

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

“CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ”

Facultad de Ingeniería

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

*Título: Sistema de actividades para el trabajo independiente en la
asignatura*

Transferencia de Calor en la formación de Ingenieros Químicos.

Autor: Rubys Delvys Lay Cabrera.

Tutora: DraC. Noemí Suárez Monzón.

Cienfuegos, Cuba, 2014

Agradecimientos.

*A mis amigos,
por su ayuda y su paciencia,
en especial a Elizabeth, Rosali y Yosbany.*

*A mi amiga y esposa Claudia,
por pertenecer y existir en mi vida.*

*A mi tutora Noemi,
por guiarme incondicionalmente
y confiar en mí.*

Dedicatoria

*A mi madre,
por ser la persona más importante
en mi vida.*

Resumen

El presente trabajo, titulado: **Sistema de actividades para el trabajo independiente en la asignatura Transferencia de Calor en la formación de Ingenieros Químicos**; se corresponde con una investigación orientada a la obtención de un objetivo práctico, en este caso, es el sistema de trabajo independiente para la asignatura Transferencia de Calor, que tiene como objetivo elaborar un sistema de actividades independientes en la asignatura Transferencia de Calor, perteneciente a la Disciplina de Operaciones y Procesos Unitarios, la que se llevó a cabo mediante el empleo fundamentalmente, del método de análisis de documentos, métodos matemáticos y métodos empíricos. En la enseñanza de esta asignatura en la Universidad de Cienfuegos se carece de un sistema de actividades independientes donde el estudiante pueda poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos y enfatizar con mayor profundidad en la mayoría de los temas impidiendo que el estudiante pueda visualizar cada fenómeno y poner en práctica los métodos de cálculos estudiados, así como la mejor comprensión y aprendizaje de la asignatura. Como resultado fundamental de la investigación se obtuvo un sistema de actividades independientes fundamentado desde las ciencias de la educación que no sólo constituye un modo de organizar el proceso de enseñanza aprendizaje en esta asignatura, para que los estudiantes desarrollen el trabajo independiente, sino que constituye un recurso didáctico de extraordinario valor metodológico para los docentes.

Summary

The present work titled: **System of activities for the independent work in the subject of study Heat Transfer in the formation of Chemical Engineers;** He loves one another with an investigation once the obtaining was guided of a practical objective, in this case, the system of independent work for the subject of study is Heat Transfer, that it aims at elaborating a system of independent activities in the subject of study Heat Transfer, belonging to the discipline of Operations and Process Unitary, the one that took effect by means of the job fundamentally, of the method of documentary analysis, mathematical methods and empiric methods. In the teaching of this subject of study in the University of Cienfuegos he lacks a system of independent activities where the student can put into practice the theoretic acquired and emphasizing with bigger depth in the majority of the themes impeding that the student can visualize each phenomenon and putting into practice the methods of calculations studied, as well as the best understanding and learning of the subject of study. As a result essential of investigation a system of independent activities based from the sciences of the education that not only a mode of organizing the tuitonal process constitutes learning in this subject of study, in order that students develop the independent work, rather was obtained constitute a teaching material of extraordinary value methodological for the teachers.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo I: el trabajo independiente en el contexto del proceso de enseñanza aprendizaje. | |
| 1.1 El Proceso de Enseñanza Aprendizaje. Características generales..... | 6 |
| 1.2 Particularidades de la asignatura Transferencia de Calor como parte de la disciplina operaciones unitarias en la formación del Ingeniero Químico..... | 15 |
| 1.3 El trabajo independiente en el proceso de enseñanza aprendizaje..... | 20 |
| Capítulo II: Sistema de actividades para el trabajo independiente en la asignatura de transferencia de calor para ingeniería química. | |
| 2.1 Diagnóstico del estado actual de la enseñanza aprendizaje de la transferencia de calor en la formación del ingeniero Químico..... | 34 |
| 2.2. Fundamentos psicopedagógicos de la propuesta de actividades independientes para la asignatura Transferencia de Calor..... | 41 |
| 2.3 Características del sistema de actividades propuesto..... | 45 |
| 2.4. Diseño del sistema de actividades independientes propuesto..... | 49 |
| 2.5 Condiciones necesarias que deben tener en cuenta los docentes para concebir el trabajo independiente de los estudiantes..... | 56 |
| Capítulo III: valoración teórica del sistema de actividades propuesto para la asignatura transferencia de calor. | |
| 3.1 Valoración por los expertos..... | 59 |
| 3.2 Valoración por los docentes..... | 61 |
| 3.3 Valoración por los estudiantes..... | 62 |
| 3.4 Triangulación de la información..... | 63 |
| Conclusiones generales | 65 |
| Recomendaciones | 66 |
| Bibliografía | 67 |
| Anexos | 71 |

INTRODUCCIÓN

La universidad cubana, como fuente inagotable de experiencias en la formación de profesionales, enfrenta los retos de una época que evoluciona bajo la égida de la Revolución Científico Técnica y las Tecnologías de la Información y la Comunicación, de ahí la necesidad de renovar, constantemente, métodos y estilos de enseñanza que estén dirigidos a lograr aprendizajes para enfrentar los cambios que genera el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

En este sentido, las habilidades en la actividad independiente de estudiantes universitarios juegan un rol decisivo, pues a través de esta se puede establecer el indisoluble vínculo teoría-práctica. Es en este interaccionar donde se materializa la acción desarrolladora del hombre en la sociedad en general.

Para el logro de estos fines el docente universitario debe ofrecer al estudiante una base orientadora de la actividad independiente que facilite alcanzar el propósitos de transformar la actividad cognoscitiva, a partir del empleo de los procedimientos didácticos en el cual se ponga al estudiante en contacto con nuevos problemas, necesidades y tareas a resolver que implique cuestionamiento, investigación, búsqueda de juicios, razonamientos que agudicen la contradicción entre los saberes previos, ya construidos y los nuevos por adquirir.

En la actualidad han sido numerosas las investigaciones que han abordado el trabajo independiente y el desarrollo de las habilidades de estudio con este carácter. En todos los casos es evidente la inclusión del sujeto en la actividad cognoscitiva independiente, criterio que viene sistematizándose desde 1980 en los trabajos de Pidkasisti, y luego por Zayas, (1998), entre otros.

El didacta ex soviético, Pidkasisti (1980; 234) fue uno de los más connotados investigadores que en la década de los ochenta define que *“trabajo independiente es el medio de inclusión de los alumnos en la actividad cognoscitiva independiente, el medio de su organización lógica y psicológica”*.

Estas valoraciones orientan hacia un análisis más contextualizado de la actividad cognoscitiva independiente de los estudiantes de Ingeniería Química en la asignatura Transferencia de Calor y la orientación que se hace de esta por parte del docente.

En esta asignatura el estudio de las operaciones y procesos básicos, tiene especial relevancia en la producción de los diferentes productos de industria química. En realidad, es imposible abarcar por separado las fabricaciones de tantos miles de productos que tienen uso en la vida moderna. Sin embargo, esto puede ser resuelto a partir del conocimiento profundo de los principios científicos de cada una de las operaciones y procesos que conforman una producción, el ingeniero químico puede con facilidad apropiarse de la esencia de ésta, permitiéndole, además, incorporar los progresos de la ciencia y la tecnología en esta área del saber a la producción.

Las investigaciones relacionadas con la enseñanza de la ciencia confirman la conveniencia de vincular todas las operaciones y procesos básicos de la producción; esto ha demostrado ser el mejor método de conocimiento efectivo y profundización de su técnica.

Sin embargo, en la práctica la enseñanza de la Transferencia de Calor transcurre, en primer lugar con una gran cantidad de horas teóricas (del total) y las horas prácticas no pueden ser ejecutadas en laboratorios, ni talleres porque no existen. En segundo lugar, al profundizar en el alcance de los objetivos de esta asignatura y la forma que se orienta la actividad cognoscitiva independiente se denota insuficiencias en la determinación, orientación, ejecución y control del trabajo independiente y que las acciones para la determinación y orientación no son trascendentes, ni estimulan que se gesten y solucionen las contradicciones dirigidas a superar los niveles de dependencia de los estudiantes arraigados por la fuerza de la tradición.

La totalidad de los estudiantes le dan un criterio prioritario al trabajo independiente en el proceso enseñanza aprendizaje al considerar que la mayor cantidad de conocimientos los adquieren en la realización del mismo y no en la clase frente al profesor, pero creen poseer una mala planificación de la actividad independiente, lo que no garantiza que el estudiante se sienta psicológicamente aliviado, además de malgastar tiempo por la ausencia de una buena base orientadora.

Otro elemento referido por los docentes que evidencia la inconsistencia en la promoción del trabajo independiente es lo relativo a que en las acciones de ejecución (donde mayoritariamente interviene el estudiante) no se ha logrado que los profesores los enseñen a ser reflexivos en cada respuesta, a pensar de forma crítica, divergente y creadora, a que mediten sobre las posibilidades reales de los resultados y que se autoevalúen en cada fase o etapa de su accionar. Es decir, la necesidad de contribuir al desarrollo de su meta cognición.

En el control, que como regularidad ha estado plagado de autoritarismo, se manifiesta la tendencia de dar mucho crédito a un resultado fáctico, muy dependiente de lo cuantitativo, donde lo competitivo del valor numérico predominaba sobre cualquier análisis cualitativo.

En este sentido, no se ha logrado ubicar al estudiante ante la necesidad de buscar independientemente la solución de cada tarea propuesta, que reconozca cuáles son sus errores y las causas que los originan como una etapa insoslayable en el proceso de aprendizaje, que considere además, cómo reorientarse para enmendarlos. No se han aprovechado lo suficiente las posibilidades de la clase y el trabajo en el aula para la solución de tareas con carácter independiente. Además, todo el trabajo desarrollado sobre la base del diagnóstico se ha hecho, esencialmente para solucionar o contrarrestar las dificultades, no para identificar ni darle seguimiento a las potencialidades.

Problema científico.

¿Cómo concebir el trabajo independiente en la asignatura Transferencia de Calor, en el contexto de la carrera de Ingeniería Química?

Se define como **Objeto de investigación** el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Transferencia de Calor y como **Campo de Acción** el trabajo independiente de la asignatura.

Se defiende la idea: de que la elaboración de un sistema de actividades concebidas para realizarse de manera independiente en la asignatura Transferencia de Calor, que se organice en tres etapas y se caracterice por el vínculo teoría práctica, contribuye al desarrollo de la independencia cognoscitiva, la creatividad y la motivación por la asignatura.

Objetivo General

Este trabajo tiene como objetivo elaborar un sistema de actividades independientes en la asignatura Transferencia de Calor, perteneciente a la Disciplina de Operaciones y Procesos Unitarios.

Objetivos específicos

1. Determinar los fundamentos teóricos sobre la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura Transferencia de calor y las concepciones sobre el trabajo independiente.
2. Diagnosticar del estado actual de la enseñanza aprendizaje del trabajo independiente en la asignatura Transferencia de Calor.
3. Elaborar una propuesta sobre un sistema de actividades independientes con un enfoque desarrollador para cada tipo de transferencia de calor.
4. Valorar su efectividad teórica con expertos y sujetos implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura

Metodología a utilizar.

Se utilizarán métodos teóricos y empíricos.

Teóricos:

1. Se analizará de forma general la literatura pedagógica relacionada con las cuestiones teóricas que sirven de fundamentos para realizar la propuesta a partir del empleo de los métodos teóricos de análisis y síntesis (proceso de enseñanza- aprendizaje, actividad independiente, independencia cognoscitiva, principio de la relación teoría con la práctica). Además se empleará el histórico-lógico para analizar los antecedentes históricos de la enseñanza de la Transferencia de Calor en la formación del Ingeniero Químico.
2. Se trabajará en la organización de la orientación de cada actividad independiente para que los estudiantes logren los objetivos del trabajo utilizando el enfoque de sistema como método que facilita la coherencia de los componentes, la estructura, principio de jerarquía y relaciones funcionales del sistema.

Empíricos:

1. Se aplicará el análisis de documentos de los diferentes materiales docentes de la asignatura (programa, libro de texto, orientaciones metodológicas y libros de consulta) con énfasis en los ejercicios resueltos en clases prácticas así como también los ejercicios propuestos en la literatura consultada en cada uno de los tema y determinar sus potencialidades para la actividad independiente
2. Encuestas a profesores de la disciplina para conocer la preparación existente en la concepción de la actividad independiente sobre la base del logro del vinculo teoría y práctica, la independencia cognoscitiva y la creatividad a través de la asignatura
3. Entrevista a estudiantes para conocer el grado de satisfacción con la asignatura y contribución a su formación
4. Se empleará la consulta a expertos para evaluar la concepción de las actividades independientes y a profesores de la disciplina y a los estudiantes por ser los principales clientes.

Resultados esperados.

Se pretende que los estudiantes sean capaces de resolver el sistema de actividades independientes propuestas de manera tal que apliquen los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura de forma independiente.

CAPÍTULO I: EL TRABAJO INDEPENDIENTE EN EL CONTEXTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

En este capítulo se realiza un análisis del proceso de enseñanza aprendizaje en general y en particular se enfatiza en los principales aspectos que definen el trabajo independiente como parte de este.

1.1 El Proceso de Enseñanza Aprendizaje. Características generales

El proceso de enseñanza aprendizaje en cada etapa del desarrollo humano se ha interpretado de diversas maneras, lo que evidencia su carácter histórico- social. En su movimiento hacia etapas actuales, se identificó inicialmente con el proceso de enseñanza y la figura del profesor como sujeto director de dicho proceso, actualmente se concibe como una “unidad que tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante” (Batista;2004:159), lo que destaca la interdependencia de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En las concepciones vigentes de este proceso, se defiende la posición activa y transformadora de los estudiantes y se enfatiza en la necesidad de centrar la atención en el cómo aprenden. Sin embargo, es conveniente, para lograr esta posición, proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para interactuar con los contenidos que se propone aprender.

Para muchos profesores e investigadores el aprendizaje efectivo debe basarse en el empleo de estrategias de aprendizaje que ayuden al estudiante a tener autocontrol e independencia sobre sus propios procesos de aprendizaje y puedan planificar mejor sus tareas y actividades escolares.

Según lo planteado por varios autores, - la importancia de las estrategias de aprendizaje viene dada por el hecho de que engloban aquellos recursos cognitivos que utiliza el estudiante cuando se enfrenta por sí solo al aprendizaje; pero, además, cuando se hace referencia a este concepto no solo se está contemplando la vertiente cognitiva del aprendizaje, sino que se va más allá de los aspectos considerados estrictamente cognitivos para incorporar elementos directamente vinculados tanto con la disposición y motivación del estudiante como con las actividades de planificación, dirección y control que el sujeto

pone en marcha cuando se enfrenta al aprendizaje. Por tanto, aunque hablar de estrategias suele ser sinónimo de cómo aprender, también es verdad que las razones, intenciones y motivos que guían el aprendizaje junto con las actividades de planificación, dirección y control de todo este proceso constituyen elementos que forman parte de un funcionamiento estratégico de calidad y que puede garantizar la realización de aprendizajes altamente significativos” (Valle; 1994: 43)

En concordancia con lo expresado anteriormente, el autor entiende que emprender la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje con independencia requiere que el profesor incentive a los estudiantes en el empleo de procedimientos y estrategias de aprendizajes únicas e irrepetibles de acuerdo con las características de cada uno. Para ello no solo debe apelar a procesos cognitivos y metacognitivos, sino que debe atender fundamentalmente los procesos inductores, no basta con que se posean “los metaconocimientos necesarios para que se esté en disposición de desplegar un aprendizaje activo y autorregulado y las consecuentes acciones de regulación metacognitiva.

Desde el punto de vista motivacional volitivo, el aprendizaje activo, cuyo nivel superior de desarrollo conduce al aprendizaje autorregulado, supone que exista una verdadera disposición a aprender de forma activa y estratégica, es decir, la disposición para enfrentar y mantener la concentración y los esfuerzos de voluntad a lo largo de las tareas para lograr la consecución de objetivos de aprendizaje, así como el interés por profundizar en los contenidos utilizando un estilo “estratégico”, es decir, orientado a metas y al análisis de cómo lograrlas, conscientemente”(Batista; 2004:89)

Llegado a este punto es necesario realizar un análisis del proceso enseñanza aprendizaje en la formación inicial de los Ingenieros Químicos, para revelar qué peculiaridades presenta de forma general y cuáles específicamente registran la necesidad de su transformación.

El Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la formación inicial del profesional se define como: “la dirección por profesores de la formación profesional del estudiante, en la que se produce el tránsito hacia niveles superiores de desarrollo en los modos de pensar, sentir y en la calidad de los desempeños para la transformación del contexto de la empresa. Es un proceso especializado y sistematizado de educación profesional de la personalidad que tiene en su centro al sujeto que se prepara para ejercerla en un contexto específico de

actuación competente, por lo que tiene particularidades que lo distinguen de otros procesos de enseñanza aprendizaje”. (Parra; 2002: 32)

Este proceso, en el marco de la formación de profesionales de las ciencias técnicas, posee elementos comunes para las diferentes especialidades y elementos diferentes que están relacionados con las especificidades de cada carrera y que tienen que ver, en buena medida, con el objeto de la profesión, funciones y tareas que debe desarrollar su práctica empresarial. En consecuencia, el proceso de enseñanza aprendizaje está condicionado por las exigencias sociales y los problemas que deberá resolver el profesional, en una etapa determinada, por lo que está sujeto a un constante perfeccionamiento.

Una muestra de ello, son las diferentes versiones por las que se ha venido desarrollando la formación del Ingeniero Químico, la que desde sus inicios, en las últimas dos décadas del siglo XIX. El primer plan de estudios para formar un ingeniero químico fue estructurado por el Profesor Lewis Mills Norton, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en 1888. Con este plan se preparaba esencialmente un ingeniero mecánico, con algunos créditos de química industrial.

Posteriormente en 1902, el Profesor Arthur Noyes introduce la química física en el currículo, y se incluyen algunos cursos específicos como Tecnología de Combustibles, Producción y Distribución de Gases y otros. No obstante, la base mecánica del plan de estudios continuaba siendo elevada (el 11% de los créditos), limitándose el perfil químico a la descripción de algunos procesos y a la impartición de conceptos básicos de química.

Hougen (1905) analiza cómo es posible identificar que la preparación de ingenieros químicos ha transitado por varias etapas, caracterizadas cada una de ellas por la inclusión en el currículo de un conjunto de disciplinas, y la reducción o eliminación de otras. (Tomado del modelo del profesional)

En este desarrollo se observan 3 etapas cuyo rasgo característico es el cambio en la distribución de las Disciplinas que constituyen la base del Plan de Estudios.

- La etapa de la decadencia de la química industrial que se extiende hasta 1940.
- La etapa de desarrollo de las operaciones unitarias, desde hasta 1950.
- La etapa de desarrollo de la ciencia de la ingeniería, a partir de 1950.

La primera etapa se caracteriza por la enseñanza tecnológica, siendo la disciplina fundamental del plan la Química Industrial. Junto a ésta se impartían, entre otras, cursos de Metalografía, Electricidad, Máquinas Calóricas, Productos de la Producción Química, Química Analítica Técnica, etc.

El incipiente desarrollo de la industria química en esta etapa, y por consiguiente su poca diversificación, permitía preparar al especialista a través del estudio de las tecnologías existentes, que por lo general no diferían mucho entre las diferentes instalaciones de un mismo tipo. Un texto clásico de esta etapa es "Outlier of Industrial Chemistry", escrito por Thorpe en 1898.

Posteriormente, producto del desarrollo de la industria química, surgieron nuevas producciones y se perfeccionaron las ya existentes, por lo que se hizo prácticamente imposible la formación de un Ingeniero Químico que respondiera a las necesidades generales, sobre la base de la descripción tecnológica.

Para la solución del problema, los análisis realizados llevaron a los especialistas a defender dos corrientes. La llamada Escuela Europea se pronunció por continuar la preparación del especialista sobre una base tecnológica, pero estrechando el perfil del egresado, surgiendo así las especializaciones. La llamada Escuela Norteamericana revolucionó la enseñanza de la ingeniería química mediante la inclusión de las llamadas Operaciones Unitarias.

Esta corriente consideraba que todas las tecnologías existentes hasta ese momento, podían ser consideradas como combinaciones de operaciones simples (centrifugación, secado, mezclado, sedimentación, etc.) que respondían a leyes físicas determinadas y por tanto el principio de funcionamiento se podía describir independientemente de la tecnología de la que formaban parte. Así, en 1923 surgió el primer texto de esta disciplina "Principles of Chemical Engineering", escrito por Walker, Lewis y McAdams.

La introducción de las Operaciones Unitarias en el plan de estudio permitió la formación de un especialista capaz de adaptarse, tras un breve período de adiestramiento, a las diversas tecnologías existentes. No obstante, en muchas universidades norteamericanas, simultáneamente, se continuaron impartiendo asignaturas de corte tecnológico, fundamentalmente en lo relacionado con la industria del petróleo, principal asimiladora de la fuerza de trabajo especializada en dicha etapa.

A partir de 1945 comenzaron a ser introducidas en la industria química los instrumentos electrónicos de medición; con lo cual, la asignatura Instrumentación y Controles, se hizo necesaria. Por otra parte, finalizada la II Guerra Mundial se incrementó la demanda de productos derivados del petróleo y se desarrollaron nuevos productos sintéticos, comenzando la etapa de esplendor de las transformaciones de hidrocarburos en los llamados complejos petroquímicos. Para ello se necesitó del dominio de disciplinas como Cinética Aplicada y Catálisis que fueron introducidas en el currículo.

