

CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS DIDÁCTICOS DE DOS PROFESORES DE
EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICOQUÍMICA



MIGUEL ÁNGEL DELGADO GÓMEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
BOGOTÁ D. C., MAYO DE 2015

CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS DIDÁCTICOS DE DOS PROFESORES DE
EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICOQUÍMICA



MIGUEL ÁNGEL DELGADO GÓMEZ

Trabajo para optar al título de
Magister en Educación

Director: DR. CARLOS JAVIER MOSQUERA SUÁREZ

Codirectora: MG. MARITZA XIMENA ALONSO MARTINEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
BOGOTÁ D. C., MAYO DE 2015

*A Dios, a mi familia y a la familia de ella
que ahora es mi familia
especialmente a mis dos hermosas hijas
por su inspiración.*

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas de una u otra forma han contribuido para que este trabajo llegue a término pero en especial, deseo expresar mis más sinceros agradecimientos:

- A Dios por permitirme llegar a este momento, donde consolido una nueva etapa de mi vida y mi formación profesional.
- A Carlos Javier Mosquera, director de este trabajo, por su disponibilidad, orientación y paciencia en cada etapa de la investigación, de quien tuve apoyo en todo momento durante estos años.
- A Maritza Ximena Alonso Martínez por su importante ayuda.
- A William Fernando Castrillón Cardona, por su inicial apoyo y constante empuje
- A los profesores de Fisicoquímica Javier Alonso Pérez Cubides de la Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Armando Espinosa del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia por su incondicional ayuda.
- A todo el personal docente y administrativo de la Maestría en Educación de la VUAD de la Universidad Santo Tomás por su paciencia, apoyo y espera.

INDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1 Objetivo general.....	12
1.2 Objetivos específicos.	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Didáctica de las ciencias experimentales	13
2.2. Modelos para la Enseñanza de las Ciencias	15
2.2.1. Enseñanza Tradicional.....	17
2.2.2. Enseñanza por Descubrimiento	18
2.2.3. Enseñanza Expositiva	18
2.2.4. Enseñanza mediante el conflicto cognitivo	19
2.2.5. Enseñanza mediante Investigación Dirigida.....	19
2.2.6. Enseñanza por explicación y contrastación de modelos	20
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Enfoque por estudio de casos.....	23
3.2. Selección de casos.	24
3.3. La entrevista como instrumento de investigación.	25
3.4. Revisión de documentos.....	26
3.5. Diarios de campo	26
3.6. Análisis e interpretación de datos	26
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. El Caso del Profesor 1	33
Respecto a la información recogida a través de los instrumentos para el caso del profesor 1, es posible inferir que el docente desarrolla sus clases de manera intuitiva es decir sin orientarse respecto a determinado modelo de enseñanza, en tal sentido se apoya en metodologías híbridas de enseñanza tradicional, enseñanza por descubrimiento y enseñanza expositiva.	35
4.2. El caso del profesor 2	35
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	42
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44

RESUMEN

El presente informe de investigación surge de un trabajo orientado a analizar las prácticas de enseñanza desarrolladas por dos profesores para la asignatura de fisicoquímica en los programas de licenciatura en química y de ingeniería química e instituciones de educación superior.

Para abordar el problema se plantea una metodología de investigación cualitativa con estudios de caso apoyados en una entrevista semiestructurada, un análisis documental de los programas de la asignatura y un diario de campo de las clases desarrolladas por los dos profesores de fisicoquímica, instrumentos con los cuales se realizó una triangulación instrumental con el fin de determinar las realidades del proceso de enseñanza en cada caso.

El informe presenta aspectos teóricos, metodológicos y los resultados acordes con las categorías que orientan la investigación con el fin de identificar la manera en que dos profesores de fisicoquímica desarrollan los procesos de enseñanza en instituciones de educación superior.

La etapa inicial del estudio consistió en una rigurosa revisión teórica respecto a modelos de enseñanza de las ciencias, enfocando los mismos al caso de la fisicoquímica, con el fin de plantear categorías de análisis para los instrumentos utilizados en la recolección de datos.

Los programas de asignatura, los diarios de campo y las entrevistas semiestructuradas se triangularon para dar una visión global de la manera en que cada profesor desarrolla el proceso de enseñanza aprendizaje de la fisicoquímica, arrojando como principal resultado la utilización de metodologías híbridas de diferentes modelos de enseñanza de las ciencias lo que muestra inconsistencias respecto a la fundamentación didáctica de los profesores.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como objeto analizar los modelos de enseñanza-aprendizaje utilizados por dos profesores en la enseñanza de la fisicoquímica en instituciones de educación superior, específicamente en programas de licenciatura en química e ingeniería química; en el primer capítulo se contextualiza el problema de investigación haciendo énfasis en estudios con características similares que se encargan de trabajar modelos de enseñanza en diferentes campos de conocimiento de las ciencias, orientando el proceso a la enseñanza de la fisicoquímica en la educación superior.

En el segundo capítulo, se contempla el marco conceptual orientado a los modelos didácticos que caracterizan la enseñanza de las ciencias y su utilización en el área específica de la fisicoquímica, con el fin de conocer la evolución y utilidad de los modelos de enseñanza, los cuales, tomados en su conjunto, presentan la orientación general para el análisis a través de categorías.

El tercer capítulo contempla la metodología que presenta un enfoque de investigación cualitativa bajo la metodología de estudio de casos. Los casos se constituyen a través del análisis del proceso de enseñanza desarrollado por dos profesores de diferentes instituciones de educación superior, específicamente en el área de fisicoquímica; los instrumentos utilizados fueron un diario de campo, los programas de cada asignatura y una entrevista semiestructurada realizada a cada docente.

