEGRAL Y SUS DIMENSIONES: TEX TO DIDÁCTICO. Colección Propuesta Educativa No.5, Abril de 2003, Pág. 8-16.

[14] LUCIO, Ricardo. “Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: Diferencias y Relaciones”. En: Revista de la Universidad de La Salle 11(17). Bogotá.  
Mc.CABE, Warren et al. Unit Operations of Chemical Engineering. Cuarta Edición. USA: McGraw Hill,1998, Pág. 24.

[15] Modelos Pedagógicos. Revisado en: << <http://www.monografias.com/trabajos26/modelos-pedagogicos/modelos-pedagogicos.shtml> >> 24 de Noviembre de 2012.

[16] OLIVERA, Claudio. Fenómenos de Transporte. Documento en línea. Revisado en: << <http://fenomenosdetransporte.wordpress.com> >> 05 de Mayo de 2012.

[17] SANTRINI- Colegio Santísima Trinidad. Desarrollo de la Dimensión Corporal- Proyecto Educativo Institucional. Salamanca - España. Documento en línea << <http://www.trinitarias.com/www/proyectoeducativo/dimensiones%20educativas.htm#CORPORAL> >> Citado 09 de Junio de 2012

[18] SAINT-ONGE, Michel. Yo Explico Pero Ellos... ¿Aprenden? Segunda edición. Bilbao: Mensajero. 1997. Pág. 26.

[19] SIERRA, Daniel. La Resolución de Problemas como Estrategia para la Formación en Ingeniería: Reflexiones para el Área de Sistemas de Control: Trabajo Monográfico. Bucaramanga: CEDEDUIS. 2005, Citado por Corredor Martha Vitalia, et al. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Bucaramanga: Ediciones UIS. 2009. Pág. 132.

[20] SLATTERY, J.C. Momentum. Energy And Mass Transfer In Continua. Mc Graw Hill, 1972.

[21] SOLÁ, Héctor y VILLANUEVA, Alsina. Enfoque para la formación integral en procesos industriales en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Salta - UNSA. Argentina. Enseñanza de las operaciones industriales, Pág.2.

[22] TORRES, Guillermo. (1997). Otra Evaluación, Otra Educación, Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS. Bucaramanga: Pág. 61.

[23] TORRES, Guillermo. (1997). Principales Manifestaciones Conceptuales de la Evaluación. Citado por, TORRES, Guillermo. Evaluación del Aprendizaje. Colección: Especialización en Docencia Universitaria, Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS - CEDEDUIS. Bucaramanga: Pág. 74.

[24] VASCO, Carlos. Algunas Reflexiones Sobre la Pedagogía y la Didáctica. Universidad Nacional de Colombia. Revisado en: << <http://ineduga.webcindario.com/pedagogiadidactica.pdf> >> 16 de Noviembre de 2012.