A partir de la década del 50 surgió una nueva etapa en la formación del ingeniero químico. Si bien hasta ese momento la formación del especialista tenía como objetivo central, enseñarle como realizar una u otra operación, a partir de este momento el interés se dirigió a enseñarles por que actuar de una u otra manera ante una situación particular. Este cambio de enfoque está vinculado a la inclusión en el currículo de asignaturas como Fenómenos de Transporte, Modelación Matemática y Análisis de Sistemas. Con ellas comienza la llamada etapa del desarrollo de la ciencia de la ingeniería, en la que se trata de mostrar cómo cada una de las operaciones simples, involucra combinaciones de los mismos principios básicos de transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento, utilizándose éstos para analizar y complementar las Operaciones Unitarias.

El enfoque de la especialidad característico de esta etapa, va dirigido a que el estudiante integre los conocimientos recibidos en las disciplinas Balance de Materiales y Energía, Operaciones Unitarias, Termodinámica Aplicada, Reactores Químicos e Instrumentación y Control, y pueda de esta forma realizar el análisis del comportamiento del sistema dado, e incidir directamente en éste. En esta etapa comenzó la introducción, con marcada fuerza, de las técnicas de computación aplicadas a la especialidad. (Tomado del modelo del profesional)

Esta etapa mantiene su vigencia y sus características fundamentales se reflejan en los planes de estudio de la mayoría de los países desarrollados y en Cuba también.

A partir del curso 2009- 2010, cuando la carrera se inicia por primera vez en la provincia de Cienfuegos, tras la necesidad de profesionales para asumir los proyectos del polo petroquímico convenidos con otros países, se redimensiona la formación y se concreta en un nuevo plan de estudio llamado plan D.

En estas condiciones en que se inserta la carrera de Ingeniería Química, el Proceso de Enseñanza Aprendizaje transcurre a través de los componentes del currículo (laboral, académico e investigativo), los que se articulan para lograr la integralidad en el proceso formativo.

La práctica laboral adquiere gran significación, al considerarse el lugar donde integra la ingeniería de procesos con la organización y orientación del tutor, quien tiene la responsabilidad del asesoramiento de sus estudios y el desarrollo de habilidades profesionales.

Este nuevo modelo de formación del Ingeniero Químico generó cambios en el perfeccionamiento del Proceso de Enseñanza Aprendizaje:

1. Utilizar desde los primeros años y en todas las disciplinas con condiciones para ello, el empleo de los conocimientos de: idioma inglés, economía, uso y generación de la computación y las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC), etc.
2. Incrementar el desarrollo de actividades que propicien una visión integral de fenómenos y procesos, tal como se presentan en la realidad.
3. Desarrollar la capacidad para educarse por sí mismo, a través de trabajos que exijan contenidos no desarrollados en clases.
4. Reducir la carga docente convencional e incrementar el empleo de actividades independientes, con vista a elevar el auto aprendizaje.
5. Equilibrar los contenidos de las asignaturas de forma tal que las actividades a realizar por el estudiante garanticen el dominio de las habilidades definidas como objetivos esenciales.
6. Incrementar la cultura técnica haciendo que desde los primeros años comience el empleo de elementos de metodología de la investigación científica, en todo trabajo que persiga dar solución a problemas provenientes de actividades propias del ejercicio de la profesión, además de: normas, conocimientos de métodos y sistemas de protección contra incendios y de seguridad e higiene del trabajo, descripción de equipos y procesos, manejo de tablas, etc.
7. Garantizar una base científica con la amplitud y solidez necesaria para entender los

fenómenos más comunes en el ámbito de la profesión.

8. Enfatizar en las asignaturas de aplicación el empleo de los principios básicos y métodos de trabajo, con vista a desarrollar en el estudiante la capacidad para el análisis de situaciones nuevas y su evaluación permanente.
9. Desarrollar una ética profesional consciente, mediante el análisis de situaciones propias de la profesión y sus implicaciones sociales, económicas y legales, destacando su responsabilidad ante las mismas.

Estos cambios implica que:

- El proceso no se da solo en las relaciones profesor- alumno, aparece otra figura que es responsable también de la formación: el Tutor.
- Aunque la clase continúa siendo una forma fundamental de organización de la docencia, pero en su tipología predomina las clases práctica y los seminarios orientados a la solución de problemas de la industria sobre las conferencias.
- Se sugiere como método fundamental en este proceso el trabajo independiente, orientado a ganar aún más independencia cognoscitiva por los estudiantes.
- Se señalan como medios de enseñanza esenciales las tecnologías de la informática y la comunicación y los medios audiovisuales.
- Los contenidos se agrupan en disciplinas que están distribuidas a lo largo de todo el semestre.
- El reconocimiento del carácter de proceso en el sistema de evaluación del año, al predominar los caracteres sistemáticos y la disminución de examen final. Se recomienda comenzar todas las actividades con una evaluación individual y escrita de lo tratado en clases anteriores para comprobar la sistematización alcanzada en los conocimientos y habilidades de determinados contenidos del programa. Entre las tareas a evaluar se proponen fundamentalmente: la elaboración de fichas, resúmenes, cuadros, mapas conceptuales, sinopsis sobre temas que no han sido presentados por el profesor.

En los documentos rectores, se precisa como objetivo general formativo general:

Formar Ingenieros Químicos convencidos de la capacidad para educarse por sí mismo, lo cual representa el rasgo esencial de toda Educación Superior en general y en particular en esta especialidad, abarcando la adquisición de conocimientos y, principalmente, la construcción consciente de su propia personalidad, dotados para esto de una concepción científica del mundo sustentada en los principios del materialismo histórico y dialéctico, que a través del análisis de situaciones propias de su formación profesional o generada por la época, les permita resolver los problemas de manera independiente.

También se define en el Modelo del Profesional las esferas de actuación del Ingeniero Químico en cuatro esferas de actuación principales:

- Operación de plantas.
- Investigación.
- Diseño y desarrollo.
- Docencia superior.

Para su desempeño se identifican algunas de las funciones que las caracterizan:

- En la operación de plantas, el ingeniero químico se ocupa de problemas tales como: lograr que el efecto de los cambios en las condiciones de trabajo de los equipos no influyan negativamente sobre la producción de la planta, disminuir los costos de producción, optimizar el rendimiento de las reacciones químicas y bioquímicas, realizar estudios que permitan la adquisición de nuevos equipos, etc. Estas tareas no poseen todas el mismo grado de complejidad, por lo que se presentan en niveles de actuación que se caracterizan también por niveles de conocimientos y de experiencia diferentes.
- En la esfera de la investigación, el ingeniero químico se ocupa de: determinar las mejores condiciones para el desarrollo de una reacción química, determinar los parámetros necesarios para el diseño a gran escala de aparatos de procesos, en el establecimiento de tecnologías para nuevos productos, en la sustitución de materias primas de importación por otras de origen nacional, en eliminar problemas de corrosión y contaminación ambiental, en la identificación de modelos matemáticos que permitan perfeccionar los métodos de diseños, etc.

- El diseño y desarrollo implica describir la búsqueda de mejores condiciones para la operación de los equipos y del proceso como un todo. Una vez que los pasos que forman un proceso son conocidos, desarrollar el proceso significa estudiar el modo de combinar estos pasos de forma que su operación a gran escala reporte los mayores beneficios. Así, la actividad de diseño y desarrollo generalmente tendrá por objetivos: el diseño y creación de plantas nuevas; el diseño y creación de un anexo a una planta existente y la modernización de una planta ya instalada. En relación con esto, el ingeniero químico se ocupa de tareas tales como: la proyección de equipos y aparatos de procesos, el diseño y proyecto de plantas pilotos, los diseños preliminares necesarios para la contratación de plantas en el extranjero, la comprobación de diseños finales procedentes del extranjero, las medidas de vigilancia y prevención de incendios, las normas de seguridad contra riesgos eléctricos, químicos, etc.; el diseño del sistema de ventilación, establecer la situación de patentes para cualquier equipo, producto o su proceso de elaboración, etc.
- La docencia universitaria en uno de los campos priorizados porque se necesita acercar cada vez más la formación a lo que en la práctica se necesita en correspondencia con el desarrollo científico y tecnológico alcanzado en el país

El Modelo del Profesional vigente apunta hacia la necesidad de enseñar para lograr aprendizajes más efectivos de manera independiente y una preparación más eficiente de este profesional para su desempeño futuro.

- Diseñar la dirección del aprendizaje, de manera que favorezca su desarrollo autodidacta y su independencia cognoscitiva
- Elaborar programas dirigidos a atender de manera individual, las potencialidades y dificultades de los educandos y el grupo escolar para el desarrollo de la independencia que propicien la reflexión y regulación consciente de la actividad.

Claro está que, para emprender el trabajo independiente, se necesita revelar qué aprendizajes necesita este profesional para desempeñar su práctica profesional, una vez que su perfil es tan amplio y debe atender diferentes áreas de desarrollo. Requiere, además, de un estudio de las particularidades específicas del proceso de enseñanza aprendizaje en cada año y de cada asignatura por los que transita su formación.

En consecuencia con lo planteado anteriormente, resulta indispensable realizar un examen de las condiciones didácticas en que transcurre el Proceso de Enseñanza Aprendizaje, en particular en la asignatura Transferencia de Calor por constituir este el campo de análisis del presente trabajo.

1.2 Particularidades de la asignatura Transferencia de Calor como parte de la Disciplina Operaciones Unitarias en la formación del Ingeniero Químico.

Para el estudio de los procesos industriales se suelen seguir dos caminos diferentes. Se puede estudiar cada industria particular, por ejemplo: la del alcohol, la del petróleo, la del azúcar, la metalurgia del níquel, como constituyendo conjuntos independientes y detallando las diversas operaciones características que cada una comprende; o bien, se puede clasificar a los distintos elementos comunes a muchos procesos industriales, con arreglo a la función específica que realizan y estudiarlos separadamente como operaciones y procesos básicos o unitarios, con entera independencia del proceso de fabricación del que formen parte integrante.

Mediante el conocimiento de los elementos de índole física u operaciones y de los de índole química o procesos, el ingeniero químico adquiere la facultad de utilizarlos en los nuevos procesos industriales, y la capacidad de proyectar, construir y explotar instalaciones de plantas nuevas, con igual seguridad que si se tratara de procesos ya ensayados y aplicados por los motivos que anteceden, se comprende que el dominio de las operaciones unitarias y de los procesos que tienen lugar en los reactores químicos industriales (ingeniería de reactores) es el camino más eficaz para iniciar el estudio de las tecnologías industriales.

De acuerdo con las ideas anteriores, hoy universalmente aceptadas en el ámbito de la docencia y la práctica de la ingeniería química, los profesores Davis y Little en EE.UU y Krupski en Rusia, formulaban, de manera muy clara a principios de nuestro siglo, sus ideas acerca del modo de enfocar docentemente las cuestiones de las fabricaciones químicas, a través de sus elementos constitutivos, en forma general, sin tratar concretamente ninguna.

En los años siguientes, las obras didácticas de Walker – Lewis – Mc - Adams, McCabe, Fokin, Pavlov y otros en EE.UU y en la URSS fueron determinantes para delinear claramente los fines, fundamentos y métodos de la ingeniería química. La validez de estas concepciones ha sido probada por la historia del desarrollo impetuoso de las industrias de

procesos hasta la fecha, en el que se consideran aquellas como la causa subjetiva fundamental de dicho desarrollo.

La aparición del libro *Kinetics and Catalysis* de O. Hougen y K. Watson y de artículos científicos que describían el cálculo de reactores químicos y bioquímicos en términos generales e independientes de una tecnología dada, a mediados de la década de los años 40, marca en la historia de la ingeniería química, la conquista del campo de la ingeniería de reactores por estas mismas concepciones.

De ahí que el estudio de las operaciones y procesos básicos, sin vincularlos a ninguna producción concreta, ha mostrado ser el mejor método de conocimiento y profundización de su técnica. En realidad, es imposible abarcar por separado las fabricaciones de tantos miles de productos que tienen uso en la vida moderna. Sin embargo, al conocer bien los principios científicos de cada una de las operaciones y procesos que conforman una producción, el ingeniero químico puede con facilidad apropiarse de la esencia de ésta, lo que permite, además, incorporar esos conocimientos a cada producción los progresos que la investigación vaya introduciendo en cualquiera de ellas. En aparente contradicción con lo anterior, se ha introducido en esta disciplina el estudio del tratamiento de aguas y residuales industriales. Y es que la universalidad de la presencia de estos problemas en todas las producciones químicas o de carácter bioingenieril, hacen imprescindible el estudio temprano de los mismos por el estudiante de ingeniería química con un enfoque adecuado, a la vez que pueden tomarse como ejemplos específicos de la aplicación de las operaciones y procesos básicos. (tomado del programa de disciplina)

Si bien lo esencial de las ideas originales sobre la ingeniería mantiene su vigencia, también es cierto que algunas de ellas han sido superadas por el propio desarrollo de la ciencia y la tecnología. Así, los grandes avances de la teoría básica de las operaciones unitarias, de la ingeniería de reactores y la creciente matematización de las ciencias, han permitido agrupar una serie de conceptos y métodos fundamentales, que han tomado en varias asignaturas fundamentales para el estudio de las operaciones unitarias.

Una de estas asignaturas es transferencia de calor que se imparte en el cuarto año de la carrera con un total de 70 h/c y se concibe como objetivo formativo (tomado del modelo del profesional) que los estudiantes sean capaces de:

1. Consolidar un pensamiento dialéctico, la concepción materialista del mundo y la certeza de la cognoscibilidad de las operaciones de transferencia de calor presentes en la industria de procesos, a través de su trabajo en clases prácticas, proyectos en los talleres, y prácticas de laboratorio, en los que vean forzados a vincular diferentes fenómenos, leyes y modos de operar de los equipamientos, como elementos determinantes del comportamiento de las operaciones de transferencia de calor y en los que se analice de qué forma los cambios en uno cualquiera de dichos elementos influyen sobre los otros y sobre el comportamiento global de las mismas.
2. Desarrollar una ética que se traduzca en hábitos de honradez, profesionalismo, y de formas de convivencia tales que proyecten la personalidad de un individuo seguro de sí mismo, confiable como técnico y como persona, de trato agradable a través de la ejecución de tareas técnicas a desarrollar solos y/o en equipos colectivos de talleres y trabajos extra clase en los que la búsqueda de información, el rigor exigido en los elementos estéticos en los juicios técnicos, el cumplimiento en tiempo de las tareas que le corresponden, el respeto y la calidad de las relaciones dentro de estas constituyan elementos de valoración.

Asimismo, desde el punto de vista instructivo los estudiantes deben ser capaces de:

Aplicar a un nivel productivo los principios de las ciencias básicas, ciencias de ingeniería, los conceptos fundamentales de la ingeniería química y los principios de las operaciones unitarias a la selección, diseño, y análisis del comportamiento del equipamiento típico para las operaciones de transferencia de calor, en las plantas de procesos, tales como: intercambiadores de calor; condensadores de vapores simples y evaporadores de simple y múltiples efectos.

Para cumplimentar estos objetivos se declaran los contenidos siguientes:

Mecanismos básicos de transferencia de calor. Coeficientes de transferencia de calor. Selección, evaluación y cálculos para el diseño de Intercambiadores de calor, condensadores y evaporadores. Análisis del comportamiento de dichos equipos.

Al concluir la asignatura los estudiantes deben tener habilidades para:

Interpretar y aplicar las expresiones básicas que describen los mecanismos de transferencia de calor en el cálculo de los equipos fundamentales de transferencia de calor. Aplicar los

algoritmos de cálculo y evaluación de los intercambiadores de calor y condensadores de tubo y coraza, y de evaporadores de múltiples efectos, así como seleccionar el equipo más adecuado en un proceso dado. Integrar los requerimientos energéticos e hidráulicos de los sistemas de intercambio de calor con el sistema hidráulico de una tecnología dada.

Es necesario además que el estudiante desarrolle el sentido de responsabilidad, a través del cumplimiento de las tareas y trabajos extra-clases en los tiempos establecidos y con la calidad requerida. La disciplina, por la puntualidad en las actividades en que debe participar y por el desempeño de una conducta apropiada a la naturaleza de estas, tales como: conferencias, clases prácticas. Una conducta ética expresada por el respeto con que asume las tareas a desarrollar dentro y fuera del aula y por el celo por fundamentar científicamente los análisis realizados. Una sensibilidad estética que contribuya a una personalidad capaz de disfrutar de la limpieza, el orden y la belleza; sensibilidad expresada en el cuidado puesto en la elaboración de sus informes. Capaz de adquirir conocimientos por si mismo expresado en la independencia mostrada al analizar situaciones de la práctica que requieren el empleo de conocimientos provenientes de las diferentes partes de la asignatura, y de integrarlos de manera que contribuyan al logro de un objetivo único. Con un alto sentido de su responsabilidad profesional, dado por el rigor y por el esfuerzo personal que ponga en realizarlo a cabalidad.

Como puede apreciarse la formación del ingeniero químico a partir de la contribución de esta asignatura demanda un carácter teórico-práctico, lo cual constituye una de las más poderosas herramientas de trabajo en la vida profesional del futuro egresado. Se debe hacer énfasis en los conceptos fundamentales del sistema de conocimientos que abarca, de modo que el egresado cuente con una base sólida para interpretar los fenómenos que se presentan en los procesos industriales y para participar en la industria de los procesos y continuar su aprendizaje de forma independiente. Debe lograrse además que el estudiante desarrolle suficientes habilidades en la solución de problemas de Proyectos de forma que pueda contemplar el análisis o selección de variantes de operación y diseño en procesos tecnológicos, análisis de anomalías en el funcionamiento y de otros problemas frecuentes en la operación de sistemas de transferencia de calor.

Para lograr el carácter teórico práctico deben organizarse las prácticas de laboratorio de modo que los estudiantes cuenten con las instrucciones adecuadas, así como los demás elementos que permitan realizar un trabajo realmente independiente; siendo conveniente introducir prácticas de laboratorio de simulación digital para enfrentar los problemas más complejos a partir del vínculo de esta asignatura con las precedentes.

La evaluación debe concebirse de manera sistemática y complementarse en el trabajo desempeñado durante la exposición y defensa del proyecto, las soluciones planteadas, así como por la calidad del informe.

A modo de conclusión del análisis de la disciplina y la asignatura en particular se destacan como características del Proceso de Enseñanza Aprendizaje en esta disciplina, las siguientes:

- Se declaran tres componentes organizacionales del Proceso de Enseñanza Aprendizaje (Académico, Laboral e Investigativo), pero se diseñan y aplican actividades en menor grado al componente Laboral e Investigativo. En el académico se propicia poco el desarrollo de conocimientos y destrezas para dar solución a problemas de la empresa.
- La disminución de la presencialidad del profesor, el mayor número de horas clases son dedicadas a las clases prácticas y menos a laboratorios. Esta particularidad indica que es aquí es donde debe comenzar el trabajo de orientación adecuada de la actividad cognoscitiva independiente.
- La integración de los contenidos de las asignaturas en disciplinas: se establecen cinco disciplinas (Fenómenos de Transporte, Flujo de Fluidos, Separaciones Mecánicas, Tratamiento de Aguas y Residuales, Transferencia de Calor, Transferencia de Masa, Reactores Homogéneos, Reactores Heterogéneos).
- La organización de estas disciplinas en diferentes semestres: las asignaturas de las diferentes disciplinas quedan organizadas en dos semestres.
- La logicidad de las asignaturas y disciplinas se manifiesta al concebirse los contenidos con una lógica que permite en las relaciones interdisciplinarias e intradisciplinarias a partir de los nexos de precedencia y sucesión de los diferentes contenidos del Proceso de Enseñanza Aprendizaje.

- El reconocimiento del carácter de proceso y resultado en el sistema de evaluación del año: establecer el predominio de formas de evaluación de carácter sistemático y considerar el examen final como una forma integral en el que se comprueban contenidos de asignaturas que se relacionan.

Evidentemente la asignatura presenta lo que se necesita lograr, pero faltan las indicaciones metodológicas complementarias que viabilicen el cumplimiento de los objetivos. Por ejemplo, no es posible desarrollar el trabajo independiente sin la reflexión y selección consciente de aquellos procedimientos que favorecen la solución de la tarea (el qué, cuál, porqué y para qué de los procedimientos y técnicas de estudio que se pretende utilizar).

1.3 El trabajo independiente en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El perfeccionamiento del trabajo independiente es una necesidad fundamental en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, favorece el desarrollo de conocimientos sólidos y profundos, además de motivar a los estudiantes en su actividad creadora y hábitos de autopreparación.

1.3.1 Actividad cognoscitiva independiente. Algunas reflexiones psicodidácticas.

La diversidad de criterios acerca de cómo dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior con la perspectiva de lograr modos de actuación que se caractericen por la independencia y la toma de decisiones, la solución de problemas profesionales propios de cada empresa, es motivo de obligada reflexión para la mayor parte del profesorado de este nivel.

Uno de los problemas que tradicionalmente se ha configurado como regularidad en las Universidades es el relacionado con el pobre trabajo de profundización epistemológica, holística y didáctica de los contenidos curriculares que es necesario emprender como parte del proceso constante de perfeccionamiento de la dirección del aprendizaje y la estimulación de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de este nivel.