En el cuarto capítulo se presenta el análisis por triangulación de instrumentos realizado para cada uno de los casos, realizado a la luz de las categorías planteadas en torno a los modelos de enseñanza de las ciencias.

Finalmente, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones de las cuales se resalta que las metodologías utilizadas por los dos profesores para la enseñanza de la fisicoquímica están constituidas por una hibridación de modelos de enseñanza de las

ciencias lo que eventualmente establece dificultades conceptuales y epistemológicas en la enseñanza de las ciencias.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La enseñanza de las ciencias constituye uno de los ejes fundamentales de los estudios en didáctica desde sus inicios en la década de los cincuenta hasta su consolidación a principios de los años noventa, teniendo como ejes de investigación predominante “las concepciones alternativas, las ideas intuitivas, preconcepciones, representaciones; resolución de problemas; prácticas de laboratorio; la evaluación y la formación de profesores, entre otras” (Godoy, 2015).

Específicamente en el campo de la fisicoquímica los estudios se han visto encaminados a determinar las ideas previas, preconcepciones o concepciones alternativas de los estudiantes (Gormpone et al, 2000; Sauder et al, 1997; Besson, 2014), a la aplicación de las prácticas de laboratorio en los procesos de aprendizaje (Ruiz et al, 2006a; Butera y Waldeck, 2000; Budil et al, 1999; Deckert et al, 1998; Buckley et al, 1997) y al uso de unidades didácticas basadas en la resolución de problemas para la enseñanza de la fisicoquímica (Ruiz et al, 2006b). Esta información constituye un eje valioso en el campo de la didáctica de la fisicoquímica siendo de utilidad para conocer el pensamiento de los estudiantes y su disposición para el desarrollo de nuevos conocimientos.

Otra línea de investigación en didáctica de las ciencias gira en torno al desarrollo profesional de los profesores y específicamente en la construcción de conocimiento didáctico apoyado en las nuevas visiones sobre la naturaleza de la ciencia de modo que favorezcan prácticas docentes innovadoras y pertinentes con las necesidades educativas contemporáneas, constituido a través del pensamiento de los profesores en relación a la reflexión de su misma praxis y el trabajo conjunto con sus estudiantes para el desarrollo del proceso de enseñanza.

Respecto a este tema, se estudia el conocimiento didáctico de los profesores y cómo influye el mismo para el desarrollo de los procesos de aprendizaje en sus estudiantes;

una visión inicial que contribuye a la caracterización de este conocimiento esta constituida en los modelos de enseñanza utilizados por los profesores en su quehacer docente, en tal sentido al hacer una revisión bibliográfica exhaustiva con motores de búsqueda como Scopus y ProQuest, para la enseñanza de las ciencias se encuentran estudios en torno a los siguientes temas:

- Aguilera (2012) muestra el estudio de los fundamentos teóricos como la preparación psicopedagógica y didáctica, que favorecen la caracterización y diferenciación de modelos y estilos de enseñanza en la universidad a los cuales se les ha dedicado poca atención al estudio del docente en el ámbito educativo.
- Baldwin (2010) presenta el estudio de modelos instruccionales investigados por otros autores con el fin de fomentar el aprendizaje de los estudiantes en clases de Biología en la educación básica.
- Pentecost (2000) relata que los educadores han dedicado grandes esfuerzos, principalmente a finales de los noventa, para reformar la enseñanza de las ciencias en los cursos de pregrado; con respecto a la fisicoquímica, destaca que tradicionalmente se enseña a través de cursos conferencia/discusión en los que el profesor presenta el material del texto por lo que el autor plantea el uso de materiales de lectura guiada en clases de fisicoquímica para crear ambientes de clase centrados en el estudiante.
- Foster (2011) comenta que tanto los educadores en ciencias como los administradores, se basan en la idea de estrategias didácticas instruccionales y basadas en preguntas sobre el aprendizaje de estudiantes de biología por lo tanto, investiga si el aprendizaje y el desempeño del estudiante difiere de acuerdo con el tipo de método utilizado encontrando que una combinación de los dos métodos, permite un claro entendimiento de las temáticas.

- Krockover G. H et al (2002), escriben acerca del efecto de enseñanzas basadas en acción, el desarrollo, implementación y asesoría de aproximaciones constructivistas en la enseñanza de contenidos en ciencias y el estudio de la influencia de la interacción de los estudiantes con modelos de enseñanza encontrando múltiples perspectivas para soportar la enseñanza de las ciencias, proporcionar estudiantes graduados quienes serán profesores universitarios con modelos de enseñanza más efectivos y que la investigación basada en acción participativa, contribuye efectivamente para reformar la enseñanza en el pregrado.
- Krogh (2010) investiga como las interacciones de los estudiantes con diferentes modelos de enseñanza, influyen en su aprendizaje encontrando preferencias de los estudiantes por determinado modelo de acuerdo con determinada área de contenidos, la habilidad de los estudiantes por reconocer como los modelos de enseñanza están relacionados con la secuencia del aprendizaje, la relación de aprendizajes previos con los modelos y la capacidad para aprender de manera autodirigida y la validación de cómo los modelos de enseñanza facilitan su aprendizaje.

Por lo tanto, se establece que el campo de la enseñanza no ha sido explorado a fondo para el área de la fisicoquímica, lo que constituye la principal motivación del presente proyecto, el cual se enfoca en el trabajo con profesores de la asignatura de fisicoquímica para Licenciatura en Química e Ingeniería Química, con el fin de reflexionar en torno a la práctica educativa, permitiendo así, caracterizar el pensamiento de los profesores mediante fundamentos del conocimiento didáctico y visualizar características curriculares de la fisicoquímica.

Este trabajo constituye un primer acercamiento a las realidades de los procesos de enseñanza de la fisicoquímica en la educación superior y así responder la siguiente cuestión:

¿Cuáles son los modelos didácticos mayoritariamente puestos en práctica por los profesores de fisicoquímica de educación superior?

El desarrollo de este proyecto se justifica en la medida en que sus resultados, aportarán al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la fisicoquímica en marcos didácticos contemporáneos de la línea de investigación del conocimiento didáctico de los profesores de fisicoquímica.

Con el fin de abordar el problema anteriormente enunciado se plantean como objetivo general y específicos:

1.1 Objetivo general.

Identificar los modelos de enseñanza de la fisicoquímica de dos profesores en programas universitarios de química

1.2 Objetivos específicos.

1.2.1 Plantear indicadores de análisis sobre los principales enfoques de enseñanza de las ciencias que han caracterizado la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias.

1.2.2 Caracterizar los modelos didácticos habitualmente empleados por profesores de cursos de fisicoquímica en programas de química a través de instrumentos típicos de la investigación cualitativa.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Se inicia con una descripción de la didáctica de las ciencias experimentales y su evolución, lo cual constituye la perspectiva orientadora de este trabajo; posteriormente se desarrollan cada uno de los modelos de enseñanza de las ciencias más significativos desde la perspectiva de Pozo y Gómez (1998) y su incidencia en el área de fisicoquímica.

2.1. Didáctica de las ciencias experimentales

La consideración de la didáctica de las ciencias como campo específico de investigación y surgimiento como disciplina emergente, es resultado de múltiples debates (Porlán y Rivero, 1998), caracterizaciones y consideraciones para la transformación de la enseñanza tradicional de las ciencias (movimiento de reforma curricular, años cincuenta) orientada hacia una investigación científico-positivista caracterizada por enfoques experimentales y cuantitativos. Sin embargo, la crisis en la tendencia cientificista a finales de los setenta y comienzos de los ochenta, propone enfoques holísticos orientados hacia metodologías cualitativas y de estudios situacionales convirtiéndose, en la década de los ochenta, en una disciplina joven y difusa que estudia problemas específicos con líneas de investigación definidas, integrando la dimensión conceptual con las otras dimensiones del desarrollo humano, planteándose como problema central ¿cómo enseñar ciencias significativamente? lo cual implica describir, analizar y comprender los problemas significativos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y el diseño y validación de modelos que proporcionen soluciones a la problemática educativa en los que se destacan variables de estudio como:

- Concepciones de los alumnos

- Obstáculos para el aprendizaje
- Contexto educativo
- Dimensión social del aprendizaje
- Importancia del lenguaje en la educación
- Procesos de modelización tanto en la enseñanza como el aprendizaje

A través de este desarrollo evolutivo se destaca inicialmente, el estudio de las concepciones de los alumnos y de los profesores en diferentes campos conceptuales y posteriormente, en el estudio de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Posteriormente la didáctica ha evolucionado como campo disciplinar, ampliando sus líneas de investigación y campos de acción, en torno al tema Tamayo (2009) plantea un resumen de los cambios más importantes de las investigaciones en didáctica de las ciencias (Ilustración 1), donde, se enuncian las principales transformaciones dadas en las décadas que lleva desarrollándose la disciplina.

Errores conceptuales	⇒	Concepciones alternativas
Cómo eliminar errores	⇒	Como favorecer su evolución
Ideas en mecánica	⇒	Ideas en todas las disciplinas
Concepciones del alumno	⇒	Concepciones del profesorado
Descripción de las ideas	⇒	Búsqueda de modelos
Cómo enseñar cada concepto	⇒	Cómo aprende el alumno
Cómo construye cada individuo sus ideas	⇒	Cómo se construye socialmente el conocimiento
Cómo los alumnos cambian las ideas	⇒	Cómo evoluciona su conocimiento
No se discuten objetivos y contenidos	⇒	Revisión de objetivos
Evaluación tradicional	⇒	Autorregulación de los aprendizajes

Ilustración 1. Tendencias evolutivas en la investigación en didáctica de las ciencias. Fuente: Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Tamayo, Oscar. Universidad de Caldas. 2009

Por un lado, a través de esta evolución se determina que la didáctica busca explicar, comprender y transformar las condiciones del aula observando lo que en ella sucede,

realizando trabajos y análisis apoyados en procesos de desarrollo de conocimientos a través de la transposición didáctica, la enseñanza y el aprendizaje significativo, la evaluación formativa, la autorregulación de los aprendizajes, y el estudio del lenguaje de las ciencias; acciones que en conjunto constituyen generadores de nuevos conocimientos (Tamayo, 2009)

Por otro lado, en torno al uso de la didáctica como campo de conocimiento encargado, entre otras cosas de facilitar procesos de aprendizaje, utiliza bases metodológicas como los mapas conceptuales, “V” heurística de Gowin, redes sistémicas y semánticas, entrevistas “teachback”, mapas de Thagard y análisis del discurso (Dulsch, 1997; Porlán, 1989) las cuales son desarrolladas como herramientas para el fortalecimiento del proceso didáctico el cual se enmarca generalmente en unos modelos didácticos que se abordarán con mayor profundidad más adelante.

2.2. Modelos para la Enseñanza de las Ciencias

La palabra modelo se ha empleado en diferentes contextos y con sentidos diversos; la concepción de modelo es la representación fiel de la realidad de un sistema de tal forma que se pueda predecir, mejorar, optimizar, estudiar y, en fin de cuentas, simular un sistema sin tener que intervenir en él.