La escuela cubana, como fuente inagotable de experiencias en la formación de las nuevas generaciones, enfrenta los retos de una época que evoluciona bajo la égida de la Revolución Científico Técnica y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, de ahí

la necesidad de renovar, constantemente, métodos y estilos de trabajo que estén dirigidos a lograr transformaciones duraderas en todos los niveles de enseñanza.

Después de 1959, además de la vigencia de los trabajos de González y D. M. Escalona, se destacan: C. Rojas, (1982); G. Valdivia, (1988); A. Labarrere, (1996, 1998); P. Rico (1996); J. López, (1990) y J. M. Lois, (1980); M. Conde, (1999); J. Aparicio, 1999); C. A. de Zayas, (1998); C .R. Ochoa, (1999); entre otros, citados por Batista; 2004

Es de destacar que K.D. Ushinski, tuvo la primacía (junto a otros pedagogos progresistas de la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX) de aproximarse a revelar algunos aspectos de la actividad del alumno en el estudio, y en correspondencia con ello los procedimientos de la enseñanza utilizados con el objetivo de promover la actividad cognoscitiva independiente y de ofrecerles una fundamentación filosófica, psicológica, fisiológica y didáctica a esta problemática. Ya en este período, los pedagogos de referencia, sustentaban el criterio de que el conocimiento tiene una génesis dialéctica, siendo esta la causa fundamental de su contraposición a los principios inconsistentes de concepciones pedagógicas imperantes por la fuerza de la tradición.

En la década del veinte y principios de los años treinta se hicieron esfuerzos revelar la esencia del trabajo independiente y de la independencia como rasgo de la personalidad, de declarar un sistema de acciones para la ejecución de diferentes tareas: desde elegir los procedimientos hasta los resultados de la actividad, quedándose en lo fundamental a un nivel organizativo tanto en lo interno como en lo externo. Sin embargo, no se planteó la cuestión del desarrollo de las habilidades del alumno y su carácter procedimental para formular y solucionar independientemente las tareas cognoscitivas sobre la base de la orientación, la ejecución y el control como componentes de la actividad de aprendizaje.

El problema de la independencia cognoscitiva y el trabajo independiente en la escuela cubana ha evolucionado bajo la influencia de diferentes paradigmas educativos que caracterizaron el proceso de enseñanza-aprendizaje en un determinado contexto histórico-concreto.

Así, aparece la Escuela Tradicional que surge en el XVII en Europa y alcanza su mayor auge en los siglos XVIII y XIX en América Latina. Las manifestaciones más evidentes de

este paradigma encontraron resistencia en las concepciones filosóficas y pedagógicas de la segunda mitad del siglo XVIII y el esplendoroso siglo XIX cubano.

Entre los aportes más significativos se encuentran los del presbítero cubano José Agustín Caballero (1835), que en su Filosofía Electiva declara la importancia de preservar una cultura criolla que distinga la conciencia cubana; estas enseñanzas las materializó desde el Seminario de San Carlos (1785). Sus concepciones pedagógicas son el reflejo de un siglo plagado de acontecimientos históricos, marcado por la influencia del pensamiento moderno europeo. En su obra sintetizó magistralmente las ideas de F. Bacon (1626) sobre la crítica al aristotelismo y la escolástica y admite la importancia del conocimiento científico experimental.

La labor reformadora del padre Caballero fue decisiva en la ruptura de esquemas metodológicos y pedagógicos dirigidos a la transmisión de conocimientos, lo que se expresa de forma diáfana y directa en su oratoria y escritos pedagógicos.

El presbítero Félix Varela Morales (1853) contribuyó con sus valiosos aportes a las modificaciones de la enseñanza de la época. Insistió en la necesidad de la socialización entre todos los que enseñan y aprenden, que estos no son más que compañeros, con la intención de que este proceso fluya sin fuerzas, imposiciones y tensiones, que sientan la necesidad de la orientación de las materias de enseñanza y que se traduzca en preparación y aprendizaje para los implicados. Considera, que desde la clase se deben proporcionar a los alumnos los instrumentos que le permitan llegar por sí solos a la verdad. Abrazando esta idea crea su propio laboratorio para enseñar Física y Química.

Con la aparición de la Escuela Nueva, J. Dewey (1952) el paradigma anterior recibe una contundente crítica, debido a que reconoce al educando como sujeto activo en la enseñanza y considera a la educación como un proceso social que asegura su propio desarrollo.

Aunque este modelo declara una evidente renovación metodológica, tuvo limitaciones relacionadas con el espontaneísmo en la enseñanza y la falta de rigor en la orientación y control de las acciones del alumno, por lo que el aprendizaje iba en detrimento de la independencia cognoscitiva.

Estas tendencias pedagógicas influyeron significativamente en el contexto social cubano de la época, manifiestas en las obras de J. L. Caballero (1862) E. J. Varona (1933) y M. Valdés Rodríguez (1914).

En el sistema de relaciones sociales donde el hombre (ambos sexos) emerge como centro y catalizador de todos los niveles de interacción, se corrobora que la educación como proceso está condicionada por las mismas características del resto de las actividades humanas. Es en la actividad, donde los sujetos interactúan entre sí, manifiestan sus potencialidades e intenciones, reconocen a los demás, los valoran y se autovaloran de acuerdo con los criterios que el otro yo emite sobre su propia existencia.

Algunas reflexiones psicodidácticas necesarias sobre el término actividad en la dirección del trabajo independiente de los estudiantes.

En el complejo proceso de dirección de la actividad cognoscitiva se revela su carácter mediatizador, dado en los fundamentos filosóficos inherentes a la relación sujeto-objeto que tiene como base a la actividad práctica.

La actividad humana se manifiesta como una síntesis de la relación sujeto –objeto en la que lo ideal se materializa y lo material se idealiza, lo que se integra a manera de sistema en tres momentos o dimensiones de la práctica social: la actividad práctica, la actividad gnoseológica y la actividad valorativa. En el proceso de la práctica estas dimensiones se integran y complementan; cobra fuerza el carácter transformador del hombre en función de la satisfacción de sus necesidades. En este sentido la trilogía práctica-valor-conocimiento constituyen momentos inseparables de la actividad, son aspectos de un todo único que solo se aíslan mediante la abstracción.

La fundamentación del término actividad a partir de sus aspectos esenciales y antecedentes ha sido insuficientemente tratado en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la experiencia de maestros y profesores quienes generalmente la han identificado con las relaciones interpersonales en el proceso, no han rebasado el marco de lo descriptivo en el comportamiento de los estudiantes y el inventario de deficiencias relacionado con la asimilación de conocimientos, sin identificar adecuadamente causas de las dificultades, ni declarar una intervención estratégica dirigida a transformarlas.

El estudio de la actividad es una necesidad metodológica para el desarrollo de investigaciones didácticas, en las que el contenido, como una de sus categorías esenciales, no debe concebirse únicamente como sistema de conocimientos, habilidades y normas de valoración, sino que esté dirigido a revelar cuáles son las posibilidades que brinda para la orientación del estudiante en su actividad, donde hay metas y propósitos, en función de qué necesita aprender y cómo va a proceder.

En este sentido al concepto actividad le es inherente una determinada carga teórica y metodológica y puede ser interpretado a partir de su manifestación en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, donde se concreta cómo se implican los sujetos comprometidos en función de lograr el tránsito de la dependencia a la independencia, del enseñar a aprender al aprender a aprender en el proceso de adquisición de los conocimientos.

Una adecuada concepción de la actividad y las condiciones en que esta se desarrolla son determinantes en la anticipación de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje, de ahí que sea. "...complejo, multifactorial, de múltiples interacciones, donde las condiciones son definitivamente las que favorecen o dificultan el propio proceso y el resultado. Existen múltiples alternativas que deben analizarse en función de los resultados esperados y así activar los procesos necesarios para alcanzarlos." (Addine; 2001; 34) En este sentido, se comparte el criterio al abordar la importancia de las condiciones en las que se desarrolla el aprendizaje para el logro de la relación dinámica que debe existir entre proceso y resultado, y en correspondencia con ello, potenciar cuantas acciones sean necesarias para alcanzar los propósitos previamente fijados.

La primacía en los antecedentes del estudio del término actividad corresponde a la ciencia filosófica por la necesidad de justificar en el plano ontológico y de los objetos, la correlación y nexos que se manifiestan en el proceso de pensamiento, dado su propio carácter heterogéneo y multilateral, donde mediatizan sus funciones todos los procesos psíquicos cognoscitivos.

Entre los años veinte y la segunda mitad de los cuarenta se destacan los trabajos de S. L. Rubinstein, dirigidos a investigar y fundamentar una amplia gama de problemas filosóficos

inherentes a la psicología, relacionados básicamente con los procesos cognoscitivos como parte de la esfera ejecutora instrumental.

Uno de los postulados más importantes de la psicología científica que fundamenta la comprensión de la naturaleza de lo psíquico, es la unidad de la conciencia y la actividad. Este principio sostiene que el hombre y su psiquis no solo se manifiestan, sino que se forman en la actividad, inicialmente en la actividad práctica, mencionado por S.L. Rubinstein (1934). Luego este autor le dio seguimiento a este principio en toda su obra.

Con una clara y renovadora concepción filosófica en sus trabajos, Rubinstein declara que la actividad se configura como unidad de finalidades del sujeto y de aquellos motivos de los que parte la actividad. En este criterio se fundamenta el marcado carácter metodológico que adquiere el término actividad en la orientación y desarrollo de la personalidad, o sea, si se tienen en cuenta las finalidades, intenciones, propósitos, direcciones que anticipadamente marcan el alcance de la actividad humana hacia la transformación de las condiciones y su autotransformación como ser social, en virtud de los tipos de actividad donde mayormente se desempeña.

La anticipación o previsión en la actividad no es absolutamente exacta. En el carácter orientador de las acciones se expresa la forma específica para regular la actividad, de anticipar y planificar los resultados en forma de objetivos. Esto nos revela un significativo valor metodológico para la orientación, ejecución y control del trabajo independiente de los estudiantes.

En las reflexiones precedentes queda claro que el término actividad, independientemente de su marcado nivel teórico-metodológico, está indisolublemente vinculado a la relación teoría-práctica; de ella se nutre y a modo de retroalimentación la perfecciona. Es en este interaccionar donde se materializa la acción transformadora del hombre en la sociedad en general y del maestro en la escuela en particular, se persiguen nuevos propósitos de transformación de la actividad cognoscitiva, surgen nuevos problemas, necesidades y tareas a resolver que constantemente cuestionan los conocimientos precedentes: es esta orientación la que agudiza la contradicción entre los saberes previos, ya construidos y los nuevos por adquirir. Estas valoraciones me orientan hacia un análisis más contextualizado de la actividad cognoscitiva independiente de los estudiantes.

En una aproximación a la conceptualización de la actividad independiente los referentes desde Psicología y la didáctica antes analizado tienen sobrada importancia en la dirección de la actividad cognoscitiva independiente y se puede concebir como proceso interactivo, a partir del cual los sujetos que aprenden, apropiándose de un sistema de métodos, procedimientos de enseñanza-aprendizaje y normas de valoración orientados por el profesor, resuelven las tareas docentes dentro o fuera de la clase.

En la actualidad han sido numerosas las investigaciones que han abordado el trabajo independiente y el desarrollo de las habilidades de estudio con este carácter. En todos los casos es evidente la inclusión del sujeto en la actividad cognoscitiva independiente, criterio que viene sistematizándose desde 1980 en los trabajos de P. Pidkasisti y luego por Zayas, (1998), entre otros.

El didácta exsoviético, P. Pidkasisti fue uno de los más connotados investigadores que en la década de los ochenta define que *“trabajo independiente es el medio de inclusión de los alumnos en la actividad cognoscitiva independiente, el medio de su organización lógica y psicológica”*. (54, 234)

El autor de referencia no aborda la importancia que tiene el trabajo independiente dentro de la propia clase en función del aprendizaje desarrollador, de la independencia cognoscitiva ni la trascendencia de estas habilidades para la formación de modos estables de actuación en los futuros profesionales.

En el contexto latinoamericano, Díaz-Barriga, analiza las insuficiencias curriculares y su incidencia en el desarrollo de habilidades para el trabajo independiente; I. Muriá (1999), hace una caracterización del abordaje constructivista en las habilidades de la labor independiente y la influencia de diversas corrientes psicológicas como el enfoque psicogenético, el aprendizaje significativo y la psicología sociocultural. Sin embargo, a pesar de que los representantes de estas corrientes se adscriben a diferentes puntos de vistas teóricos, comparten el principio de la actividad constructiva del alumno en el aprendizaje como naturaleza inherente a este proceso.

En su artículo: La actividad, base del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula; como parte de la compilación del libro: La calidad en los procesos educativos, el didacta español A. M. Rivilla, declara una tipología de actividades en el aula sobre la base de un criterio

macro, donde se interrelacionan un conjunto de dimensiones por las que debe transitar el estudiante en formación y por otra parte las características de los contenidos y especificidad de cada disciplina, que condicionan dichas actividades.

Aunque los espacios de desarrollo que integran esta propuesta son abarcadores, por su complejidad exigen una rigurosa armonización, por la diversidad de dimensiones y aspectos del contenido que aborda, además, hace una fragmentación innecesaria de dimensiones y no se tienen en cuenta aspectos de la esfera afectiva que son determinantes para lograr un aprendizaje eficiente.

1.3.2 El trabajo independiente. Características generales.

Rico (1989) establece las diferencias entre estudio independiente y trabajo independiente como formas de auto preparación del estudiante bajo la orientación del profesor, en ambos casos se manifiesta un tránsito de la dependencia a la independencia, que, aunque con diferentes niveles de responsabilidad apuntan hacia la apropiación y desarrollo de habilidades para resolver la tarea docente.

C. A. de Zayas, (1999:133), declara que "el trabajo independiente es una característica del proceso docente-educativo; es aquel proceso que, en su desarrollo, logra que el estudiante, por sí solo, se autodirija". Este mismo autor refiere la importancia que tiene la solución de problemas por el futuro egresado en la lógica del proceso docente-educativo, es decir, que "en cada tema, aprendan porque resuelven múltiples problemas, los primeros con ayuda del profesor (...) pero los siguientes por sí solos, con independencia".

Los criterios antes referidos y otros sistematizados a través de la consulta bibliográfica, condicionan algunas cuestiones para definir que trabajo independiente es el método de dirección del aprendizaje dirigido al desarrollo de habilidades para la independencia cognoscitiva dentro y fuera de la clase y que se manifiesta a través de la auto preparación del estudiante, a partir de la necesaria orientación del profesor, donde el sujeto que aprende concientiza fortalezas y debilidades de los resultados alcanzados. (Quiñones, 2001)

Para este autor se concibe el trabajo independiente como método y se materializa en cuatro etapas fundamentales:

- La determinación: Es un trabajo didáctico de mesa que corre a cargo de los profesores del colectivo pedagógico para concretar qué aspectos del contenido del programa formarán parte del sistema de trabajo independiente, condiciones en que se desarrollará, fuentes de información a consultar por el estudiante, resultados del diagnóstico, ya sea el de entrada o su seguimiento, de acuerdo con la etapa del curso que se valore.
- Orientación: Es una de las etapas más importantes del proceso, es donde se concreta el qué y cómo ejecutarlo. Se aprovechan todas las potencialidades del contenido para una adecuada motivación, sobre la base de los beneficios que reporta el trabajo para los estudiantes, su utilidad presente y futura y qué tributa a los sujetos que aprenden en función de habilidades profesionales que se conviertan en modos estables de actuación. La base orientadora de la actividad se concreta en una guía para el autoaprendizaje. El valor fundamental de la orientación como proceso y etapa reside en que garantiza la comprensión por el estudiante de lo que va hacer antes de iniciar la ejecución. En la medida que él comprende, no solamente lo que va hacer, el producto que va a obtener, sino también cómo ha de proceder, qué materiales e instrumentos ha de utilizar y qué acciones y operaciones debe emprender y el orden de su despliegue, mayor será la calidad de la ejecución y del resultado que se obtenga. Además, es importante antes de iniciar la ejecución, que el profesor tenga un pleno control de la comprensión de los estudiantes, aquí se deben realizar preguntas para constatar su preparación para esta etapa, propiciar las condiciones favorables para el intercambio, la búsqueda de soluciones alternativas, la ayuda, la reflexión, el tiempo necesario para llegar de forma gradual a un resultado.
- Ejecución: Puede ser en la clase o fuera de esta, se solucionan tareas de carácter individual o colectivo. Es donde se aprende la habilidad y el profesor da seguimiento a las particularidades de su despliegue. Se constata cómo evoluciona el tránsito de la dependencia a la independencia y qué regularidades nos demuestran una transformación cualitativa estable de los modos de actuación del sujeto que aprende ante la solución de nuevos problemas, que le aporten nuevas informaciones, que organicen la lógica de su actuación en función de asumir su rol protagónico como centros del proceso
- Control: Seguimiento constante al proceso desde la propia determinación para constatar cómo va evolucionando el desarrollo de las habilidades propuestas en situaciones de

aprendizaje que sean novedosas. El control no puede identificarse únicamente con el resultado final, se implementa, como estrategia de dirección, desde la orientación para darle seguimiento a la incorporación del estudiante a todo el proceso, esto propicia el desarrollo de habilidades generales como: planificar una actividad, determinar qué acciones seguir y controlar su realización.

Las etapas anteriores además de coincidir en su mayoría con los componentes de la actividad de aprendizaje, implican un modo peculiar de estar y de participar en el proceso educativo, ya que el profesor y el estudiante han de valorar en todas sus dimensiones las posibilidades de interrogarse y de actuar en el espacio que comparten, qué acciones educativas emprender en el contexto y cómo replantearlas hacia la transformación profunda que demanda la actividad en la que ambos están comprometidos.

Aunque en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la configuración de las actividades que propician un aprendizaje activo, son decididas por el profesor como proceso inicial, luego, como consecución de lo procesal, deben ser co-decididas y autopropuestas conjuntamente con los estudiantes.

La autonomía se va construyendo con un marcado carácter vivencial, valorada socialmente pero decidida prioritariamente por cada estudiante. Es la clase el verdadero espacio de aprendizaje autónomo si el profesor comprende este desafío y actúa en consecuencia, procurando que la naturaleza de las actividades que se co-proponen sean favorables a la toma de decisiones y tiendan a que se mantengan los niveles deseados de autonomía.

La independencia y la autonomía, no excluyen la acción orientadora del profesor, todo lo contrario, esto presupone la adecuada diferenciación de cómo se manifiesta el tránsito de los estadios iniciales de dependencia hacia los niveles de mayor independencia y protagonismo que va adquiriendo el estudiante desde los primeros años de estudio, y que al finalizar será más rigurosa y tendente a la corresponsabilidad. El aprendizaje activo y autónomo se materializa en la medida en que las actividades que se orienten estimulen la elaboración de repuestas independientes, creativas y acertadas.

Aprender con independencia y autonomía requiere de una metodología diferenciada hacia el trabajo independiente con la necesaria complementación del trabajo en equipos.

El conjunto de tareas docentes que se le plantean al alumno debe estar permeado de una perspectiva de búsqueda e iniciativas de nuevos procesos de descubrimiento compartido entre profesor y estudiante, lo que conduce a la creación de espacios interactivos flexibles que sitúa a los sujetos del proceso "como creadores de una nueva práctica co-formativa". (M. Rivilla, 2000).

Es por ello que la dirección del aprendizaje, desde la clase, debe estar mediada por un ambiente de preguntas, cuestionamientos de problemas planteados por cualquiera de las partes implicadas, satisfacciones, insatisfacciones; que se van estructurando como una manifestación necesaria de la interactividad en este proceso. O sea, aprender independientemente, es básicamente avanzar en el modo de entender, relacionarse y dar sentido a la realidad, descubriendo las claves necesarias para participar y transformar en el aula y fuera de esta con éxito.

El aprendizaje es irrealizable e inalcanzable sin la implicación de los sujetos, especialmente sin la emergencia de actitudes, sin la necesaria identificación de pertenencia a un determinado proceso formativo sobre el que se han definido tareas de diversos alcances y matices y sin la sensibilidad adecuada para aprender a aprender.

La calidad del aprendizaje de los estudiantes y su enfrentamiento a la búsqueda independiente está en dependencia de la naturaleza y coherencia de las actividades que para este fin se planifiquen en el aula, estas son el punto de partida de la concepción metodológica que se adopte en función de configurar una adecuada orientación y clima de trabajo que responda a las expectativas y necesidades de los estudiantes.

El verdadero carácter protagónico de los sujetos en el proceso de enseñanza-aprendizaje se logra cuando este se integra consciente y responsablemente a la ejecución de cada tarea, cuando cada estudiante domina e interioriza cuáles son las acciones que va a implementar para cada respuesta, qué secuenciación establecer, con qué contenidos vincularlos desde la significatividad del conocimiento.

Por otra parte, se plantea que la actividad independiente se refiere a "la medida en que las acciones planificadas por el maestro para ser realizadas por el alumno promueven en este último el desarrollo de las habilidades, los conocimientos, actitudes y cualidades para aprender y actuar con autonomía"(Addine; 2001) lo que en modo alguno presupone que

cada estudiante actúe por sí solo, ni a considerar la preponderancia de lo cognoscitivo en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, sino a tener una visión más integradora de la dinámica de sus componentes.

La actividad psíquica de la personalidad constituye un componente obligatorio de cualquier actividad concreta, tanto de la teórica como de la práctica, ambas están permeadas de la acción humana, en ellas se manifiestan los matices de lo individual, lo personalógico, un complejo "... sistema de formaciones y subsistemas psicológicos estrechamente relacionados entre sí, donde los contenidos y su expresión funcional se manifiestan simultáneamente en múltiples y disímiles formas, teniendo sentidos psicológicos diferentes." (González,1999)

Desde la concepción de la escuela histórico cultural de Vigotski, (fundamento teórico y metodológico que asumo) todo proceso de aprendizaje presupone una necesaria transferencia de responsabilidad con relación a los propósitos más mediatos de la tarea planteada, es en este despliegue de acciones donde se pueden constatar las potencialidades de aprendizaje del sujeto a través del estudio de la zona de desarrollo actual (ZDA) y cuáles son las perspectivas con la profundización en la zona de desarrollo próximo (ZDP), aquí es necesario diferenciar la existencia de dos niveles: uno inferior, determinado por el nivel de desarrollo potencial, que revela las potencialidades del sujeto para aprender, enfrentarse a las nuevas exigencias y el otro estadio, cuando puede trabajar por sí solo, también denominado nivel de desarrollo real: que no es más que el nivel de logro, el desarrollo ya alcanzado por el estudiante. La distancia entre estos dos niveles evolutivos de desarrollo es a lo que Vigotski denominó Zona de desarrollo próximo, que de ser entendido metodológicamente por los profesores de este nivel como agudización de las contradicciones y continuidad del proceso de aprendizaje, permitirá el tránsito de lo potencial al desarrollo real del estudiante.

Esto conduce además, a reflexionar sobre cuáles son los niveles de orientación hacia las actividades independientes y si están configuradas como necesidades, motivos e intereses de los sujetos que aprenden.

Conclusiones parciales.

La diversidad de criterios acerca de cómo dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior con la perspectiva de lograr modos de actuación que se caractericen por la independencia y creatividad en la toma de decisiones, la solución de problemas docentes y paradocentes propios de nuestra época, es motivo de obligada reflexión para la mayor parte del profesorado de este nivel. Las diferentes concepciones que sobre trabajo independiente se han abordado en la literatura consultada me orientan a considerarlo dentro de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje, criterio que fundamento y asumo. En el proceso educativo, concibo el trabajo independiente como método, se materializa en cuatro etapas fundamentales:

- La determinación.
- Orientación.
- Ejecución.
- Control

CAPÍTULO II: SISTEMA DE ACTIVIDADES PARA EL TRABAJO INDEPENDIENTE EN LA ASIGNATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA INGENIERÍA QUÍMICA.

El capítulo muestra los resultados obtenidos en el diagnóstico del estado actual de la enseñanza, los fundamentos psicopedagógicos de la propuesta, sus características y diseño del mismo.

2.1 Diagnóstico del estado actual de la enseñanza aprendizaje de la Trasterencia de Calor en la formación del ingeniero Químico.

El estudio incluyó todos los estudiantes de 5to año de la carrera de Ingeniería Química en Cienfuegos, profesores de la Disciplina OPU Cienfuegos y la **CUJAE**. La determinación de la muestra se realizó de manera proporcional e intencional, por la relación estrecha que existe entre estudiantes y profesores. Además, se considera que son estos los sujetos que pueden dar la información pertinente para el estudio en este nivel educativo.

Para los fines declarados se emplearon, el cuestionario, la entrevista y la revisión de documento cuya finalidad fue precisar las principales insuficiencias en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la Trasterencia de Calor relacionadas con el trabajo independiente de los estudiantes.

La encuesta para determinar la importancia que para los estudiantes tiene la labor independiente y determinar las dificultades existentes para el desarrollo exitoso del mismo, entre otros aspectos (Anexo 1) se trianguló con la información obtenida por otras fuentes y sujetos: en este caso, se priorizaron las opiniones de los docentes y la revisión de los documentos normativos. A continuación se muestran tablas con los resultados del estudio empírico.

Se encuestaron 28 estudiantes y se constató que la totalidad considera el trabajo independiente parte del proceso enseñanza- aprendizaje, el 91 % manifestó que con este se refuerzan los conocimientos adquiridos en clases, el 59% logra satisfacer sus necesidades cognoscitivas a través del mismo, y un 85 % considera adquirir nuevos conocimientos, todo lo cual es reflejado en la **Tabla 2.1**.

Tabla 2.1 Importancia concedida por los estudiantes al trabajo independiente

| Aspectos | Respuestas | | | |
|--|------------|----|----|----|
| | Sí | % | No | % |
| Refuerza los conocimientos adquiridos en la clases | 25 | 91 | 3 | 9 |
| Satisface tus necesidades cognoscitivas | 16 | 59 | 12 | 31 |
| Permite adquirir nuevos conocimientos | 23 | 85 | 5 | 15 |

Fuente: Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

La **Tabla 2.2** muestra como el 76 % de los estudiantes no logra una planificación de su estudio independiente durante sus actividades cotidianas, el 81 % considera no sentirse orientado por sus profesores para el desarrollo de esta actividad, el 50% plantea que en ocasiones desarrolla el trabajo independiente sin la base de un conocimiento previo al tema orientado y un 76% que lo ha hecho sobre un tema totalmente desconocido, finalmente la Tabla refleja que solo el 52 % de estos estudiantes siente motivación por la labor independiente que ellos desarrollan.

Tabla 2.2 Comportamiento de la planificación, orientación y motivación por el trabajo independiente

| Aspectos | Respuestas | | | |
|--|------------|----|----|----|
| | Sí | % | No | % |
| Planificación de su estudio independiente durante sus actividades cotidianas | 7 | 24 | 21 | 76 |
| Orientación por sus profesores para el desarrollo de esta actividad | 6 | 19 | 22 | 81 |
| Conocimiento sobre el tema | 14 | 50 | 14 | 50 |

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| Motivación por el trabajo independiente que desarrollan | 14 | 52 | 14 | 48 |
|---|----|----|----|----|

Fuente: Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

Con relación al tiempo que estos estudiantes dedican al estudio independiente durante una semana se pudo comprobar que utilizan 21, 17 y 14 horas para la asignatura de Termodinámica, Instrumentación y Control, Transferencia de calor respectivamente, lo cual queda representado en el Gráfico 1.

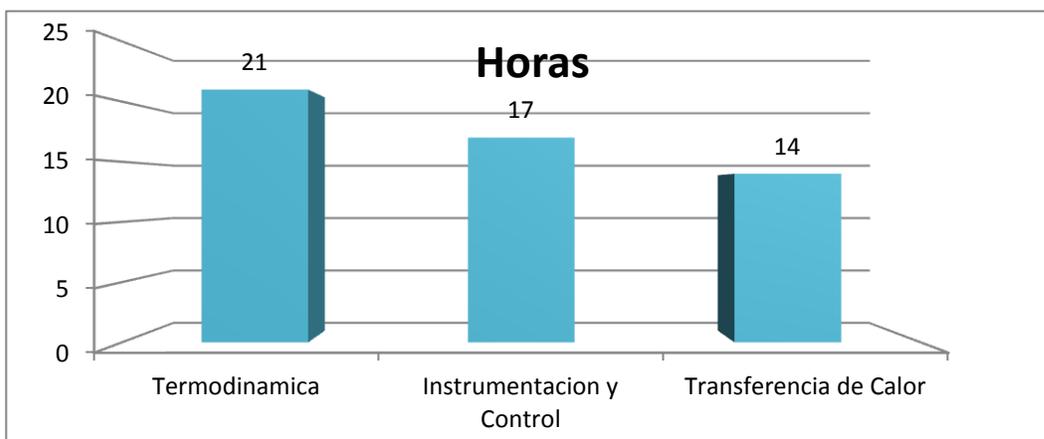


Gráfico 2.1 Tiempo dedicado al trabajo independiente a las asignaturas del semestre.

Fuente: Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

La tabla 3 muestra cuales son los principales problemas que los estudiantes identificaron para el desarrollo del trabajo independiente siendo significativos la insuficiente bibliografía básica y actualizada con el 73% y el 85% de los estudiantes coincide en los problemas de orientación de las tareas a realizar de forma respectiva

Tabla 2.3 Principales dificultades identificadas por los estudiantes

| Aspectos | Respuestas | | | |
|--|------------|----|----|----|
| | Sí | % | No | % |
| Insuficiente bibliografía básica y actualizada | 20 | 73 | 8 | 27 |

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| Poca vinculación de la teoría con la práctica | 6 | 30 | 22 | 70 |
| Motivación para realizarlo | 18 | 65 | 10 | 35 |
| Necesidad de muchos niveles de ayuda para realizarlo | 17 | 63 | 11 | 37 |
| Claridad en las acciones que deben seguir para su ejecución | 23 | 85 | 5 | 15 |
| Autoevaluación de los resultados de la tarea | 16 | 60 | 12 | 40 |

Fuente: Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

Como demuestra el gráfico, 18 estudiantes que conforman el 64 % consideran la realización del trabajo independiente como la vía más apropiada, y el resto consideran las clases como la vía donde mejor se apropian del conocimiento.

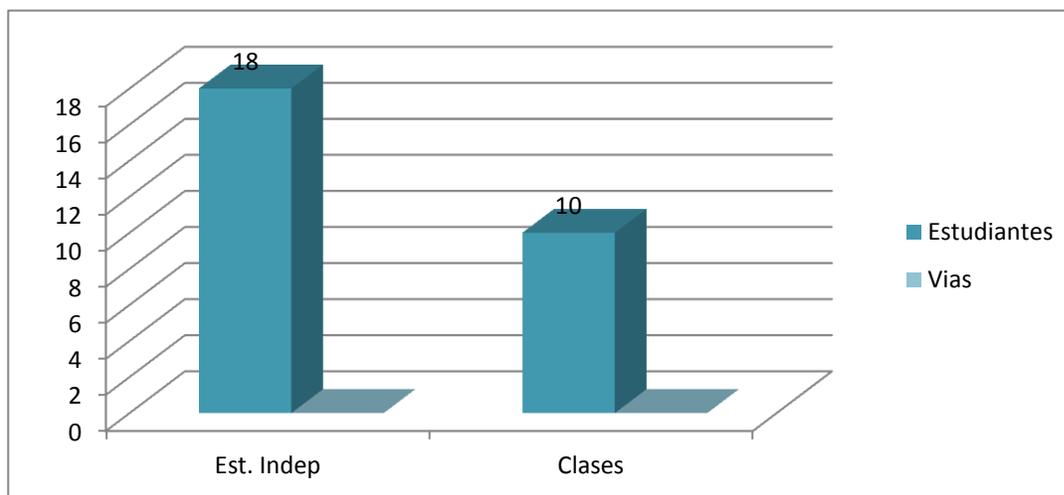


Gráfico 2.2 Consideraciones de la vía donde más se apropian del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

Discusión

Se aprecia que al coincidir la totalidad de los estudiantes encuestados en que la labor independiente forma parte del proceso enseñanza aprendizaje este adquiere un valor

extraordinario en su proceso formativo, pues se logran los dos propósitos fundamentales que este proceso persigue, por una parte la aceptación de la responsabilidad que supone hoy ser un estudiante que se prepara para ser un buen profesional y por otro lado y dependiendo del anterior comprender la necesidad de dominar las técnicas, requisitos y exigencias que necesita esta actividad para alcanzar una óptima calidad.

Como reflejan los resultados obtenidos la gran mayoría de los estudiantes logra durante la realización de la labor independiente reforzar los conocimientos adquiridos y una gran parte satisfacer sus necesidades con lo cual se cumplimenta el primer objetivo que persigue esta actividad, la adquisición de conocimientos. Es necesario reconocer que lo importante no es la cantidad de estudio, sino la calidad del mismo, saber estudiar significa saber cómo hay que pensar, observar, concentrarse, organizar, en suma ser mentalmente eficientes

El tiempo dedicado por los estudiantes a su estudio individual depende en gran medida de la motivación para realizarlo y capacidad individual del mismo para planificar, organizar y desarrollar estrategias y técnicas de estudio, pero en el desarrollo de esta especialidad se puede observar que cada una de las asignaturas que reciben tienen diferentes niveles de aceptación. En este caso los resultados apuntan a dedicar mucho más tiempo a aquellas en donde se explicitan más los vínculos de la teoría con la práctica menos tiempo a la transferencia de calor dentro del semestre.

La mayoría de los estudiantes considera poseer una mala planificación de su estudio independiente, lo que no garantiza que el estudiante se sienta psicológicamente aliviado, además de malgastar tiempo por la ausencia de una buena base orientadora. Asimismo, no logra mayor concentración y fundamentalmente el hábito de estudio

Debemos destacar que aún cuando nuevas formas de enseñanza se imponen, algunos estudiantes sienten insatisfacción cuando se les orienta un tema que resulta totalmente desconocido, lo que atenta contra la motivación hacia esta actividad como manifiesta la mitad de los estudiantes objeto de estudio.

El trabajo independiente como parte esencial de este proceso enseñanza-aprendizaje no solo basa su desarrollo exitoso en su planificación, organización y destreza para ejecutar las distintas técnicas, sino que lo complementa otro factor que de no tenerlo presente pues daría al traste con el éxito del mismo: la garantía de recursos bibliográficos. En este estudio

se constató que la mayoría de los encuestados consideran muy escasa la bibliografía actualizada para su preparación.

Existen diversos criterios con relación a cómo desarrollar su labor independiente y la mayoría lo prefiere hacer de forma individual, lo cual para ciertos autores garantiza el desarrollo de la memoria como conjunto de procesos destinados a retener, evocar y reconocer los hechos. Otros lo hacen en unión de algún compañero y esto les facilita el desarrollo del pensamiento analítico, la asociación de ideas y la expresión oral.

Querer aprender, es decir, la voluntad ejercida libremente. Tener motivación para aprender, es decir, saber el esfuerzo que supone y estar dispuesto a realizarlo. Poseer las condiciones materiales mínimas indispensables. Método que sistematice los conocimientos. Distribución adecuada del tiempo, que impida perderlo innecesariamente

La entrevista a los docentes se realizó con el objetivo de determinar los procedimientos que aplican para orientar y evaluar el trabajo independiente, así como la organización de espacios, tiempos. (Anexo 2)

La entrevista reveló una concepción limitada del proceso de enseñanza aprendizaje y en particular sobre la concepción del trabajo independiente, por consiguiente, de las formas y vía de conseguir su eficacia. El 100% de los docentes aseguran que la orientación es la clave para garantizar el desempeño profesional pedagógico, pues, desde esta se adquieren los procedimientos que aplicarán en la práctica para su ejecución, sin embargo esto no constituye una prioridad en la planificación de la clase.

Además, el 93% refirió que el trabajo independiente debe orientarse hacia la búsqueda de nuevos elementos del contenido para garantizar así la preparación para la próxima clase, muestra de desbalance en los niveles de sistematicidad del contenido.

El 72% de los docentes entrevistados reconocen solo como problemas en este aspecto lo relativo a las dificultades con la bibliografía, sin embargo al referir las formas de control se manifiesta la tendencia de dar mucho crédito a un resultado fáctico, con independencia del camino o procedimiento seguido para su solución, comparación de los resultados con los

procesos en la práctica y menos aún a los criterios e indicadores que los estudiantes deben tener presentes para la autoevaluación de los resultados.

El análisis de documentos, específicamente en los planes de estudio, permite al autor señalar, que este está diseñado a partir de los lineamientos generales para el currículo orientados por el Ministerio de Educación Superior y que a pesar que tiene como objetivo formar un Ingeniero Químico que pueda resolver los problemas de la profesión de forma creativa aplicando las más modernas técnicas que se utilizan en la actualidad, y que además responda a las necesidades de la sociedad cubana, si no se buscan estrategias y procedimientos para desarrollar estas habilidades creativas e independientes en los estudiantes dicho objetivo no será alcanzado.

En la revisión del programa de la disciplina y asignatura, se exploró el contenido y las formas utilizadas para impartir la asignatura. En este sentido se constató que el mayor número de horas clases son dedicadas a las clases prácticas y menos a conferencias y laboratorios. Esta particularidad indica la necesidad de una adecuada orientación de la actividad cognoscitiva independiente

Asimismo en el reglamento para el trabajo docente y metodológico en su artículo 126 se expone que “la auto preparación es una de las formas organizativas del proceso docente educativo en la que el estudiante realiza trabajo independiente sin la presencia del profesor.

Tras el estudio y valoración de este artículo del mencionado reglamento se comprueba que aunque la auto preparación tiene como fin que el estudiante realice trabajo independiente sin la presencia del profesor (actividad independiente) a partir de su orientación, para: consultar las diferentes fuentes del conocimiento, prepararse para las distintas actividades docentes y realizar las evaluaciones previstas, utilizando para ello los recursos que se ponen a su disposición en la preparación de las asignaturas, tales como: los materiales bibliográficos, la guía de estudio y las nuevas tecnologías de información y comunicación; esto aún presenta dificultades ya que los alumnos objeto de estudio no están preparados de manera general para su cumplimiento y no todos los docentes, ni en todas las ocasiones lo orientan correctamente tampoco.

Como se puede apreciar la revisión de estos documentos constituyó un punto importante en la toma de criterios necesarios que sirven al investigador de hilo conductor para corroborar la idea a defender de esta investigación.

2.2. Fundamentos psicopedagógicos de la propuesta de actividades independientes para la asignatura Transferencia de Calor.

La motivación por el aprendizaje, como aspecto o dimensión de una concepción desarrolladora

La motivación por el aprendizaje, como aspecto o dimensión de una concepción desarrolladora, implica estimular, sostener y dar una dirección al aprendizaje que desarrollan los estudiantes, en el contexto de una enseñanza concebida a estos efectos, y que determina su expresión como actividad permanente de autoperfeccionamiento.

Se comprende la importancia de que se motive a los estudiantes por las actividades que posibiliten obtener nuevos conocimientos, por indagar y encontrar la solución a sus dudas e inquietudes, es decir por las actividades de aprendizaje, de tal forma que se logre que coincida el objeto de esta actividad con su motivación para llevarla a cabo. Solo cuando la motivación constituye un estímulo que mueve a los estudiantes hacia la búsqueda y adquisición de los conocimientos, estos actuarán conscientemente y lograrán un aprendizaje realmente significativo. Se necesita crear necesidades, e intereses cognoscitivos, en los estudiantes para lograr una verdadera actividad de aprendizaje.

El concepto de motivo, además de incluir el aspecto del objetivo que interesa al sujeto y sus propiedades estimulantes, contiene también el aspecto dinámico, de impulso para lograrlo. Así la motivación constituye un estímulo que mueve a los estudiantes hacia la búsqueda y obtención de los conocimientos que requieren para satisfacer las necesidades derivadas de los niveles de motivación alcanzados.

Un procedimiento que motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias es que aprendan a elaborar preguntas de lo que estudian (Zilberstein 2000). Es importante que el estudiante se plantee preguntas de todo lo que estudia, y que las exprese en forma oral o escrita antes, durante o posteriormente al desarrollo de la clase, en su propio estudio independiente. Para esto es necesario que primeramente, observe, lea, investigue o escuche

la información acerca del objeto de estudio, que sepa determinar lo esencial y lo secundario, para que posteriormente se interrogue acerca de qué es, cómo es, por qué es, para qué es lo que estudia o también se cuestione cuándo, donde, cuánto, cuál es la importancia o la significación de lo que aprende, llegando a hacer predicciones.

Un aprendizaje eficiente en esta asignatura requiere de un sistema de motivaciones internas, sustentadas en la implicación e interés personal por el propio contenido de la actividad de aprendizaje que realizan los estudiantes y en la satisfacción que estos experimentan al realizarlas y vivenciar el dominio de nuevos conocimientos a diferencia de la motivación extrínseca, en la que las tareas son concebidas por el alumno como medio para obtener otras gratificaciones externas no vinculadas con la actividad de aprendizaje.

Otro de los procedimientos experimentados, que favorece la motivación es el planteamiento de suposiciones o hipótesis por los estudiantes (Zilberstein, 2000). Este procedimiento exige que los estudiantes universitarios, a partir del análisis de planteamientos o problemáticas, llegue a proponer posibles soluciones o hipótesis, pudiéndolas corroborar con la realización de experimentos o la búsqueda bibliográfica, el planteamiento de problemas o incógnitas. Siempre que la solución de estos problemas se vincule directamente con la actividad profesional que realizarán los estudiantes, la presentación de problemas o interrogantes en el contexto de esa propia actividad, genera impulsos al logro de su solución.

El planteamiento de problemas o interrogantes a los estudiantes, en su formulación, debe implicar una contradicción o conflicto entre lo conocido y lo que aún está por conocer. Ello generalmente tiene un efecto positivo en la generación de intereses por la búsqueda de la solución ya que posibilitan incrementar el interés en su búsqueda, lo que constituye una condición favorable para el aprendizaje de la asignatura Transferencia de Calor

Otra condición favorable al aprendizaje en los jóvenes ingenieros que se forman es la consolidación de su pensamiento teórico el cual y permite al joven universitario un elevado nivel de reflexión en torno a la situación problemática que se presenta en la realidad. Sus juicios dejan de tener un carácter dicotómico para hacerse más flexibles, lo que le permitirá moverse en la valoración de diferentes alternativas posibles de solución. Lo anterior, unido a una fuerte necesidad de independencia, conduce a la adquisición de los conocimientos

con una sólida base científica y abarcando un conjunto de normas y valores relacionadas con su profesión

El papel de la actividad y la comunicación en el proceso de aprendizaje

Los procesos de actividad y comunicación tienen un papel relevante para poder llegar a la dinámica de la tarea como estrategia en el aprender a aprender. La actividad es uno de los conceptos teóricos fundamentales en Psicología; ha sido abordado por numerosos autores y refleja en lo fundamental un sistema de acciones, orientada a un objetivo, motivada y autorregulada. Se puede afirmar de igual forma, que la actividad es aquel proceso en el que los seres humanos interactúan con los objetos de la realidad natural y social así como con las demás personas, de acuerdo a sus necesidades, posee un contenido específico y un fin consciente determinado por las necesidades y motivos, estructurada por acciones materiales o ideales y se desarrolla en determinadas condiciones.