Los modelos en ciencias sociales se han utilizado para referirse a características de contextos que tienen repercusiones directas en las formas de aprender y en los conocimientos, competencias y habilidades a enseñar; en la consolidación de las ciencias sociales a finales del siglo XIX se han generado modelos que para este trabajo, se articulan con el concepto de ciencia, la posición del docente y la posición del estudiante, ofreciendo bases que permitan asumir posturas respecto al cómo, para qué y el qué de la enseñanza de las ciencias (Ruiz, 2007).

A través de los modelos didácticos se orientan los procesos de enseñanza-aprendizaje; vistos desde diferentes perspectivas (Tabla 1) es posible determinar la manera en que se llega al conocimiento a través de la aplicación de los diferentes modelos. Pozo y Gómez (1998) realizan un análisis de los modelos más significativos en enseñanza de las ciencias, los cuales se presentan como eje fundamental para la categorización del presente trabajo.

Tabla 1. Características de los modelos de enseñanza aprendizaje.

	Supuestos	Criterios de secuenciación	Actividades de enseñanza	Papel del profesor	Papel del alumno
Tradicional	Compatibilidad Realismo interpretativo	La lógica de la disciplina como un conjunto de hechos	Transmisión verbal	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los reproduce
Descubrimiento	Compatibilidad Realismo interpretativo	La metodología científica como lógica de la disciplina	Investigación y descubrimiento	Dirige la investigación	Investiga y busca sus propias respuestas
Expositiva	Compatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como sistema conceptual	Enseñanza por exposición	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los asimila
Conflicto cognitivo	Incompatibilidad Constructivismo	Los conocimientos previos y la lógica de la disciplina	Activación y cambio de conocimientos previos	Plantea los conflictos y guía su solución	Activa sus conocimientos y construye otros nuevos
Investigación	Incompatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como solución de problemas	Enseñanza mediante resolución guiada de	Plantea los problemas y dirige su solución	Construye su conocimiento mediante la investigación

	Supuestos	Criterios de secuenciación	Actividades de enseñanza	Papel del profesor	Papel del alumno
			problemas		
Modelos	Independencia o integración jerárquica Constructivismo	Los contenidos disciplinares como medio para acceder a las estructuras conceptuales y modelos	Enseñanza mediante explicación y contrastación de modelos	Proporciona conocimientos, explica y guía la contrastación de modelos	Diferencia e integra los distintos tipos de conocimientos y modelos

Teniendo en cuenta las anteriores descripciones hechas por Pozo y Gómez Crespo (1998), a continuación se explica cada modelo teniendo en cuenta el papel del profesor, del estudiante y su concepción de ciencia.

2.2.1. Enseñanza Tradicional

Este modelo de enseñanza es una formación exclusivamente disciplinar, donde el profesor presenta un escaso bagaje didáctico previo a la propia experiencia docente (Campanario & Moya, 1999) e imparte conocimientos verbales ya elaborados en los que priman la lógica de las disciplinas científicas y el estudiante es el consumidor que no le cabe otra opción que aceptarlos como parte de una realidad imperceptible y por ende, sin diferenciar entre hechos y modelos.

Dentro de la enseñanza tradicional se hace énfasis en la teoría donde los conocimientos suelen presentarse como saberes acabados y establecidos que son trasladados a los estudiantes bajo una visión estática y absoluta del saber científico (Pozo y Gómez 1998). Las clases se basan en exposiciones del profesor acompañadas con algunos ejercicios o demostraciones que sirven para ilustrar las explicaciones.

Desde esta perspectiva el estudiante es una “tabula rasa” que debe estar presto a las orientaciones dadas por el docente quien es el poseedor del conocimiento absoluto,

de tal manera que el estudiante debe memorizar los contenidos proporcionados con el fin de garantizar un aprendizaje.

2.2.2. Enseñanza por Descubrimiento

Se basa en la transmisión de la actividad científica (conocimientos científicos) a partir de experiencias propias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos mediante la propia metodología científica. Se siguen habitualmente sistemas de guías para orientar la actividad de los estudiantes que se basan rigurosamente en la ejecución del método científico.

El énfasis de esta corriente se basa en la práctica, orientado a través de la enseñanza en experiencias que permitan a los estudiantes investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos. Desde este enfoque los productos de la ciencia son una consecuencia directa del diálogo entre el método y la naturaleza, partiendo de que la ejecución de los experimentos proporciona al estudiante lo fundamental de la materia.

Esta propuesta se basa en un trabajo experimental y autónomo de los estudiantes, dando prioridad a los procesos de la ciencia sobre los contenidos (Gil, 1993). Además, este modelo corresponde a una visión inductivista de la ciencia por lo cual surge una falta de atención a los contenidos bajo la creencia de que estos carecen de importancia frente al método.

2.2.3. Enseñanza Expositiva

Parte del criterio de fomentar la comprensión o el alcance de un aprendizaje significativo, a través de la mejora en la eficacia de las exposiciones considerando no solo la lógica de las disciplinas sino la lógica de los alumnos. En este modelo se enfatiza en la teoría y la idea es lograr que los estudiantes asuman como propios los significados científicos, esto a través de un acercamiento progresivo de las ideas de los

estudiantes a los conceptos científicos haciendo necesaria la explicitación de las relaciones entre los conocimientos previos y la nueva información.

Además se orienta al estudio de las jerarquías de los conceptos a introducir y a la elaboración de mapas conceptuales (Moreira y Novak, 1988) para presentar ordenadamente los conocimientos, de forma que puedan integrarse significativamente, es decir, de forma no arbitraria, sustancial e intencionada en las estructuras conceptuales de los estudiantes.

2.2.4. Enseñanza mediante el conflicto cognitivo

Al interior del modelo de enseñanza mediante el conflicto cognitivo se parte de las concepciones alternativas para confrontarlas con situaciones conflictivas con el fin de lograr un cambio conceptual evidenciado por la sustitución de las anteriores teorías por otras más potentes y próximas al conocimiento científico; desde esta perspectiva el énfasis es en la teoría entendiendo el logro del conocimiento como la sustitución de las concepciones iniciales por otras teorías más próximas al conocimiento científico (Alonso, 2015)

La idea básica de este modelo es el cambio conceptual a través de la sustitución de los conocimientos previos de los estudiantes, actividad que se produce como consecuencia de someter esos conocimientos a un conflicto de naturaleza empírica o teórica que obligue a su abandono en beneficio de una teoría más explicativa (Pozo y Gómez, 1998).

2.2.5. Enseñanza mediante Investigación Dirigida

Pretende un cambio, no solo conceptual sino metodológico y actitudinal situando al estudiante en actividades similares a las que vive un científico bajo la atenta dirección del profesor quien actúa como director de investigaciones diferenciándose de la enseñanza por descubrimiento al tener en cuenta nuevos planteamientos

epistemológicos y didácticos que se alejan de ciertas creencias inductivistas típicas al modelo por descubrimiento.

Se fomenta el aprendizaje autorregulado, donde no se espera que el estudiante descubra por sí mismo los conocimientos científicos, sino que la selección y sucesión de problemas le oriente para que aprenda, a partir de fuentes diversas, los contenidos que se estiman relevantes en una disciplina dada. Dado que el alumno debe movilizar constantemente sus conocimientos y que existe una interrelación continua entre teoría y aplicación práctica, el aprendizaje basado en problemas puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales (Pozo y Gómez, 1998).

2.2.6. Enseñanza por explicación y contrastación de modelos

En este modelo el estudiante no tiene por seguir los pasos de los científicos ni llegar al conocimiento por la misma vía (modelos por descubrimiento e investigación dirigida) sino que debe reconstruir e integrar los valores, métodos y sistemas conceptuales producidos por la ciencia con la ayuda pedagógica del profesor quien, mediante sus explicaciones, hace comprensible y contrastable dichos conocimientos.

El papel de la enseñanza se fundamenta en la explicación de modelos alternativos, creando diversos escenarios explicativos para hacer dialogar a los diversos modelos e interpretaciones posibles de los fenómenos estudiados contrastándolos entre sí y reescribiendo unos en otros.

Esta postura no está de acuerdo en que los estudiantes deban llegar a los conocimientos de la misma manera en que lo hicieron los científicos, entre otras cosas, porque el contexto no es el mismo y los problemas y objetivos de aprendizaje a los que se enfrentan los estudiantes son diferentes a los que en su momento se enfrentaron los científicos al desarrollar sus teorías.

En tal sentido los estudiantes deben “reconstruir e integrar los valores, los métodos y los sistemas conceptuales producidos por la ciencia con la ayuda pedagógica de su

profesor que debe, mediante sus explicaciones, hacer comprensibles y contrastables esos conocimientos” (Pozo y Gómez, 1998)

Es importante destacar que los enfoques para la enseñanza de las ciencias se basan en los supuestos epistemológicos y la concepción de aprendizaje (Pozo y Gómez, 1998); en tal sentido la teoría y la práctica son subyacentes al enfoque y a las metas que este se propone. A continuación se presentan los enfoques más reconocidos para la enseñanza de las ciencias y la visión de la relación teoría-práctica al interior de los mismos.

Finalmente es importante recalcar la necesidad de que los estudiantes aprendan flexible y eficazmente, que sus conocimientos les permitan articular el saber qué y el saber cómo, y para ello deben adoptar y poner en escena unos procedimientos que les permitan efectivamente resolver problemas y aplicar los nuevos conocimientos aprendidos en diversidad de situaciones. De esta manera, es preciso aprender no solo contenidos conceptuales, sino también aprender a predisponerse ante el mundo y ante la sociedad y aprender a desarrollar capacidades científicas, lo cual implica el aprendizaje de contenidos actitudinales y de contenidos procedimentales. Así mismo es necesario considerar explícitamente la integración entre teoría y práctica como aspectos indisolubles en la enseñanza de las ciencias (Mosquera, 2011).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

El acto de educar constituye uno de los principales objetos de investigación social, ¿cómo se aprende?, ¿cómo debe enseñarse?, ¿cómo influye el tipo de población objeto del proceso educativo, en el mismo?, entre otras; son las cuestiones que inquietan a quienes se dedican a estudiar fenómenos educativos.

Para resolver este tipo de preguntas se han implementado diferentes enfoques de investigación con perspectivas epistemológicas que van desde corrientes positivistas hasta interpretativas. En un principio eran más comunes enfoques de corte positivista los cuales en cierta manera utilizaban métodos de las ciencias naturales y exactas para hacer inferencia en los procesos de educación desarrollados al interior de las aulas.

Por una parte, a la luz de la investigación positivista, se trataba el acto de educar como los objetos de estudio de la física, la química o la biología; pretendiendo que los estudiantes y profesores bajo ciertas condiciones (aulas, edades, clase social, currículo, etc.) de educación obtuvieran los mismos resultados en diferentes investigaciones que generalmente hacían uso de pruebas de conocimiento generalizadas sin importar el contexto.

Por otra parte, se implementa el enfoque interpretativo de investigación en educación, el cual se constituye de diferentes métodos de investigación observacional los cuales permiten un mejor análisis de los casos específicos objeto de estudio. Esta perspectiva cubre los enfoques conocidos como etnográfico, cualitativo, observacional participativo, estudio de casos, interaccionista simbólico, fenomenológico, constructivista e interpretativo; los cuales han demostrado una mayor eficacia en el estudio de fenómenos educativos.