Los mecanismos de carácter social que se ponen en juego para el cumplimiento de la actividad independiente como las discusiones en grupos y el poder de la argumentación en la discrepancia entre estudiantes que poseen distintos grados de conocimientos sobre un tema contribuyen de manera fehaciente a socializar el conocimiento, a que el alumno se preocupe, busque vías para alcanzar los objetivos planteados y esto es lo que contribuye a alcanzar su independencia cognoscitiva. El hecho de que cada alumno o grupo de estudiantes asista a clase con una experiencia diferente enriquece el conocimiento, los motiva, los vincula a las diferentes áreas de actuación y en primer lugar promueve el tipo de hombre que la sociedad aspira a formar en el sentido de la responsabilidad, ético, con sólidas convicciones bien fundamentadas y argumentadas, por lo que va a influir en sus modos de actuación.

La concepción del trabajo independiente asigna un papel muy importante al profesor desde que hace la introducción de la asignatura hasta el último tema pues es este quien facilita el proceso a través del conjunto de acciones que realiza con clara y explícita intencionalidad pedagógica cuya intervención va más allá de la acción de transmitir conocimientos, significa desarrollar al máximo las potencialidades de las personas. No es solo poner un ejercicio, sino es planificar y promover situaciones en la que el alumno organiza sus experiencias, estructura sus ideas, analiza sus procesos y expresa sus pensamientos.

Principio de la vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo.

Este principio se basa en dos aspectos esenciales de nuestra concepción sobre la educación: la vinculación con la vida y el trabajo como actividad que forma al hombre.

Este principio se fundamenta en la dependencia que tiene la educación de las relaciones económicas, políticas y sociales de la sociedad en cuestión, en la necesidad que tiene ésta de que sus hombres no se apropien solamente de un sistema de conocimientos, sino que puedan aplicarlos para resolver las demandas de la producción y se conviertan en productores y no en meros consumidores.

La integración de la teoría con la práctica es la idea rectora sobre la cual se erige la formación universitaria. Se precisa de este vinculo, pues de lo contrario, los conocimientos llegarán al estudiante vacíos, abstractos, carentes de significación para él y por tanto no se implicará en la tarea de aprendizaje; deberá aprovechar el aprendizaje vivencial de sus prácticas laborales, apoyarse en este para futuros aprendizajes; impedir por todos los medios el divorcio entre la teoría y la práctica, el discurso donde se absolutice lo teórico y no se tenga a la práctica, de esa vida misma, como el punto inicial para la elaboración de nuevas teorías.

Para su aplicación una de las alternativas es concebir la actividad independiente considerando las aplicaciones del contenido de esta asignatura al mundo del trabajo a niveles locales, territoriales y nacional, con el fin de lograr además, una educación más efectiva para el trabajo y la vida social. Así como crear hábitos de trabajo.

Además, se requiere que los estudiantes expongan sus vivencias, ejemplos de su vida diaria, en correspondencia con los contenidos impartidos y brindarles a los estudiantes la posibilidad de aplicar los conocimientos a la práctica, aprovechar que ella es también punto de partida y fin del conocimiento.

Este principio tiene una estrecha relación con el resto, pero se destacan en ello el principio de la vinculación de lo afectivo y lo cognitivo, el principio de la unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador. Sin el cumplimiento de ellos, no se podrá lograr jamás una formación laboral que responda a las exigencias actuales de nuestra sociedad.

2.3 Características del sistema de actividades.

Etapas para la implementación del Sistema de actividades independientes.

Orientación:

En este momento es básica la preparación del docente, porque además debe crear la motivación necesaria para el alumno, donde se van a integrar componentes cognoscitivos y afectivos. Una buena base orientadora propicia la concientización del objetivo, que permite a los estudiantes tomar conciencia de lo que se espera de él y asumir la responsabilidad correspondiente, evidenciada en la disposición para ejecutar la tarea, con lo cual se garantiza la motivación inicial.

El alumno tiene que seleccionar qué conocimientos, habilidades y actitudes sirven de nivel de partida para la nueva tarea e interiorizar la contradicción en este nivel y lo que se espera de él y por consiguiente el descubrimiento de sus carencias y la necesidad de satisfacerlas para alcanzar los objetivos propuestos.

La comprensión de la estructura de la tarea es esencial porque crea condiciones para realizarlas. Es importante apoyarse en los procedimientos necesarios en función de la habilidad a desarrollar, qué bibliografía utilizar; todo con lo cual se intensifica el interés hacia lo conocido, lo cual constituye una premisa para el desarrollo de discusiones heurísticas del material docente en las que el profesor conduce con maestría las reflexiones de los estudiantes y propicia un clima afectivo de intercambio donde el conocimiento experiencial del estudiante aflora y propicia al docente las potencialidades del grupo clase para el tratamiento de las diferencias e individuales. Las acciones en este momento están a un nivel de asimilación del conocimiento de forma reproductiva lleva implícito un proceso de familiarización, exige que el estudiante sea capaz de repetir el contenido que se le ha informado ya sea en forma declamativa o resolviendo problemas similares a los resueltos anteriormente en situaciones problémicas con un grado de complejidad acorde a este nivel, es decir, las acciones y operaciones que el estudiante realiza en este momento es al nivel de estudiar, observar, describir, comparar, caracterizar, identificar y analizar.

Ejecución:

Este momento se caracteriza por exigir al estudiante que aplique los conocimientos ante nuevas situaciones problémicas con un nivel de asimilación productivo y un mayor grado de complejidad en las mismas. Aquí es importante la operacionalización de la acción o acciones comprometidas, pues al ser la tarea un componente de la determinación reguladora inductora de la actividad (broto Fernández y otros), es necesario precisar su regulación ejecutora; es decir, se precisa el conocimiento adecuado de qué operaciones son imprescindibles para ejecutar las acciones que dan cumplimiento a la tarea planteada.

El estudiante ya tiene que accionar y operar llegando a definir, ejemplificar, explicar, valorar, clasificar, argumentar, relacionar e interpretar, estando estas a un nivel de saber hacer propios de los problemas propuestos en los tres tipos de transferencia de calor..

En esta se manifiesta la utilización de los conocimientos en su integración con las acciones dominadas por el estudiante, o sea, ante la tarea planteada, el alumno ejecuta paso a paso las acciones que considera oportunas para alcanzar la meta prevista, en la que interactúan el objeto de aprendizaje y los objetivos que contienen los parámetros de eficiencia y efectividad del proceso docente – educativo para una tarea determinada.

Es característico en este momento que el papel del profesor no es de dirigente, sino de consultante y guía científico para alcanzar los objetivos, por lo que a través de clases de ejercicios, apoyan el trabajo individual de los estudiantes con suficiente flexibilidad para que cada uno de ellos le imprima su propio estilo de trabajo.

Control-evaluación:

Este momento se basa en un alto componente de auto evaluación, de intercambio entre estudiante-estudiante, estudiante-profesor, grupos de trabajo-grupos de trabajo y grupo-profesor; que puede culminar con la discusión grupal de la tarea, entrega al profesor, de un documento con los resultados obtenidos, lo cual puede incidir en la decisión sobre el derecho a presentarse a otras evaluaciones (prueba parcial o finales). El control y la evaluación realzan el carácter educativo y de autorregulación del proceso, ya que en la medida que el estudiante se retroalimenta, permite ir perfeccionando su proceso de asimilación.

Mediante la revisión de la tarea se comparan las acciones realizadas según los indicadores dados, y expresados esencialmente en los objetivos. La valoración de los resultados implica la autovaloración del proceso de realización de la tarea y del resultado propiamente dicho, así como la calificación, si esta se ha convenido previamente con el profesor o con el grupo de estudiantes.

Es importante entrenar a los estudiantes en este paso, para que aumente su objetividad paulatinamente y se reduzca la sobrevaloración o subvaloración, características de las fases iniciales de la técnica de autoevaluación. En esta etapa de control y evaluación se estimulan los aportes al tema, como resultado del uso de bibliografía de consulta.

Para que la autoevaluación sea utilizada con efectividad es necesaria la preparación de los docentes y los estudiantes de forma sistemática en el proceso pedagógico.

Metodología general de análisis y ejecución de los problemas propuestos por los estudiantes en la asignatura de transferencia de calor para la actividad independiente.

Después de leer cuidadosamente el planteamiento del problema, siga los siguientes procedimientos:

1. Descríbalo con sus propias palabras, estableciendo breve y concisamente lo que se conoce y lo desconocido para su solución.
2. Consulte la literatura científica entorno a la teoría necesaria para la solución del problema.
3. Plantee de forma precisa qué es lo que se quiere encontrar.
4. Plantee si es posible una descripción esquemática del problema apoyándose en el dibujo de un esquema del sistema físico, o represente la superficie del volumen de control si fuera necesario. Identifique los procesos con flechas apropiadamente etiquetadas sobre el esquema.
5. Prepare una lista de todas las suposiciones de simplificación pertinentes.
6. Tome todas las decisiones técnicas adecuadas para buscar una solución.
7. Reúna los valores o las ecuaciones para la evaluación de las propiedades físicas y de transporte necesaria para los cálculos e identifique las fuentes de las que se obtienen.
8. Comience el análisis aplicando las leyes o principios apropiados e introduzca las ecuaciones necesarias. Desarrolle el análisis lo más completo posible antes de sustituir valores numéricos.

9. Realice la evaluación de la solución en orden de magnitud.
10. Intente una solución numérica con un programa comercial de cómputo, si lo hay.
11. Discuta sus resultados de forma oral y escrita en forma de informe de resultados. Este análisis incluirá un resumen de las conclusiones claves, una crítica de las suposiciones originales y una inferencia de las tendencias obtenidas ejecutando del tipo “que sucedería si...” y de sensibilidad de parámetros

Criterios generales para la evaluación de la actividad independiente por parte de los docentes

- 1- Comprensión de la tarea, del objetivo de la actividad.
- 2- Conocimientos y habilidades.
- 3- Dominio del método de solución e interpretación adecuada de los resultados.
- 4- Capacidad para transformar el método de trabajo en correspondencia con el objeto de la tarea, su carácter y buscar nuevos procedimientos para su solución.
- 5- Tiempo empleado en su solución.
- 6- Diferencia en el ritmo de trabajo de los estudiantes.
- 7- Grado alcanzado en el desarrollo de la independencia

2.4 Diseño de actividades independientes propuesto.

Objetivo del sistema de actividades propuesto.

Proponer un sistema de actividades independientes para la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Transferencia de Calor para los estudiantes de Ingeniería Química en la Universidad de Cienfuegos.

A continuación se presenta el diseño del sistema propuesto a través de la cual se da cumplimiento al objetivo general de esta investigación. (Ver respuesta de cada actividad del sistema en el Anexo No. 3)

Orientación:

Para resolver los problemas propuestos en el sistema es necesario que el estudiante domine toda la teoría brindada por el profesor en clases para cada tema, es necesario dominar bien

los conceptos de cada fenómeno de la asignatura así como la variación de las vías a resolver según el medio del que se trate el problema y las condiciones que presente.

Ejecución:

Para lograr un mejor entendimiento de la problemática de cada actividad debe seguir los pasos expuestos en la metodología de análisis para la solución de problemas. Es de suma importancia tener en cuenta las unidades de medidas durante la resolución de los problemas.

Control y Evaluación:

El control y la evaluación se llevaran mediante el método de autoevaluación, donde el mismo estudiante pueda controlarse y evaluarse a sí mismo, su nivel de razonamiento y entendimiento de la teoría brindada en clase por el profesor.

➤ Criterios específicos de Evaluación:

- Determinación e identificación correcta de los datos e incógnitas.
- Esquematización correcta del grafico que ilustre la situación expuesta.
- Identificación de las condiciones expuestas en cada problema.
- Aplicación correcta de formulas, cálculos matemáticos y unidades de medidas.
- Análisis lógico de los resultados. Determinación de fuentes de errores.

➤ Sistema de Evaluación:

- ✓ Mal (2 puntos).
- ✓ Regular (3 puntos).
- ✓ Bien (4 puntos).
- ✓ Muy Bien (5 puntos).

Mal: no es capaz de identificar los datos correctamente, no logra esquematizar la situación de la que le habla el problema, no utiliza las formulas correctas a la problemática expuesta.

Regular: comete errores en la selección y aplicación de formulas, así como también en las condiciones que presenta cada situación problemática.

Bien: no logra un análisis lógico de los resultados obtenidos, ni tampoco identifica posibles fuentes de errores.

Muy Bien: resuelve el problema sin cometer errores, analiza correctamente los resultados obtenidos e identifica posibles fuentes de errores.

Sistema de actividades independientes propuesto.

Tipo de transferencia de calor: Conducción.

Problema # 1 Conducción, pared plana.

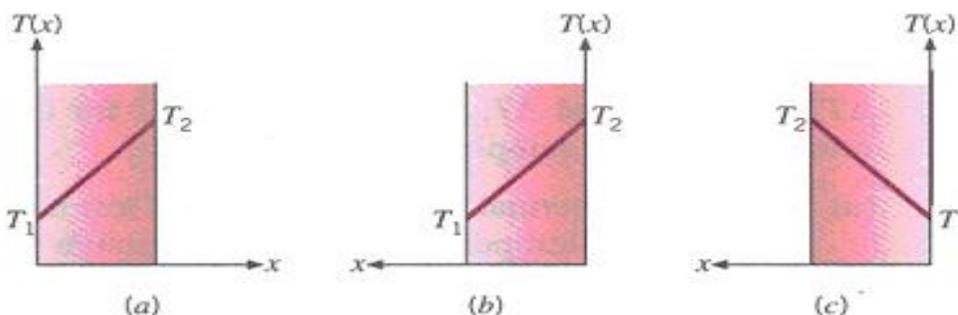
Una pared de concreto, la cual tiene un área de superficie de 20 m^2 y 0.30 m de grosor, separa una habitación con aire acondicionado, de la temperatura ambiente, la temperatura de la superficie de la pared en el interior, se mantiene a 25° C , y la conductividad térmica del concreto es de 1 (W/m) K .

(a). Determine el calor perdido a través de la pared de concreto, para un rango de temperatura de -15° C a 38° C . Los cuales corresponden a los valores limites en invierno y verano respectivamente. Grafique sus resultados en una grafica de q_x (vs) t_{amb} .

(b). En el grafico realizado, grafique los valores de q_x (vs) t_{amb} , utilizando las siguientes conductividades térmicas: 0.25 y 1.25 (W/m) K . Explique la variación que ocurre entre las curvas.

Problema # 2 Conducción, pared plana.

Considere una pared plana de 100 mm de grosor, y una conductividad térmica de 100 (W/m) K . Sabemos que existe en condiciones de estado estacionario con $T_1 = 400$ y $T_2 = 600 \text{ K}$. Determine el flujo de calor y el gradiente de temperatura para el sistema que se muestra en la figura.



Problema # 3 Conducción en sólidos metálicos.

Considere una hornilla eléctrica en la cocina de su casa, hornilla con una proporción de calor transferido de 600W. Encima de ella una caldera de aluminio con agua. Estime un diámetro y un grosor para el fondo de la caldera. Suponga que la temperatura alcanzada en el interior del fondo de la caldera es de $T_2 = 110^\circ \text{C}$. Determine la temperatura de la superficie exterior del fondo de la caldera si la conductividad del aluminio es $K = 240(\text{W/m}) \text{K}$. ¿Será mayor la temperatura del exterior de la caldera si la misma fuese de cobre, con $K = 390 (\text{W/m}) \text{K}$?

Problema # 4 (Conducción, cilindro con aislamiento).

Una barra cilíndrica sólida de longitud 0.1 m y diámetro de 25 mm, bien aislada en su lado, mientras que en su cara es mantenida a una temperatura de 100°C . ¿Cuál es la proporción de calor transferido a través de la barra si esta está construida de: (a) cobre puro, (b) aleación de aluminio 2024-T6, (c) acero inoxidable AISI 302, (d) nitruro de silicio, (e) madera, (f) magnesia 85%, (g) Pyrex.

Tipo de transferencia de calor: Convección.

Problema # 5 Convección forzada en flujo externo.

Explique bajo qué condiciones la proporción total de calor transferido desde un plato isotérmico de dimensiones $L \times 2L$, sea el mismo, independientemente de que el flujo paralelo sobre el plato es dirigido a lo largo del lado L o $2L$. Con el número crítico de Reynolds 5×10^5 , ¿para qué valor de Re_L , la proporción total de calor transferido, será independiente de la orientación?

Problema # 6 Convección forzada en flujo interno.

Compare el significado de la velocidad y la hidrodinámica para el aceite, el agua y el mercurio, fluyendo a través de una tubería de 25 mm de diámetro con una velocidad y una temperatura de $u_m = 5 \text{ mm/s}$ $T = 27^\circ\text{C}$ respectivamente.

Problema # 7 Convección libre.

Considere un objeto teniendo una longitud característica de 0.25m y una situación para la cual la diferencia de temperatura es 25°C . Usando las propiedades termo físicas evaluadas a

350K. Calcule el número de Grashof para el hidrógeno, el aire, el agua y el glicol etileno. Asuma una presión atmosférica de 1 atm.

Problema # 8 Convección libre.

Existe calor transferido debido a la libre convección en una superficie vertical con dimensiones de 1m de largo y 0.6 de ancho. Es conocido que el aire latente es 20K más frío que la superficie. Halle la relación entre las dos superficies, si la segunda tiene 0.6m de alto y 1 metro de ancho, teniendo en cuenta que el aire latente del segundo caso es 30K más caliente que la superficie. Desprecie el calor transferido por radiación y cualquier influencia debida al relieve y a las propiedades termo físicas del aire

Tipo de transferencia de calor: Radiación.

Problema # 9 Radiación.

La superficie de un tubo de acero está a 727°C y su emisividad es $\epsilon = 0.7$, considere la temperatura del medio a 30°C .

Calcular:

- (a). Flujo de calor radiante por unidad de área.
- (b). Longitud de ondas correspondientes a la máxima radiación.

Problema # 10 Radiación.

Un recipiente cilíndrico para almacenaje de O_2 está hecho con paredes dobles cubiertas con una capa de plata, cuyo coeficiente de emisividad $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0.02$. En la superficie exterior de la pared interna la temperatura es $T_1 = -183^{\circ}\text{C}$, en la superficie interior de la pared externa, la temperatura es $T_2 = 20^{\circ}\text{C}$. La distancia entre las paredes es pequeña se puede considerar que la superficie $A_1 = A_2$.

Calcular el flujo calorífico que penetra en el recipiente a través de la pared si la superficie transmisora de calor es $A = 0.157\text{m}^2$.

Dosificación del sistema de actividades propuesto en el Plan Calendario de la Asignatura (P1)

Tabla 2.4 Plan Calendario de la Asignatura. (P1)

| Sem | AD | Contenido | FD | Observ. |
|-----|----|---|----|---------|
| 1 | 1 | Conferencia introductoria | C | 2 |
| | 2 | Conducción. Aplicaciones de la ley de Fourier | C | 2 |
| | 3 | Cálculo en paredes planas | CP | 2 |
| 2 | 4 | Cálculo en cilindros huecos | CP | 2 |
| | 5 | Pérdidas de calor en tuberías | CP | 2 |
| | 6 | Entrega PC | PC | 2 |
| | 7 | Aclaración dudas Tema I | CC | 2 |
| 3 | 8 | Evaluación (Trabajo de control Tema1) | E | 2 |
| | 9 | Convección libre | C | 2 |
| | 10 | Convección forzada | C | 2 |
| | 11 | Convección libre | CP | 2 |
| 4 | 12 | Convección forzada (Exterior de tubos) | CP | 2 |
| | 13 | Convección forzada (Interior de tubos) | CP | 2 |
| | 14 | Radiación en medios no participativo | C | 2 |
| | 15 | Aplicaciones leyes de la radiación | CP | 2 |
| 5 | 16 | Radiación medios participativos (Hornos químicos) | C | 2 |

| | | | | |
|----|----|--|----|---|
| | 17 | Cálculo de hornos | CP | 2 |
| | 18 | Control PC | PC | 2 |
| 6 | 19 | Evaluación (Prueba Parcial temas II Y III) | E | 2 |
| | 20 | Descripción equipos de TC | C | 2 |
| | 21 | Métodos de cálculo de eq. de TC | C | 2 |
| | 22 | Métodos de cálculo | CP | 2 |
| 7 | 23 | IC. Otras características | C | 2 |
| | 24 | Diseño IC doble tubo | CP | 2 |
| | 25 | Diseño IC tubos y concha | CP | 2 |
| | 26 | Diseño IC tubos y concha | CP | 2 |
| 8 | 27 | Rechequeo IC tubos y concha | CP | 2 |
| | 28 | Caída de presión en IC | CP | 2 |
| | 29 | IC para soluciones | CP | 2 |
| | 30 | IC en serie | CP | 2 |
| 9 | 31 | Control PC | PC | 2 |
| | 32 | Ebullición | C | 2 |
| | 33 | Ebullición | CP | 2 |
| 10 | 34 | Condensación | C | 2 |
| | 35 | Condensación | CP | 2 |

| | | | | |
|----|----|---------------------------------|----|---|
| | 36 | Cálculo de condensadores | CP | 2 |
| | 37 | Evaporación | C | 2 |
| 11 | 38 | Diseño de evaporadores | CP | 2 |
| | 39 | Evaluación de evaporadores | CP | 2 |
| | 40 | Control PC | PC | 2 |
| 12 | 41 | Evaluación (Trabajo de control) | E | 2 |
| 12 | 42 | Control PC | PC | 2 |
| 13 | 43 | Discusión PC | PC | 2 |
| 13 | 44 | Discusión PC | PC | 2 |

Referencia: Sem= Número de la Semana; AD = Número de la Actividad Docente;

FD = Forma de Docencia (Conferencia (C), C.Pract. (CP), Proyecto (PC), Evaluación (E), Clase consulta (CC))

Ubicación del sistema propuesto en el P1:

- El sistema de actividades independiente propuesto para el fenómeno de la Conducción será orientado por el profesor en la actividad No. 2 del P1 (Conferencia sobre conducción y aplicación de las leyes de Fourier). El control por parte del profesor se llevara a cabo durante la sucesión de las distintas clases prácticas sobre el tema, las cuales se ubican en las actividades No. 3, 4, 5 respectivamente.
- El sistema de actividades independiente propuesto para el fenómeno de la Convección será orientado por el profesor en las actividades No. 9 y 10 respectivamente del P1 (Conferencia sobre convección libre y forzada). El control por parte del profesor se llevara a cabo durante la sucesión de las distintas clases prácticas sobre el tema, las cuales se ubican en las actividades No. 11, 12 y 13 respectivamente.