La aplicación de metodologías de investigación interpretativa permite realizar un análisis a profundidad de los actores que intervienen en el proceso educacional, así

como la influencia del contexto, entiéndase cultura, política, religión, raza, entre otros; permitiendo una mayor conciencia de lo que realmente ocurre en el aula.

Igualmente, en los enfoques interpretativos de la investigación sobre la enseñanza, el significado es primordial ya que se refiere a cuestiones de contenido, más que de procedimiento. El interés interpretativo lleva al investigador a buscar métodos que resulten apropiados para el estudio del contenido, permitiendo así una mayor inferencia en lo que es en realidad el proceso de educación.

Finalmente, las preguntas centrales de la investigación interpretativa se refieren a aspectos relativos a opciones y significados humanos y, en ese sentido, atañen a la mejora de la práctica educacional. “El programa de la investigación interpretativa implica someter a un examen crítico toda suposición acerca del significado, en todo lugar, incluyendo las suposiciones sobre las metas deseables y las definiciones de la eficacia en la enseñanza” (Erickson, 1989).

En tal sentido, para el desarrollo de esta investigación se elige el enfoque interpretativo con el fin de analizar las realidades del proceso de enseñanza – aprendizaje desarrollado al interior de la aula de dos profesores de fisicoquímica en educación superior; esta interpretación se realiza a través del estudio de los casos cuya metodología se describe a continuación.

3.1. Enfoque por estudio de casos.

Con un estudio de casos, se espera abarcar la complejidad de un caso particular. El caso es algo específico, algo complejo, algo en funcionamiento. Los casos de interés en la educación y en los servicios sociales, generalmente son personas o programas que pueden asemejarse entre sí o ser únicos. El interés en un estudio de caso, es aprender como funcionan y dejar de lado muchas presunciones. Un caso puede ser un profesor o un estudiante pero la forma como uno enseña y el otro aprende, no puede considerarse como un caso ya que son cuestiones generales no específicas y el caso

debe ser algo específico, complejo, en funcionamiento. Stake (1999) acostumbra usar la letra griega *teta* (Θ) como símbolo de un caso.

Un estudio de casos puede ser un *estudio intrínseco de casos* cuando no puede seleccionarse sino que se obliga a tomarla como caso de estudio y no hay interés por aprender sobre otros casos o sobre algún problema en general o ser un *estudio instrumental de casos* cuando debe investigarse una necesidad de comprensión general que se entenderá a través del estudio de un caso o ser un *estudio colectivo de casos* cuando desee estudiarse una generalidad requiriéndose que exista una buena coordinación entre cada uno de los estudios individuales. La distinción que debe hacerse entre cada uno de los diferentes estudios de casos radica en la diferente metodología que debe usarse para cada uno. (Stake, 1999)

Esta metodología se eligió puesto que cada docente se constituye en sus particularidades y el proceso de enseñanza – aprendizaje desarrollado por el mismo obedece a casos específicos que es necesario estudiar de manera individual.

3.2. Selección de casos.

Un estudio de caso no es representativo de todos los casos y por lo tanto, no debe esperarse la comprensión de los demás casos a partir del estudio de un solo caso; el fin primordial, es la comprensión del caso en sí. Por lo tanto, uno de los criterios para la selección de los casos debe ser la mayor cantidad de conclusiones que puedan obtenerse, la facilidad de su abordaje, la acogida de sus indagaciones y más que las características comunes entre casos, se recomienda buscar equilibrio y variedad.

Por lo anterior y con el fin de realizar un acercamiento a las particularidades del proceso de enseñanza de la fisicoquímica desarrollado por los docentes en la

educación superior y por la disponibilidad de los mismos, se eligieron los casos contemplados en este trabajo.

3.3. La entrevista como instrumento de investigación.

Es un instrumento técnico que puede adoptar a forma de un diálogo coloquial o de entrevista semiestructurada. La entrevista permite conocer al interlocutor a partir de la observación de los movimientos, la audición de la voz, la comunicación no verbal y verbal la cual que permite aclarar términos, descubrir ambigüedades, definir problemas, orientar hacia una perspectiva, evidenciar la irracionalidad de una proposición, ofrecer criterios de juicio o recordar hechos necesarios así como motivarlo, aumentar su interés y colaboración, reconocer sus logros, reducir los formalismos, estimular la memoria, aminorar la confusión, ayudar a explorar, reconocer y aceptar as propias vivencias (Martínez M., 1999).

Un caso no será interpretado de la misma forma por diferentes personas pero es esto precisamente lo que lo hace interesante para la investigación cualitativa y la entrevista, es una de las principales fuentes para llegar a estas realidades múltiples (Stake, 1999). Es clave tener en cuenta la diferencia entre la interpretación de una entrevista y la observación de campo. La entrevista estará influenciada por el punto de vista del entrevistado y el entrevistador, la observación de campo toma tiempo y la entrevista facilita y se espera, muestre, lo que otros han observado.

La entrevista semiestructurada utilizada en esta investigación se realizó como último momento de la recolección de datos y obedece a criterios de validación por expertos y se planteó en torno a las categorías de análisis planteada a la luz de los modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias caracterizados en el marco conceptual.

3.4. Revisión de documentos

Informes como planes de mejoramiento, pruebas de resultados, informes anuales, recortes de periódico y cualquier otro documento útil previamente valorado en el que se pueden encontrar frecuencias o contingencias, pueden llegar a constituirse en bases de datos o mediciones claves para el caso y servir como sustituto de registro de actividades que no pueden ser observadas directamente.

En esta investigación el documento principal analizado lo constituye los programas analíticos de la asignatura de fisicoquímica desarrollado por cada uno de los profesores en las instituciones de educación superior.

3.5. Diarios de campo

Este instrumento permite una mirada desde la perspectiva del investigador para la realidad observada, en el caso del profesor 1, debido a que solo utiliza una variedad de clase, se le realiza una única observación mientras que el profesor 2 manifestó al investigador el uso de tres diferentes variedades de clase, una de ellas consistente en el desarrollo de un taller por parte de los estudiantes, por lo que se le realizaron dos observaciones lo cual se evidencia en las transcripciones de clase de cada uno de los docentes.

3.6. Análisis e interpretación de datos

Darle sentido a las cosas no requiere de un tiempo determinado sino, esencialmente, poner aparte las cosas y poder correlacionarlas. Según Stake (1999), este análisis e interpretación de datos, puede hacerse a través de una *suma categórica o interpretación directa, correspondencia y modelos y generalizaciones naturalistas*

Para lograr los objetivos propuestos se estudió la asignatura de fisicoquímica que actualmente se desarrolla en las carreras de licenciatura en química e ingeniería química en dos universidades públicas del país, el trabajo se llevó a cabo con dos

profesores de las asignaturas mencionadas, quienes proporcionaron el syllabus (programa académico) de la asignatura, además permitieron la asistencia de los investigadores para desarrollar un diario de campo y finalmente respondieron una entrevista semiestructurada respecto a su trabajo en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Inicialmente, se analizó información sobre el campo de los modelos de enseñanza vistos desde perspectivas didácticas; con el fin de plantear categorías de análisis (Ver tabla 2) que incluyan las maneras en que se desarrolla el proceso de enseñanza aprendizaje y el papel de los profesores dentro del mismo, estas categorías constituyeron la orientación para el análisis de los instrumentos recogidos durante la investigación.

Tabla 2. Categorías de Análisis con base en Modelos de Enseñanza

Categoría de análisis	Descripción	Indicador
Enseñanza tradicional	• La lógica de la disciplina son los conjuntos de hechos • Transmisión y suministro verbal de conocimientos ya elaborados • Formación docente exclusivamente disciplinar con escaso bagaje didáctico • El estudiante recibe los conocimientos y los reproduce sin diferenciar entre hechos y modelos	• Ambiente de comunicación: Énfasis en la transmisión verbal para presentar los contenidos. • Naturaleza de los contenidos: Énfasis en el tratamiento, casi exclusivo, de contenidos conceptuales • Relaciones Teoría – Práctica: En caso de uso de contenidos procedimentales, estos se tratan como modo para corroborar los contenidos conceptuales • Evaluación: Se centra en la corroboración de los contenidos asimilados por el estudiante.
Enseñanza por descubrimiento	• Transmisión de actividad científica a partir de experiencias propias que permiten al estudiante investigar y reconstruir el conocimiento. • Es habitual el uso de guías orientadoras de las actividades estudiantiles. • La lógica de la disciplina es la metodología científica. • El profesor dirige la investigación. • El estudiante investiga y busca sus propias respuestas.	• Ambiente de comunicación: Énfasis en la transmisión verbal para aclarar las dudas de los estudiantes. • Naturaleza de los contenidos: Énfasis en el tratamiento de ejercicios de lápiz y papel y de algunos contenidos conceptuales • Relaciones Teoría – Práctica: En caso de uso de contenidos procedimentales, estos se tratan como modo para corroborar los contenidos conceptuales • Evaluación: Se centra en la verificación del éxito de los estudiantes en la solución de los ejercicios de lápiz y papel.

Categoría de análisis	Descripción	Indicador
Enseñanza expositiva	• El logro de la comprensión o aprendizaje significativo se basa en la eficacia de las exposiciones. • La lógica de la disciplina y los alumnos es la exposición. • La presentación de los conocimientos es verbal.	• Ambiente de comunicación: Énfasis en la explicación verbal de contenidos conceptuales y procedimentales. • Naturaleza de los contenidos: Presentación de contenidos conceptuales y procedimentales. • Relaciones Teoría – Práctica: Los contenidos procedimentales, procuran abordarse como alternativa para contrastar los contenidos conceptuales. • Evaluación: Se hace énfasis en el aprendizaje significativo de conceptos.
Enseñanza por conflicto cognitivo	• Se tienen en cuenta las concepciones alternativas, ideas previas o errores conceptuales del estudiante las cuales se confrontan conflictivamente para lograr cambios conceptuales. • Las actividades de aula se centran en la activación y cambio de los conocimientos previos. • El estudiante, activa sus conocimientos y construye otros nuevos.	• Ambiente de comunicación: Énfasis en la identificación de ideas previas y en actividades que procuran hacerlas entrar en contradicción. • Naturaleza de los contenidos: Énfasis en el desarrollo de contenidos conceptuales y procedimentales productos de cambios en los conceptos y en las prácticas de los estudiantes. • Relaciones Teoría – Práctica: Se plantea el trabajo experimental como medio para valorar los cambios conceptuales conseguidos • Evaluación: Se centra en la identificación de los cambios conceptuales y procedimentales alcanzados por los estudiantes.
Enseñanza por	• La lógica de la disciplina es la solución de problemas.	• Ambiente de comunicación: Énfasis en el tratamiento de situaciones problema como objetos de estudio.