- El sistema de actividades independiente propuesto para el fenómeno de la Radiación será orientado por el profesor en las actividades No. 14 del P1 (Conferencia sobre radiación en medios no participativos). El control por parte del profesor se llevara a cabo durante la sucesión de las distintas clases prácticas sobre el tema, las cuales se ubican en las actividades No. 17.

2.5 Condiciones necesarias que deben tener en cuenta los docentes para concebir el trabajo independiente de los estudiantes.

Para el diseño de los problemas propuestos el docente debe tener en cuenta los siguientes requerimientos metodológicos

- Concebir para la integración de tres componentes del Plan de Estudios con un carácter sistémico.
- Partir de los problemas profesionales a los que deben dar solución los estudiantes a través de los componentes del PEAD.
- Realizar de un diagnóstico que nos proporcione la información del estado actual de los estudiantes.
- Tener en cuenta la relación interdisciplinaria, que permite el enfoque profesional del PEA.
- Seleccionar que parte del tema de la clase o de la unidad de materia es más apropiado para el trabajo independiente de los estudiantes
- Evaluar la relación del tiempo que hay que emplear para la solución de la tarea con el resultado a que se aspira
- Determinar la suficiencia de medios de trabajo para la solución del problema (posibilidades ofrece el libro de texto como medio de trabajo más importante, qué otros medios de trabajo se pueden emplear)
- Distribuir las tareas(deben trabajar los estudiantes en la misma tarea o diferentes grupos de estudiantes en distintas tareas)
- Determinar en qué fase de la clase es más productivo el trabajo independiente de los estudiantes: debe dar comienzo a la clase; debe servir para elaborar nuevos conocimientos;

qué posibilidades de trabajo independiente de los estudiantes resultan en el resumen, el repaso, la ejercitación, la aplicación y la comprobación de los rendimientos

- Prever las dificultades se presume que se presenten en el transcurso del trabajo, y de qué forma debe ser la ayuda que se le preste a los estudiantes

A veces surge el peligro de que no quede suficiente tiempo para analizar y evaluar críticamente los resultados. El trabajo independiente de los estudiantes debe estar al servicio de la causa y no de un propósito formal. Es por ello, se debe prestar una mayor atención al *aseguramiento de los resultados y su interpretación adecuada*. Como el ritmo del trabajo individual de cada alumno es diferente, y además como se debe tener en cuenta que no todos consideran los aspectos parciales necesarios para la comprensión del tema, todos los esfuerzos de la fase evaluativa han de encaminarse a complementar o corregir los resultados de los distintos estudiantes de forma que *todos* ellos adquieran los conocimientos y capacidades fundamentales. De ahí se desprenden algunas cuestiones metódicas, que necesariamente hay que aclarar. De acuerdo a las experiencias existentes hasta ahora se distinguen las siguientes vías:

- a) Informes de los distintos estudiantes. Algunos son exhortados a informar a los compañeros de su clase sobre sus resultados. Otros se expresan críticamente y completan las respuestas. Si todos los estudiantes han trabajado en la misma tarea, no puede haber ningún tipo de dificultad, pues todos están en condiciones de evaluar el informe. Pero si los distintos grupos han trabajado en tareas diferentes, surge el difícil problema de transmitir a todos los resultados de todos los grupos.
- b) La segunda posibilidad de comprobación, evaluación y aseguramiento de los rendimientos es la conversación en clase. Esta puede ir a continuación de los informes de los estudiantes, o el docente puede estimular a los estudiantes al intercambio de ideas con preguntas o estímulos, pudiendo comprobar de esta forma, la calidad de los resultados de su trabajo.
- c) La tercera posibilidad de evaluación es el control escrito del rendimiento.
- d) Una idea de cómo han trabajado los estudiantes, y cuáles son las medidas necesarias que se deben tomar.

Conclusiones parciales

El sistema presentada brinda el soporte científico necesario para la formulación de las etapas y actividades, las cuales están enmarcadas al desarrollo de capacidades, conocimientos valores y actitudes que ayudan al desarrollo de la creatividad en los estudiantes de la Educación Superior. Es el trabajo independiente la consolidación de los conocimientos adquiridos en el aula. Es necesario garantizar por parte de los docentes, una correcta orientación que garantice el entendimiento de las actividades independientes en los estudiantes, lo cual implica tener en cuenta condiciones didáctica que docente debe tener en cuenta. La autoevaluación constituye una habilidad necesaria y efectiva que expresa el grado de independencia alcanzado por el estudiante.

CAPITULO III: VALORACIÓN TEÓRICA DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES PROPUESTO PARA LA ASIGNATURA TRANSFERENCIA DE CALOR.

En este capítulo se expone la metodología utilizada para el planteamiento del sistema de trabajo independiente, a partir de la descripción de la muestra, en la que se explica de forma detallada el procedimiento utilizado para el procesamiento de cada uno de los instrumentos, así como las regularidades que se derivaron de su aplicación. Se concluye con los resultados de la valoración.

3.1 Valoración por los expertos

Con el propósito de obtener la valoración teórica de los resultados de la investigación se aplicó el método de Criterio de Experto para el sistema de actividades propuesto.

Se consideró por experto *“personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones al respecto, a sus momentos fundamentales, con un máximo de competencia”* (Oñate; 2005:10). Los criterios ofrecidos por los ellos se procesaron estadísticamente y se confrontaron de forma sucesiva.

En el mismo orden, un criterio de validez se relaciona con la posibilidad de que esta pueda ser aplicada a otras asignaturas, con las condiciones que caracterizan los contenidos de cada una de estas asignaturas.

La entrevista se aplicó a 10 expertos para determinar su nivel de competencia, sobre la base de los resultados de la actividad investigativa del especialista, en los contenidos en torno al objeto y campo de investigación y en relación con su actividad profesional en el contexto donde se aplicará la propuesta, todo lo cual se constata a través de la guía de entrevista aplicada a los expertos que aparece en el Anexo No 4. Mediante esta se obtuvo el consentimiento de los expertos para participar en el trabajo y los datos necesarios para determinar su competencia.

La selección fue heterogénea y dentro de sus características se destacan las siguientes:

- Profesionales Universitarios como Ingenieros Mecánicos, Ingenieros Químicos, Pedagogos.
- Dedicados a la docencia en la educación superior por período superior a 5 años.

- De los cuales son: 2 Máster, 8 Doctores.
- El mayor número se correspondió a doctores de la CUJAE por ser un centro de experiencia en las carreras de ingenierías.
- Estos especialistas, tienen diferentes categorías docente (Asistente, Auxiliar o Titular).
- Todos tienen información acerca del modelo del profesional del Ingeniero químico

Del total de expertos, 8 son los seleccionados, el 80% tiene un coeficiente de competencia alto y el 20 % tiene un coeficiente de competencia bajo, estos últimos no se toman como expertos. El nivel de competencia promedio del grupo encuestado es 0,76 - alto- (Anexo No. 5), dado que se encuentra entre $0,6 \leq K \leq 1$. Se considera válida cuando más del 90% de los expertos (7) opinan que es muy adecuada o bastante adecuada.

La consulta se desarrolló en dos rondas, posterior a la confirmación de su competencia. Los criterios a tomar en consideración se ajustaron al método (categoría docente y científica; formación inicial y experiencia profesional; centro de trabajo; auto evaluación de su nivel de competencia; relación de su actividad profesional con el contexto donde se aplica este trabajo; disposición para participar en la encuesta)

El procesamiento de los resultados se fundamentó en el programa digital 16 respuestas elaborado por el especialista Crespo (2006) y se valoraron sus resultados. La encuesta incluyó un primer aspecto que se corresponde con los fundamentos psicopedagogos. El segundo aspecto de la encuesta está relacionado con los objetivos generales del sistema, el tercer apartado propuso a los expertos valorar las etapas para la implementación, el cuarto aborda los criterios generales para la evaluación de la actividad independiente por parte de los docentes; el quinto se corresponde con el diseño de actividades para la actividad independiente (Anexo No. 6)

A la encuesta se le incluyó el documento, con una explicación necesaria sobre los aspectos anteriores. Luego, se procedió a interpretar los resultados procesados de manera digital en tablas.

Los resultados revelan consenso de un 71,88%, entre los expertos que evaluaron la propuesta en una primera ronda de *muy adecuada*, dado que todos los criterios incluidos en la encuesta alcanzaron esta valoración, excepto 2 (28,12%) que la valoraron de *adecuada*.

(Anexo No. 7). Ello indica que en la elaboración de la misma se tuvo en cuenta tanto los referentes teóricos como las características de los grupos de alumnos para los que fue diseñada, así como las exigencias del plan de estudio, programa de la disciplina y programa de la asignatura.

Tal como puede verse en el Anexo No. 7, los resultados que no se ajustan a las categorías de muy adecuada o bastante adecuada en la primera ronda, están relacionados con la opinión de los expertos al valorar los aspectos previstos para la etapa de orientación y falta conceso en los criterios para la evaluación en los aspectos 2, 3 y 4, mientras que el diseño muestra un 100% de coincidencia en que es muy adecuada. Esa valoración emitida por los Especialistas, es expresión de la viabilidad de la propuesta en cuanto a la adquisición por los estudiantes de las habilidades que deben adquirir en la asignatura, las cuales se corresponden con el sistema de conocimientos, habilidades y modos de actuación declarados en el programa de la misma.

No obstante, interesados por aquellos aspectos donde no hubo consenso absoluto aún cuando no modifica el resultado final- se les solicitó a los expertos que argumentaran las razones de su selección en una segunda ronda.

En el cuarto aspecto sugieren que se precisa incluir en la propuesta las oportunidades y posibilidades que se gestan a partir del trabajo en equipo.

Los aspectos analizados no afectaron la construcción teórica inicial, pero se consideraron aspectos de observación/reflexión para la práctica. Sin embargo, la intención de demostrar la validez de este estudio incluyó también la valoración por los docentes implicados en la dirección del desarrollo profesional.

3.2 Valoración por los docentes

Se empleó entrevista a profesores que imparten la asignatura objeto de estudio como técnica de recogida de información (Anexo No. 8). A continuación se muestran algunas valoraciones de estos:

- ❖ Es fundamental la creación de este sistema de actividades independientes ya que ofrece las orientaciones que favorecen su realización en tiempos fuera del horario de la clase puesto que el tiempo del profesor es muy corto, a veces no se logra cumplimentar el objetivo.

- ❖ Es una vía ideal para adquirir, sistematizar y ampliar los conocimientos sobre el tema objeto de estudio.
- ❖ Igualmente propicia la preparación suficiente para adquirir los nuevos conocimientos.
- ❖ Contribuye a establecer la relación entre los conocimientos adquiridos y las actividades propuestas que tiene un enfoque profesional con la práctica y por consiguiente a la transformación de los modos de actuación
- ❖ Permite el desarrollo de habilidades comunicativas y creativas a partir de la confrontación de puntos de vistas como una vía de construcción del conocimiento en la discusión de los resultados de forma oral y escrita en forma de informe de resultados.
- ❖ Facilita la solución del problema a partir de su descripción esquemática apoyándose en el dibujo de un esquema del sistema físico, o representación de la superficie del volumen de control en el caso que corresponde y del resto del procedimiento.

3.3 Señalamientos obtenidos por parte de los estudiantes en su valoración:

Con respecto a los estudiantes se realizaron entrevistas estructuradas formales, dirigidas a identificar su valoración acerca de las actividades propuestas para el trabajo independiente y la influencia de estas en su formación profesional.

Entrevista a los alumnos: Se entrevistaron 27 alumnos del quinto año de la carrera de Ingeniería Química (Anexo No.9) Se observan como resultado de estas entrevistas las regularidades siguientes: poner en por ciento

- ❖ La orientación esta precisa, clara y concreta, aunque las actividades exigen un determinado nivel de conocimientos para su realización
- ❖ La totalidad de los estudiantes consideran estar en condiciones de poder realizar el sistema de actividades independientes sin dificultades apreciables.
- ❖ Contribuye a desarrollar el vínculo de la teoría con la práctica.
- ❖ La asignatura es muy extensa y aunque esta correcta la dosificación del sistema en el Plan Calendario de la asignatura, se le deberían dar más horas clases a la asignatura para no cargar tanto el contenido de la misma.
- ❖ El sistema propuesto propicia la realización individual de las actividades.
- ❖ Para la realización de las actividades los libros de referencia y básicos de la asignatura están en formato digital, lo que dificulta el acceso a los mismos.

3.4 Triangulación de la información.

Como es sabido, la triangulación permite obtener información relevante a partir de diferentes percepciones de un mismo objeto y sobre un mismo fenómeno, ello ofrece menores probabilidades de incurrir en errores, por lo que resulta un método apropiado para la investigación de corte cualitativa. La triangulación es uno de los procedimientos más característicos de la investigación utilizado básicamente para el análisis de los datos (Colas, 1994; Pérez, 1994 y Baxter, 2003). Su empleo ayudaría a protegerse de las predisposiciones del investigador, asegurar el rigor metodológico del estudio y la credibilidad de los resultados que se obtienen. De acuerdo a estos propios autores existen varios criterios de clasificación de la triangulación, en nuestro caso nos hemos inclinado por la triangulación de método, la cual consiste en contrastar los datos recogidos por varios métodos; considerando como método: encuestas realizadas a expertos, profesores y estudiantes (anexo 10); todo ello con el objetivo de comprobar si las informaciones aportadas por un método son de alguna manera corroborados por otro.

La representación de estos resultados aparece en la figura que sigue, desde la perspectiva que es **factible(1)** dada la posibilidad de ejecutar el sistema de actividades aunque exista diferentes niveles de preparación tanto en los estudiantes como en los docentes que imparten las clases; **Acceptable(2)** en correspondencia con las condiciones de bibliografía para la ejecución de las actividades; **Viable(3)** en tanto crea las condiciones y potencia la ejecución de otras actividades y **Transferible(4)** porque informa de un procedimiento valido para otras asignaturas de la disciplina con arreglo al contenido de cada una en particular.

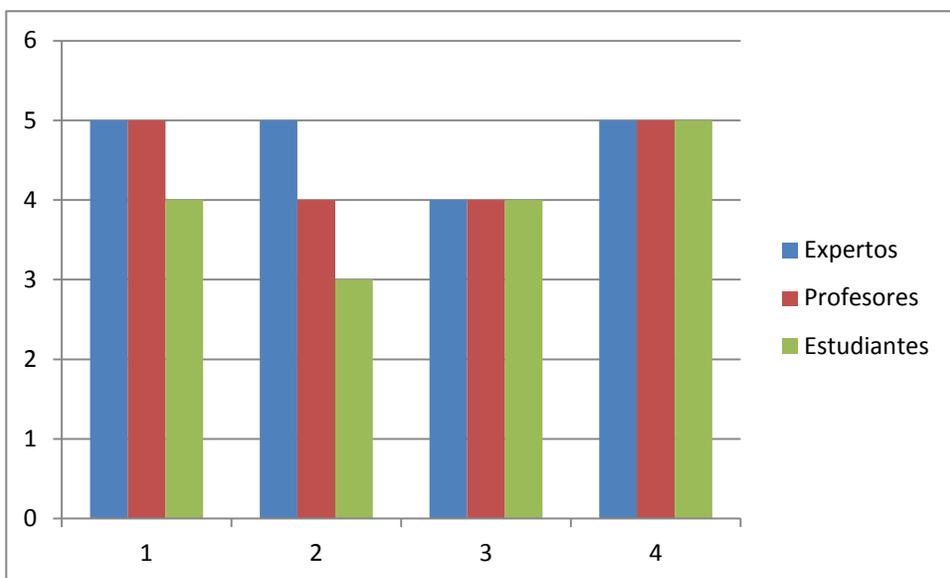


Grafico 3.1. Representación de la valoración de los criterios de validez por todos los sujetos. **Fuente:** Elaboración propia, resultado de la encuesta a estudiantes, (Lay 2014)

Nótese como los estudiantes se muestran escépticos ante la factibilidad pues le asignan importancia a la preparación de los estudiantes y profesores para aplicar el sistema de actividades, en cuanto a la aceptabilidad de la propuesta adjudican relevancia a las condiciones de bibliografía para la ejecución de las actividades. Sin embargo, en general se confirma su viabilidad y transferibilidad como resultado que podrá guiar a los docentes en la dirección de los procesos de enseñanza aprendizaje en otras asignaturas de la disciplina, al existir coincidencia entre expertos, docentes y estudiantes.

Conclusiones parciales

La evaluación ofrecida por el investigador demuestra la validez de las actividades independientes que se proponen, en tanto expertos, docentes y estudiantes expresan las mejoras al proceso de enseñanza aprendizaje tiene lugar en la preparación de la asignatura Transferencia de Calor. Sin embargo, los estudiantes y profesores expresan la necesidad de prepararse para el cambio de concepción y contar con la bibliografía suficiente para estos fines, lo cual requerirá de propuestas de alternativas que propicien la preparación tanto de profesores como de estudiantes, así de la disponibilidad del soporte bibliográfico. Llegado a este punto, es posible presentar las conclusiones finales de esta investigación.

CONCLUSIONES GENERALES

- I. Los fundamentos teóricos sobre la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura Transferencia de Calor y las concepciones sobre el trabajo independiente facilitan cumplimentar los objetivos de formación del Ingeniero Químico en lo relacionado con la aplicación a un nivel productivo de los principios fundamentales de la ingeniería química y específicamente los principios de las operaciones unitarias a la selección, diseño, y análisis del comportamiento del equipamiento típico para las operaciones de transferencia de calor, en las plantas de procesos.
- II. La práctica de la enseñanza de la Transferencia de Calor demuestra fallas en la orientación, ejecución y control-evaluación del trabajo independiente, lo cual incide en el rol protagónico del alumno en la construcción de su propio conocimiento y la adquisición de conocimientos, procedimientos y estrategias de aprendizaje.
- III. Para contribuir al trabajo independiente de los estudiantes, se diseñó un sistema de actividades, elaborado a partir del contenido de la asignatura, que propicie tanto la reproducción, la búsqueda y descubrimiento de nuevos conocimientos, como su aplicación creadora en nuevas situaciones de la práctica.
- IV. El sistema de actividades fundamentado desde las ciencias de la educación no sólo constituye un modo de organizar el proceso de enseñanza aprendizaje en esta asignatura para que los estudiantes desarrollen el trabajo independiente, sino que constituye un recurso didáctico de extraordinario valor metodológico para los docentes.
- V. Los métodos científicos utilizados en la valoración teórica del sistema de actividades para la asignatura Transferencia de Calor, integra el papel del educando como centro de aprendizaje y el del profesor como facilitador, contribuirá al trabajo independiente en los estudiantes de cuarto año de la carrera de Ingeniería Química, en la Universidad de Cienfuegos, demostrando que la misma es factible, viable, aceptable y transferible.

RECOMENDACIONES

- I. Se aplique este sistema de trabajo independiente a otras asignaturas de la disciplina Operaciones Unitarias con el ajuste necesario al sistema de conocimiento de las demás asignaturas.
- II. Se publique para que sea utilizado en otras universidades.
- III. Elaborar una guía metodológica de ejercicios resueltos para facilitar la preparación metodológica del profesor.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Acosta, M.E. (2007). Tendencias pedagógicas contemporáneas. La pedagogía tradicional y el enfoque histórico cultural. Análisis comparativo.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S003475072005000100009&script=sci_arttext&lng=es,
- ❖ Addine, Fátima (2001). *Compendio de Pedagogía*. Pueblo y Educación. (34)
- ❖ Álvarez de Zayas, C. (1999). *La escuela en la vida*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Balmaseda, A. (1989). Educación Médica Superior, (3), 83-89.
- ❖ Borroto, C. (2007). Contexto Educativo. Retrieved from <http://contexto-educativo.com.ar/2004/2/nota-05.htm> 9-2-07.
- ❖ Chávez, J. (1992). *Ideario Pedagógico de José de la Luz y Caballero*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Colectivo de Autores. (2001). *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*. Cuba.
- ❖ Colectivo de Autores. (2007). *Didáctica: teoría y práctica*. Cuba: Pueblo y Educación.
- ❖ Cortés, M. & M. Iglesias. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. México: UNACAR.
- ❖ Cox, K. (2000). Teaching or learning, (14), 63-73.
- ❖ Davidov, V. (1987). *Formación de la actividad docente en los escolares*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Fernández Oliva, B. (2007). La maestría pedagógica, su relación con el modelo comunicativo de la enseñanza contemporánea. Retrieved from http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412003000100001&lng=es&nrm=iso.
- ❖ Garcia Batista, G. (2002). *Compendio de Pedagogía*. la Habana.

- ❖ García Batista, G. (2004). *Temas de Introducción a la Formación Pedagógica*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ García Ramos, J.M. (1989). *Bases Pedagógicas de la Evaluación. Guía práctica para educadores*. España: Síntesis.
- ❖ González Serra, D. (1982). *La motivación, una orientación para su estudio*. La Habana: Científico –Técnica.
- ❖ González Serra, Diego. (2004). *Psicología Educativa*. Pueblo y Educación.
- ❖ González Soca, A. M. & C. Reinoso Cápiro. (2004). *Nociones de Sociología, Psicología y Pedagogía*. Pueblo y Educación.
- ❖ Govantes Oviedo, A. (2007). Exigencias didácticas para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la Historia con el apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Retrieved from [http://eduniv.mes.edu.cu/03-Revistas-Cientificas/ Pedagogia-Universitaria/2005/4/189405407.pdf](http://eduniv.mes.edu.cu/03-Revistas-Cientificas/Pedagogia-Universitaria/2005/4/189405407.pdf).
- ❖ Hernández Días, A. (2007). Las estrategias de aprendizaje como un medio de apoyo en el proceso de asimilación. Retrieved from <http://cepes.uh.cu/bibliomaestria/ESTRATEGIASCOMOMEDIO.doc>.
- ❖ Holman, J. P. (1998). (1999). *Transferencia de Calor. México* (decima.). México: Continental S.A.
- ❖ Horruitiner Silva, P. (2006). *La Universidad Cubana: el modelo de formación*. La Habana: Félix Varela.
- ❖ Iglesias, M. (1996). *Propuesta de un modelo pedagógico de avanzada para la formación del profesional en la Educación Superior*. Tesis de Maestría, UCF.
- ❖ Incropera, Frank P. & Dvaid P. De Witt. (1996). *Introduction to heat Transfer* (tercera.). Estados Unidos.
- ❖ Kern, Donald Q. (1999). *Procesos de la Transferencia de Calor* (31° ed.). México: Continental S.A.
- ❖ Klingberg, L. (1978). *Introducción a la Didáctica General*. La Habana: Pueblo y Educación.

- ❖ Korolev, G. & V.E. Gmurman. (1978). *Fundamentos generales de la Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ La enseñanza problémicas en el desarrollo de la independencia cognoscitiva. (2005). Retrieved from zuleiqui@suss.co.cu.
- ❖ Leontiev, A. (1981). *Actividad, conciencia y personalidad*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ López, M. (1989). *Como enseñar a determinar lo esencial*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Majmutov, M.I. (1983). *La enseñanza problémicas*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ María Sáez, Zenaida (2007). *Estrategia didáctica para estimular el desarrollo de la Independencia Cognoscitiva de los estudiantes en el Modelo Pedagógico de la Universalización de la enseñanza*. Tesis de Maestría, UCF.
- ❖ Martí, J. (1990). *Ideario Pedagógico*. Ed. Pueblo y Educación.
- ❖ Modelo del Profesional. Carrera Ingeniería Química. Curso Regular Diurno. (2008).
- ❖ Navarro Fernández, J. (2006). Propuesta para potenciar la independencia cognoscitiva en la Educación Superior. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajo5sesu-segushtml>.
- ❖ Nocado de León, Irma (2001). *Metodología de la Investigación Educativa* (Vol. 2). La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Parra Vigo, I. V. (2002). *Modelo Didáctico para contribuir a la dirección del desarrollo de la competencia didáctica del profesional de la educación en formación inicial*. Tesis Doctoral en Ciencias Pedagógicas,
- ❖ [Pidkasisti, P. \(1980\)](#). *La actividad cognoscitiva independiente*. Moscú. (234)
- ❖ Reyes Olivera L. (2002). *Pedagogía Universitaria*, (1), 63-67.
- ❖ Rico, Pilar. (1989). El trabajo independiente en la escuela primaria. Pueblo y Educación.

- ❖ Rivera Acevedo G. (2005). *El trabajo independiente sus formas de realización*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Rivera Acevedo, G. (2005). *El trabajo independiente: sus formas de realización*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Rodríguez, G. , J. Gil, & E. García. (2006). *Metodología de la investigación Cualitativa*. La Habana: Félix Varela.
- ❖ S.L. Rubinstein en Problemas de la Psicología (1934). Editorial Moscú
- ❖ Salas Perea, R. (1992). Educación Médica Superior, (6), 3-16.
- ❖ Sanabria Sanabria, Elsa. (2009). *Estrategia Didáctica para contribuir al estudio independiente de los estudiantes de Contabilidad en la asignatura Contabilidad General I, en la Sede Universitaria Municipal Aguada de Pasajeros*. Tesis de Maestría, UCF.
- ❖ Silvestre Oramas, M. (n.d.). *Hacia una Didáctica Desarrolladora*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Silvestre Oramas, Margarita (2001). *Aprendizaje, Educación y Desarrollo*. Cuba: Pueblo y educación.
- ❖ Silvestre, M. & M. Martínez. (1988). *Sabe Ud. orientar el uso de las notas de clase y de la literatura docente? Algunos consejos para estudiar mejor*. La Habana: Pueblo y Educación.
- ❖ Treybal, Robert E. (n.d.). *Operaciones de Transferencia de Masa* (segunda.). México.
- ❖ Ushinski, K. D. (sf). Pedagogía. Pueblo y Educación.
- ❖ Valle Arias, A. (1994). *Las estrategias de aprendizaje: Características Básicas y su relevancia en el contexto escolar*. España: Servicios de Publicaciones de la Universidad de La Coruña.
- ❖ Valle Lima, A. (1994). Transformaciones del modelo de enseñanza media. Pueblo y Educación

- ❖ Warren L. McCabe, Julian C. Smith, & Peter Harriott. (n.d.). *OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERIA QUIMICA*.
- ❖ Zilberstein, J. & M. Silvestre Oramas. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Pueblo y Educación.

ANEXOS

Anexo No. 1 Entrevista a los estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería Química.

- ❖ ¿Cómo se le orienta y controla la realización del trabajo independiente en las diferentes asignaturas?
- ❖ ¿Cómo ha influido la realización del mismo en su modo de actuación?
- ❖ ¿Cree usted que el trabajo independiente refuerza los conocimientos adquiridos en clases?
- ❖ ¿En qué horario realiza su tarea docente?
- ❖ ¿Cómo se le orienta y exige el uso de literatura de referencia o consulta?
- ❖ ¿Le satisface el trabajo independiente sus necesidades cognoscitivas?
- ❖ ¿Adquiere usted conocimientos nuevos cuando realiza trabajos independientes?
- ❖ ¿Tiende a realizar sus tareas docentes de forma individual o en grupo?
- ❖ ¿Es la realización de las labores independientes parte de la planificación de sus actividades diarias?
- ❖ ¿Cree usted que recibe por parte de los docentes una buena orientación de la actividad independiente?
- ❖ ¿Considera tener los conocimientos necesarios a la hora que se le orienta a la actividad independiente?
- ❖ ¿Cuán motivado se encuentra una vez orientada la actividad independiente?
- ❖ ¿Qué asignaturas considera de mayor importancia en el semestre?
- ❖ ¿Cuántas horas dedica al trabajo independiente usted en un periodo de una semana, a cada una de estas asignaturas?
- ❖ ¿Cuáles serían para usted las principales dificultades a la hora de realizar el trabajo independiente?

Anexo No. 2 Entrevista a profesores que imparten la asignatura

- ❖ ¿Cuál es su opinión acerca del trabajo independiente en el modelo pedagógico de Universalización?
- ❖ ¿Qué tipos de tareas docentes le propone con mayor frecuencia a sus alumnos?
- ❖ ¿Cree usted que la realización del trabajo independiente dependa de una buena orientación del mismo?
- ❖ ¿Considera Ud. que las tareas docentes se desarrollan solamente en horario extraclase?
- ❖ ¿Presenta la asignatura problemas con la bibliografía?
- ❖ ¿Le parece que los contenidos impartidos han influido en los modos de actuación de sus alumnos? ¿Por qué?
- ❖ ¿Qué valor le concede a las soluciones que ofrecen sus alumnos a problemas diferentes a las que Ud. transmitió en clase?
- ❖ ¿Ud. se apoya en las guías y el libro de texto para la realización de las tareas, cuándo les propone libros de referencia o consulta, comprueba en el encuentro si los alumnos han accedido a los mismos?
- ❖ ¿Durante el curso sus alumnos han realizado trabajos de investigación relacionados con los contenidos de la asignatura que Ud. imparte?
- ❖ ¿Considera usted que las dificultades de sus estudiantes para desarrollar el trabajo independiente son más puntuales en su asignatura que en las restantes del cuarto año? ¿Por qué?

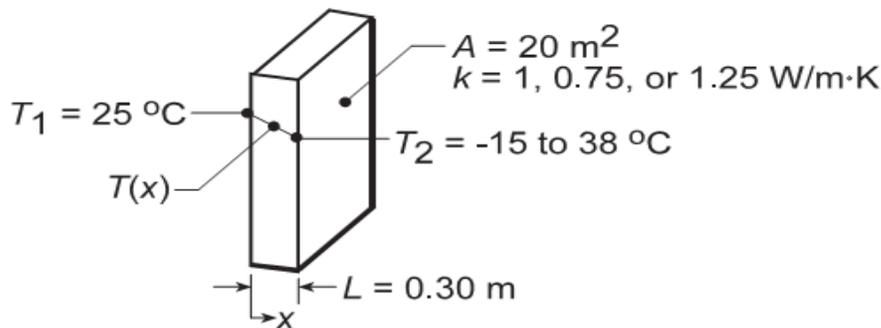
Anexo No. 3 Respuesta a los ejercicios del sistema de actividades independientes propuesto.

Problema # 1 Conducción, pared plana.

Sabemos: la temperatura de la superficie interior y la conductividad térmica de la pared de concreto.

Incógnita: calor perdido por conducción a través de la pared, en función de la temperatura ambiente, en un rango de -15 a 38°C .

Esquema:



Condiciones:

- Conducción unidimensional en el sentido del eje x .
- Estado estacionario.
- Propiedades constantes.
- La temperatura de la superficie exterior de la pared, es la temperatura ambiente.

Análisis: según la ley de Fourier, es evidente que el gradiente

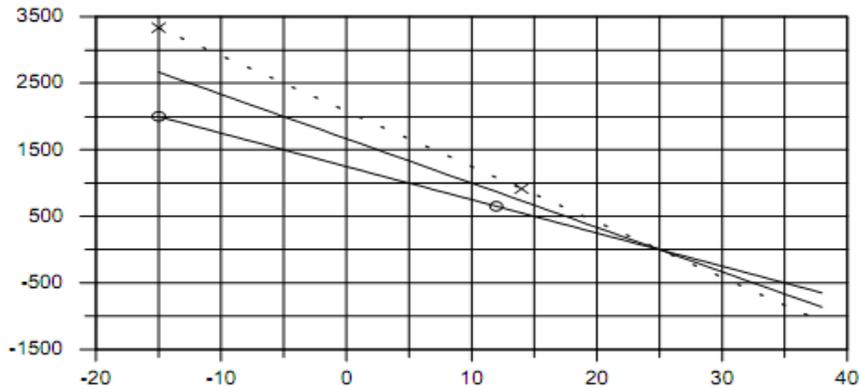
—

x y k son también constantes. El flujo de calor debe ser constante bajo una sola dimensión en condiciones de estado estacionario. La proporción de calor y el flujo de calor, cuando la superficie exterior de la pared tiene una temperatura de -15°C , se calcula:

— — —

La proporción de calor puede ser determinada con el rango de temperatura ambiente, dicha proporción solo varia, con la variación de la conductividad térmica.

Para una pared de concreto, $K = 1 \text{ (W/m)K}$, el calor perdido varía linealmente de 2667W a -867W , y es cero cuando la temperatura interna y la temperatura ambiente son la misma. La magnitud de la proporción de calor incrementa cuando incrementa la conductividad térmica.



Calor perdido (W). (Vs) Temperatura ambiente (°C)

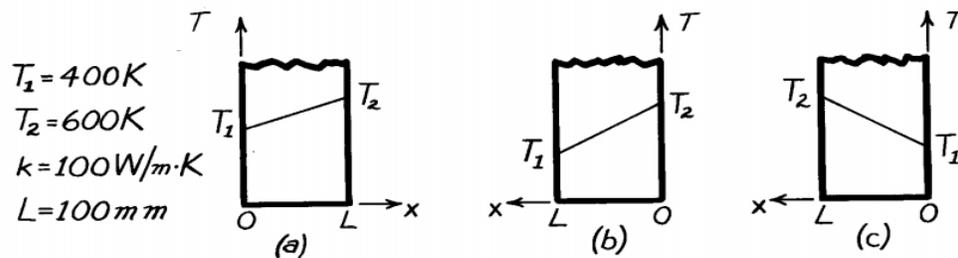
Sin condiciones de estado estacionario y la conductividad térmica constante, la distribución de la temperatura en una pared plana no será lineal.

Problema # 2 Conducción, pared plana.

Sabemos: pared plana con conductividad térmica, grosor y temperaturas de superficies.

Incógnita: flujo de calor y gradiente de temperatura para las tres coordenadas del sistema.

Esquema:



Condiciones:

- Flujo de calor unidimensional.
- Estado estacionario.
- Generación no interna.

➤ Propiedades constantes.

Análisis:

La ecuación para la transferencia de calor por conducción es:

—

Cuando el gradiente de temperatura es constante por toda la pared, la ecuación del gradiente obtiene la forma:

— ———

Sustituyendo los valores numéricos obtenemos los valores del gradiente de temperatura:

— ——— ———

— ——— ———

— ——— ———

Por tanto el flujo de calor, utilizando $K = 100 \text{ (W/m) K}$, es:

—

—

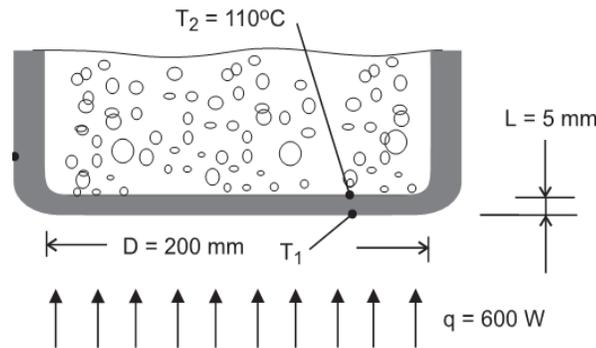
—

Problema # 3 Conducción en sólidos metálicos.

Sabemos: grosor del fondo de la caldera, diámetro, temperatura de la superficie interior de la caldera utilizada para hervir agua y proporción de calor transferido.

Incógnita: temperatura del exterior del fondo de la caldera, para una caldera de aluminio y una de cobre.

Esquema:



Condiciones:

- Flujo de calor en una sola dimensión.
- Estado estacionario.

Análisis:

Según la ley de Fourier, la proporción de calor transferido por conducción a través de la caldera se determina:

Despejando:

—

Donde:

— _____

Aluminio

Cobre

Aunque la temperatura del aluminio es ligeramente mayor, es suficientemente pequeña para ser insignificante entre ambos materiales. Para una buena aproximación, el fondo de la

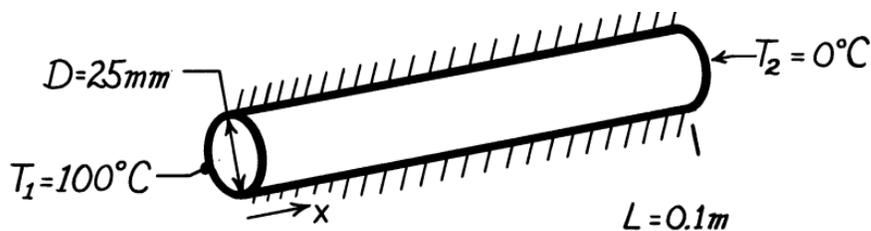
caldera puede ser considerado isotérmico ($T = 110^{\circ}\text{C}$), lo cual es una característica deseable para cazuelas y calderas.

Problema # 4 (Conducción, cilindro con aislamiento).

Sabemos: dimensiones y temperatura en los extremos de la barra cilíndrica con aislamiento a un lado.

Incógnita: proporción de calor transferido asociado con los diferentes materiales de la barra.

Esquema:



Condiciones:

- Conducción axial unidimensional a lo largo del cilindro.
- Estado estacionario.
- Propiedades constantes.

Análisis:

Las propiedades de los materiales pueden ser encontradas en las Tablas A-1, A-2, A-3 de los Anexos del libro de texto Incropera Introduction to Heat Transfer, a una temperatura media de

$50^{\circ}\text{C} = 323\text{ K}$.

La proporción de calor transferido puede ser obtenido por la ley de Fourier, si el gradiente de temperatura axial es lineal, la expresión se reduce a:

Por lo tanto:

| | Cu | Al | A _{cI_{nox}} | SiN | M _{adera} | Mag _{85%} | Pyrex |
|----------|-----|-----|-------------------------------|------|--------------------|--------------------|--------|
| k(W/m·K) | 401 | 177 | 16.3 | 14.9 | 0.19 | 0.052 | 1.4 |
| q(W) | 197 | 87 | 8.0 | 7.3 | 0.093 | 0.026 | 0.69 < |

Los valores de la conducción térmica (K), para el cobre, aluminio y magnesia pueden ser obtenidos por interpolación lineal.

Los valores de K para el acero inoxidable y el nitruro de silicio, pueden ser obtenidos por extrapolación lineal.

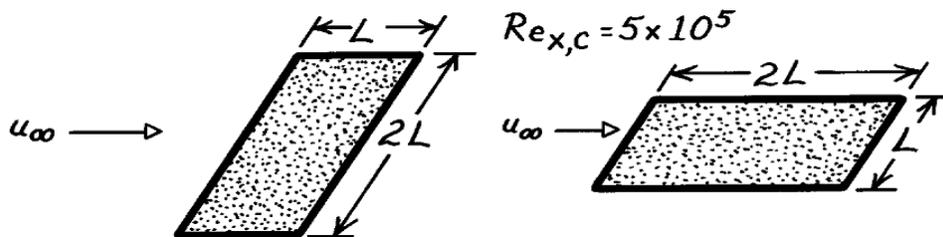
Los valores del pyrex y la madera son de 300K.

Problema # 5 Convección forzada en flujo externo.

Sabemos: dos platos de largo L y 2L, con un flujo paralelo y un número crítico de Reynolds de $5 \cdot 10^5$.

Incógnita: número de Reynolds para el cual el calor transferido es independiente de la orientación.

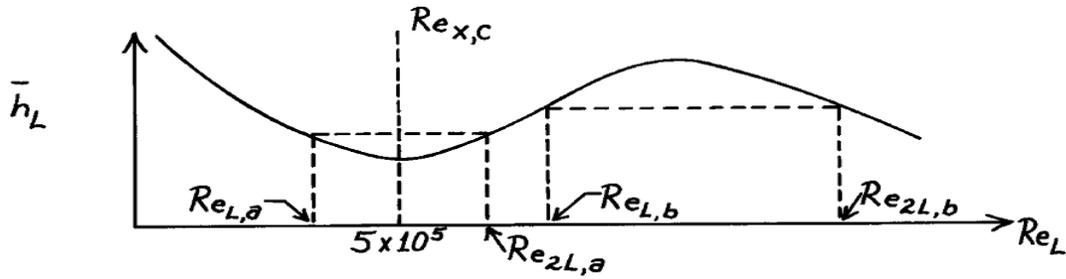
Esquema:



Condiciones: las temperaturas del plato y las condiciones del flujo son equivalentes.

Análisis:

La proporción de calor total transferido puede ser la misma ($q_L = q_{2L}$), si los coeficientes de convección son iguales ($h_L = h_{2L}$). Las condiciones para las cuales tal igualdad es posible, pueden ser demostradas en un gráfico h_L (vs) Re_L .



Para flujo laminar:

—

Para una mezcla laminar y un flujo turbulento:

—

Por lo tanto h_L varía con Re_L como se muestra y las dos posibilidades son sugeridas.

Caso (a): El flujo laminar existe en el plato más pequeño, mientras que en condiciones mixtas de flujo existe en el plato mas grande.

Caso (b): Las condiciones mixtas del estrato del límite existen en ambos platos.

En ambos casos, se necesita:

$$h_L = h_{2L} \quad \text{y} \quad Re_{2L} = 2Re_L$$

Caso(a): de las expresiones de h_L en flujo laminar y en flujo mixto

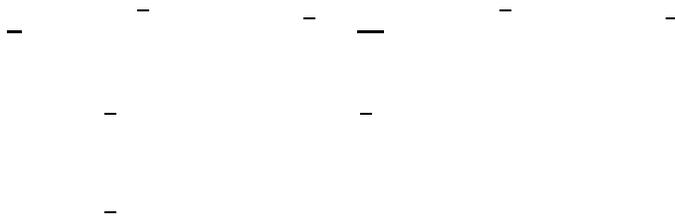
$$\frac{h_L}{\mu} = \frac{h_{2L}}{\mu} \quad \text{y} \quad \frac{Re_L}{\mu} = \frac{Re_{2L}}{2\mu}$$

Por lo tanto:

El valor requerido de Re_L puede ser limitado a:

Para una solución de tanteo y error, escogemos:

Caso (b): flujo mixto en ambos platos.



Caso(a): es imposible satisfacer el requisito $h_L=h_{2L}$ si $Re_L < 0.25 \times 10^5$ (flujo laminar para ambos platos).

Caso (b): el resultado es independiente de la naturaleza del fluido.

Problema # 6 Convección forzada en flujo interno.

Sabemos: temperatura y proporción de flujo másico de varios líquidos en movimiento a través de la tubería con diámetro.

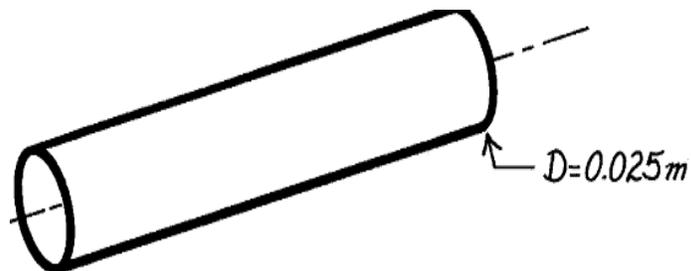
Incógnita: significado de la velocidad y la hidrodinámica en la longitud termal de entrada.

Esquema:

Mercurio, agua y aceite

$m = 0.03 \text{ Kg/s}$

$T_m = 27^\circ\text{C}$



Condiciones:

- Propiedades constantes

Análisis:

($T=300\text{K}$)

| Líquido | Tabla | $\rho(\text{kg/m}^3)$ | $\mu(\text{Ns/m}^2)$ | $V(\text{m}^2/\text{s})$ | Pr |
|---------|-------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----|
|---------|-------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----|

| | | | | | |
|----------|---|--------|------------------------|------------------------|--------|
| Aceite | 4 | 884 | 0.489 | 550×10^{-6} | 6400 |
| Mercurio | 4 | 13.529 | 0.152×10^{-2} | 0.113×10^{-6} | 0.0248 |
| Agua | 5 | 1000 | 0.855×10^{-3} | 0.855×10^{-6} | 5.83 |

La velocidad viene dada por:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

La hidrodinámica y la longitud de entrada termal dependen de R_{eD}

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Por tanto incluso para el agua:

Siendo flujo laminar quedando:

$$\text{---}$$

$$\text{---}$$

| Líquido | | (m) | (m) |
|----------|--------|--------|-------|
| Aceite | 0.069 | 0.0039 | 25.2 |
| Mercurio | 0.0045 | 1.257 | 0.031 |
| Agua | 0.061 | 2.234 | 13.02 |

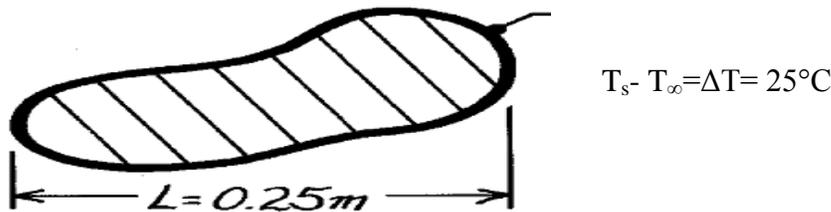
Note el efecto de viscosidad en la longitud hidrodinámica de entrada y el efecto de Prandtl en la longitud termal de entrada.

Problema # 7 Convección libre.

Sabemos: las características específicas de la longitud del objeto y la diferencia de temperatura entre la superficie del objeto y la temperatura ambiente.

Incógnita: el número de Grashof para el hidrogeno, aire, agua y para el glicol etileno a una presión de 1 atm.

Esquema



Condiciones:

- Propiedades termo físicas evaluadas a $T_f = 350K$.
- Gas perfecto con comportamiento ($\beta = 1/T_f$)

Análisis:

Evaluando a 1 atm y $T_f = 350K$.

Tabla 6, Aire: $v = 20.92 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; Hidrogeno: $v = 143 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Tabla 5, Agua (liquido saturado): $v = 37.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\beta_f = 0.624 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Tabla 4, Glycol etileno: $v = 3.17 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\beta = 0.65 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

El número de Grashof viene dado por:

Sustituyendo valores numéricos para el aire con $\beta = 1/T_f$.

Utilizando un cálculo similar para los otros fluidos:

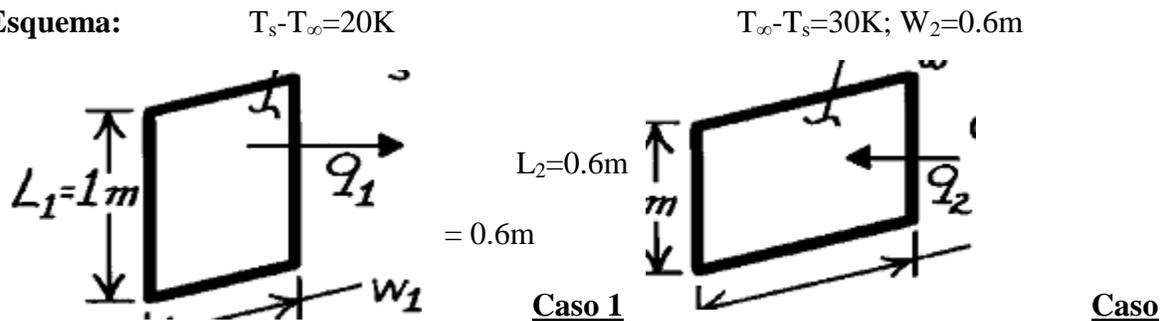
Altos valores del número de Grashof implican un incremento en la convección libre de los fluidos. Sin embargo, otras propiedades afectan la proporción de transferencia de calor.

Problema # 8 Convección libre.

Sabemos: calor transferido por convección a través de la superficie vertical, las dimensiones de las placas y la diferencia de temperatura.

Incógnita: relación de calor transferido entre los dos casos.

Esquema:



2

Condiciones:

- Propiedades termo físicas independientemente de la temperatura, evaluar a $T = 300K$.
- Son insignificantes los cambios por radiación y por el ambiente.

Análisis:

Tabla # 6 de los anexos, aire ($T=300K$, 1 atm):

La ecuación para la libre convección entre platos y aire latente es:

Donde el ΔT puede ser $(T_s - T_\infty)$ o $(T_\infty - T_s)$; para ambos casos, $A_s = L_w$, la relación de calor transferido es entonces:

— —

Para determinar la dependencia de h_L en la geometría, primero calculamos el número de Rayleigh

Y sustituyendo los valores encontrados en las propiedades a 300K:

— —
— —

Por lo tanto el Caso 1 es turbulento y el Caso 2 es laminar. Utilizando la correlación:

—
—

Donde para el Caso 1: $C_1 = 0.10$, $n_1 = 1/3$ y para el Caso 2: $C_2 = 0.59$, $n_2 = 1/4$

Sustituyendo:

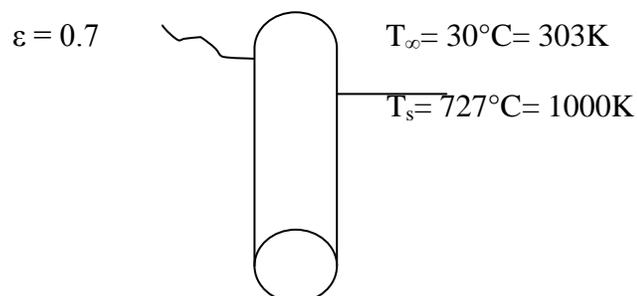
— — — —
— — — —

Problema # 9 Radiación.

Sabemos: la temperatura ambiente y de la superficie, y la emisividad.

Incógnita: flujo de calor radiante por unidad de área y longitud de onda correspondiente a la máxima radiación.

Esquema:



$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

Condiciones:

- Área pequeña en relación con el medio envolvente.

Análisis:

Para dichas condiciones $F_a = 1$ y $F_\varepsilon = \varepsilon$

Aplicando la ecuación generalizada:

—

Sustituyendo:

—

— —

—

Para calcular la longitud de onda correspondiente a la máxima intensidad de radiación acudimos a la ley de Wien.

Donde la cte. = $2897.6 \mu\text{m} \times \text{K}$

—

Problema # 10 Radiación.

Sabemos: conocemos las emisividades, las temperaturas y las áreas.

Incógnita: flujo calorífico.

Esquema:

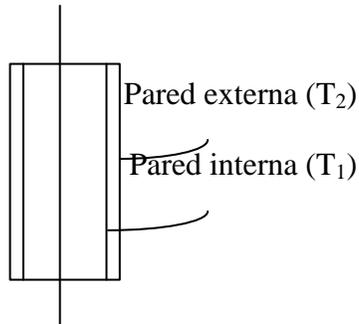
$$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0.02$$

$$T_1 = 293K$$

$$T_2 = 90K$$

$$A_1 = A_2 = 0.157m^2$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$



Condiciones:

- Se considera el sistema como cilindros concéntricos infinitos.

Análisis:

Para este sistema utilizamos:

$$F_a = 1$$

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Aplicando la ecuación generalizada de Stefan-Boltzman.

—

Sustituyendo:

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Sustituyendo valores numéricos:

Anexo No. 4 Caracterización de los Expertos.

| No | Especialista | Categoría Docente | Categoría Científica | Años de experiencia en la Educación Superior |
|----|------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|
| 1 | Rafael A. Goitisoló Espinosa (UCF) | PT | Doc. Ciencias | 49 |
| 2 | Rohary Padilla Rodríguez(UCF) | PA-sist | Ms. Ciencias | 7 |
| 3 | Beatriz Sabina Romeo(UCM) | PA-sist | Ms. Psicología | 5 |
| 4 | Arasay Padrón Álvarez(CUJAE) | PA-I | Doc. Ciencias Pedagógicas | 12 |
| 5 | Henry Torres Saes(UH) | PA-I | Doc. Ciencias Pedagógicas | 11 |
| 6 | Darjan Tania Juan Carvajal(UH) | PA-I | Doc. Ciencias Pedagógicas | 32 |
| 7 | Manuel de La Rúa Batistapain(UH) | PT-I | Doc. Ciencias Pedagógicas | 24 |
| 8 | Ivet Alfonso Pérez(UH) | PA-S | Doc. Ciencias Pedagógicas | 13 |

Centros Universitarios:

(UCF): Universidad de Cienfuegos.

(UCM): Universidad de Ciencias Médicas. Cienfuegos.

(UH): Universidad de La Habana.

(UCP): Universidad de ciencias Pedagógicas.

ASPECTOS GENERALES.

Otórquele, según su opinión, una categoría a cada ítem que aparece a continuación, marcando con una “X” en la columna correspondiente. Las categorías son:

- Muy adecuada (MA)
- Bastante adecuada (BA)
- Adecuada (A)
- Poco adecuada (PA)
- Inadecuada (I)

| Aspectos a evaluar | | MA | BA | A | PA | I |
|--------------------|---|----|----|---|----|---|
| 1 | Fundamentación de la propuesta. | | | | | |
| 2 | ¿Cómo se conceptualiza el sistema de actividad independiente propuesto en cada etapa o momento? - Etapa de orientación, - Etapa de ejecución, - Etapa de control o evaluación. | | | | | |
| 3 | ¿Cómo se aprecian en el Sistema de Tareas docentes los siguientes elementos?: - Los niveles de asimilación, | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - La distribución de las tareas por temas, - El Diseño de acciones y operaciones. | | | | | |
| 4 | <p>¿Cómo contribuye el sistema de actividades independientes a la?:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejecución de la actividad independiente, - Control de la actividad independiente y - Evaluación de la actividad independiente. | | | | | |

Estimado(a) especialista:

Si usted considera necesario hacer alguna recomendación o incluir otros aspectos a evaluar, le estaría muy agradecido.

Gracias por su colaboración.

Rubys Delvys Lay Cabrera.

Anexo No 5

Guía de entrevista a expertos y resultados

Objetivo: recopilar información para determinar la competencia de los expertos.

NOMBRE:

CATEGORÍA DOCENTE:

CATEGORÍA

CIENTÍFICA:

FORMACIÓN INICIAL:

EXPERIENCIA

PROFESIONAL:

CENTRO DE TRABAJO:

DISPOSICIÓN A PARTICIPAR EN LA ENCUESTA.

- Si tuviera que ubicar en una escala de 0 a 10 el conocimiento que usted tiene sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de la Transferencia de Calor y las concepciones sobre la actividad independiente, ¿Dónde se ubicaría?

Desconocimiento

Conocimiento

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

| Fuentes de argumentación | Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios | | |
|--|---|----------|----------|
| | Alto (A) | Medio(M) | Bajo (B) |
| 1. Análisis teóricos realizados sobre el proceso de enseñanza aprendizaje en general y en el de la Transferencia de Calor de manera específica. Además, sobre las concepciones de la actividad independiente | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| 2. Experiencia obtenida | | | |
| 3. Trabajos de autores nacionales que conoce | | | |
| 4. Trabajos de autores extranjeros que conoce | | | |
| 5. en el extranjero y en Cuba | | | |
| 6. Relación de su actividad profesional con el contexto donde se aplica este trabajo | | | |

Resultados de la competencia de expertos

Objetivo: autoevaluación la competencia de los expertos por fuente de argumentación.

| EXPERTO | Grado de conocimiento del tema | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 9 | Alto | Medio | Alto | Alto | Alto | Alto |
| 2 | 4 | Bajo | Medio | Medio | Bajo | Bajo | Bajo |
| 3 | 7 | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto | Medio |
| 4 | 8 | Medio | Medio | Alto | Medio | Medio | Alto |
| 5 | 4 | Bajo | Bajo | Medio | Medio | Bajo | Bajo |
| 6 | 7 | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto |
| 7 | 8 | Alto | Alto | Medio | Alto | Alto | Alto |
| 8 | 9 | Medio | Medio | Alto | Medio | Medio | Alto |
| 9 | 9 | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto |
| 10 | 9 | Medio | Medio | Alto | Medio | Medio | Alto |

Determinación de la competencia de los expertos

| Experto | Índice | Nivel de competencia |
|---------|--------|----------------------|
| 1 | 0.89 | Alta |
| 2 | 0.45 | Baja |
| 3 | 0.79 | Alta |
| 4 | 0.8 | Alta |
| 5 | 0.48 | Baja |
| 6 | 0.8 | Alta |
| 7 | 0.82 | Alta |
| 8 | 0.85 | Alta |
| 9 | 0.9 | Alta |
| 10 | 0.85 | Alta |

Si $0,6 \leq K \leq 1$ entonces es Alto.

Si $0,5 \leq K < 0,6$ entonces es Medio.

Si $K < 0,5$ entonces es Bajo.

Totales

| | Total | % |
|-------------------|-------|----|
| Competencia alta | 8 | 80 |
| Competencia media | 0 | 0 |
| Competencia baja | 2 | 20 |

Anexo No. 6

Cuestionario a los expertos. Primera ronda.

Objetivo: propiciar información sobre los principales aspectos a perfeccionar el sistema de actividades propuesto y obtener la evaluación del experto.

Compañero (a).

Usted ha sido seleccionado(a), por su calificación científica, sus años de experiencia en la formación de profesionales y los resultados alcanzados en su labor profesional, como especialista para contribuir a perfeccionar el sistema de actividades propuesto para la asignatura Transferencia de Calor en la formación del Ingeniero Químico

Debe marcar la categoría en que considera a cada una.

C₁: Muy adecuado; C₂: Bastante adecuado; C₃: Adecuado; C₄: Poco adecuado; C₅ Inadecuado.

a) Si considera necesario añadir, cambiar, quitar algo, propóngalo.

Primer aspecto: Fundamentos psicopedagógicos

| | Categorías | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| La motivación por el aprendizaje, como aspecto o dimensión de una concepción desarrolladora | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| La papel de la actividad y la comunicación en el proceso de aprendizaje | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| Principio de la vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo. | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Segundo aspecto: Objetivo del sistema de actividades propuesto

| | Categoría | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| Proponer un sistema de actividades independientes para la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Transferencia de Calor para los estudiantes de Ingeniería Química en la Universidad de Cienfuegos | | | | | |

Tercer aspecto: Etapas para la implementación del Sistema de actividades independientes.

| | Categorías | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| Orientación | | | | | |
| Ejecución | | | | | |
| Control/ Evaluación | | | | | |

Cuarto aspecto: Criterios generales para la evaluación de la actividad independiente por parte de los docentes

| | Categorías | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| Comprensión de la tarea, del objetivo de la actividad | | | | | |
| Conocimientos y habilidades. | | | | | |
| Dominio del método de solución e interpretación adecuada de los resultados | | | | | |
| Capacidad para transformar el método de trabajo en correspondencia con el objeto de la tarea, su carácter y buscar nuevos procedimientos para su solución | | | | | |

Quinto aspecto: diseño de actividades para el trabajo independiente

| Pasos | Categorías | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ |
| Problema 1 | | | | | |
| Problema 2 | | | | | |
| Problema 3 | | | | | |
| Problema 4 | | | | | |
| Problema 5 | | | | | |
| Problema 6 | | | | | |

| | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|
| Problema 7 | | | | | |
| Problema 8 | | | | | |
| Problema 9 | | | | | |
| Problema 10 | | | | | |

Se anexa el material con los problemas y las respuestas de estos

Anexo No. 7

Objetivo: Mostrar los resultados específicos de la encuesta a expertos.

| Tabla de resultados primer aspecto de la encuesta Fundamentos- F | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | TO TA L |
| | Muy Adecuada | Bastante Adecuada | Adecuada | Poco Adecuada | No Adecuada | |
| F1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| F2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| F3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |

| Tabla de resultados del segundo aspecto de la encuesta Objetivo-O | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | TOT AL |
| | Muy Adecuada | Bastante Adecuada | Adecuada | Poco Adecuada | No Adecuada | |
| 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |

| Tabla de resultados del tercer aspecto de la encuesta etapas-E | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | TOTA L |
| | Muy Adecuada | Bastante Adecuada | Adecuada | Poco Adecuada | No Adecuada | |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| E1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| E2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| E3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |

Tabla de resultados del tercer aspecto de la encuesta criterios evaluación- C

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | TOTAL |
|----|---------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------|
| | Muy Adecuada | Bastante Adecuada | Adecuada | Poco Adecuada | No Adecuada | |
| C1 | | | | | 0 | 8 |
| C2 | | | | 0 | 0 | 8 |
| C3 | | | | 0 | 0 | 8 |
| C4 | | | | 0 | 0 | 8 |

Tabla de resultados del tercer aspecto de la encuesta Diseño-D

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | TOTAL |
|----|---------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------|
| | Muy Adecuada | Bastante Adecuada | Adecuada | Poco Adecuada | No Adecuada | |
| D1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D4 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |

| | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|---|
| D5 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D7 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D9 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| D1 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |

Anexo No. 8 Entrevista a profesores que imparten la asignatura.

Objetivo: recogida de información sobre el sistema de actividad independiente propuesto.

- ❖ ¿Considera necesaria la creación de un sistema de actividades independientes para la asignatura?
- ❖ ¿Cree que luego de las conferencias el estudiante cuente con la teoría necesaria para la realización de las actividades del sistema propuesto?
- ❖ ¿Existe relación entre los contenidos impartidos, el sistema de actividades propuesto y la influencia en los modos de actuación de los alumnos?
- ❖ ¿Qué valor le concede a la realización independiente del sistema de actividades propuesto?
- ❖ ¿Cuentan los estudiantes con la bibliografía adecuada para la realización del trabajo independiente?
- ❖ ¿Considera asequible para todo tipo de estudiantes, el sistema propuesto?
- ❖ ¿Considera efectivo, el método de autoevaluación?

Anexo No. 9

Objetivo: recogida de información sobre el sistema de trabajo independiente propuesto.

- ❖ ¿Cómo considera la orientación del sistema de actividades independientes propuesto?
- ❖ ¿Cree haber obtenido los conocimientos necesarios para lograr de forma independiente la ejecución del sistema propuesto?
- ❖ ¿Considera que influye en el análisis de los fenómenos estudiados en la asignatura?
- ❖ ¿Considera adecuada la dosificación del sistema según el plan calendario de la asignatura?
- ❖ ¿Cómo cree que sería más factible la realización del sistema: de forma individual o colectiva?
- ❖ ¿Cree tener acceso a la bibliografía señalada en el sistema?

Anexo nro. 10

Valoración integral de la propuesta:

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Fiabilidad | | | | | |
| 2 | Aceptabilidad | | | | | |
| 3 | Viabilidad | | | | | |
| 4 | Transferibilidad | | | | | |