Categoría de análisis	Descripción	Indicador
investigación	• Se enseña mediante el planteamiento y resolución guiada de problemas. • Se busca un cambio conceptual, metodológico y actitudinal con actividades típicas del científico bajo la dirección del profesor como director de investigaciones. • El estudiante construye su conocimiento a partir de la investigación.	• Naturaleza de los contenidos: Construcción de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales a partir de investigaciones en el aula. • Relaciones Teoría – Práctica: Los contenidos conceptuales y procedimentales se promueven gracias al desarrollo de contenidos actitudinales donde la investigación en el aula es permanente y compleja. En ocasiones los contenidos conceptuales orientan contenidos procedimentales; en ocasiones los resultados de contenidos procedimentales favorecen la discusión, análisis, profundización y explicitación de contenidos conceptuales así como la revisión de la coherencia interna de los contenidos procedimentales. • Evaluación: Se centra en el desarrollo de cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales.
Enseñanza por explicación y contrastación de modelos	• Se proporcionan conocimientos, se explican y se guía la contrastación de modelos. • Los contenidos disciplinares son usados para la conceptualización y modelización. • El estudiante integra, reconstruye y	• Ambiente de comunicación: Énfasis en el tratamiento de situaciones problema como objetos de estudio abordados desde diferentes perspectivas (no solo desde un punto de vista científico) • Naturaleza de los contenidos: Construcción de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales a partir de investigaciones en el aula donde se contrastan diversas

Categoría de análisis	Descripción	Indicador
	contrasta valores, métodos y conceptos de la ciencia guiado por el profesor.	perspectivas científicas con otras como las del sentido común • Relaciones Teoría – Práctica: Los contenidos conceptuales y procedimentales se promueven gracias al desarrollo de contenidos actitudinales donde la investigación en el aula es permanente y compleja. En ocasiones los contenidos conceptuales orientan contenidos procedimentales; en ocasiones los resultados de contenidos procedimentales favorecen la discusión, análisis, profundización y explicitación de contenidos conceptuales así como la revisión de la coherencia interna de los contenidos procedimentales. Los contenidos abordados se analizan desde diferentes modelos teóricos, creencias y representaciones del mundo. • Evaluación: Se centra en el desarrollo de cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales logrados por los estudiantes pero hace énfasis en el análisis y la discusión de los objetos de estudio abordados desde diferentes perspectivas.

Con base en las categorías planteadas se realizó el análisis de las entrevistas, los programas de cada asignatura y los diarios de campo de las clases de cada profesor, con el fin de determinar las dinámicas del ejercicio docente y el modelo o modelos de enseñanza que utiliza para el desarrollo de la fisicoquímica.

En el siguiente capítulo se presentan los resultados y análisis de la investigación.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados del proceso de investigación; en la tabla 3 se plantea el análisis documental del syllabus de la asignatura realizado a la luz de las categorías planteadas, además del análisis de los diarios de campo y de la entrevista, todo esto para el caso 1, posteriormente se trabaja la triangulación de estos instrumentos donde se realizan inferencias respecto a las implicaciones didácticas de la aplicación de los diferentes modelos en la enseñanza de la fisicoquímica.

Para el caso 2 se presentan los respectivos análisis en la tabla 4 seguida de la triangulación de los instrumentos.

4.1. El Caso del Profesor 1

Se realizó un análisis descriptivo del programa de formación teniendo en cuenta las categorías orientadoras de la investigación; en la tabla 3 se presenta el la categoría y/o el indicador (ver tabla 2), los instrumentos analizados y la observación respecto a la cada uno de ellos.

Tabla 3. Análisis de Instrumentos Caso del Profesor 1

Categoría de análisis	Clases Caso 1	Syllabus Caso 1	Entrevista
Enseñanza tradicional	Desarrollo de las clases con presentación de conceptos establecidos en los textos.	El abordaje dado a los contenidos conceptuales no evidencia que los mismos se contemplen desde una postura tradicional.	El profesor menciona que la metodología es primero ver los marcos conceptuales para poder corroborarlos en las practicas de laboratorio
Enseñanza por descubrimiento	Realización de trabajos prácticos experimentales no propios sin metodología científica, bajo la dirección del profesor algunas de	Se plantean como estrategias de enseñanza la solución a problemas a partir de la investigación teórica, generación de hipótesis, establecimiento de variables y parámetros, planteamiento de diseños	Para la organización de las practicas los estudiantes deben consultar los temas de laboratorio y no utilizan guías lo que permite que deban realizar

Categoría de análisis	Clases Caso 1	Syllabus Caso 1	Entrevista
	ellos con guías y en los cuales, los estudiantes investigan y concluyen.	experimentales, obtención de datos relacionados así como del análisis de los resultados y obtención de conclusiones.	procedimientos seguidos por su instinto.
Enseñanza expositiva	En la clase el profesor se desenvuelve de manera expositiva al desarrollar los ejercicios, en ocasiones sin tener en cuenta las preguntas de los estudiantes sino resolviendo él mismo las cuestiones planteadas	En la descripción metodológica del programa no se mencionan actividades que impliquen enseñanza expositiva por parte del docente.	El profesor menciona que para comunicarse con los estudiantes los cuestiona en torno a sus explicaciones previas lo que implica que él mismo desarrolla sus clases a través de la enseñanza expositiva.
Enseñanza por conflicto cognitivo	No se encuentra relación con este indicador	El syllabus plantea estrategias de enseñanza -aprendizaje basadas en el constructivismo como la elaboración de mapas conceptuales, lecturas en contexto tanto histórico como actual en las que se tiene cuenta lo social y el medio en el que se desarrolla la ciencia.	El profesor realiza cuestionamientos que se enmarcan en actividades de aplicación de la fisicoquímica en diferentes contextos sin embargo no menciona realizar una caracterización previa de las ideas de los estudiantes en torno a estos temas.
Enseñanza por investigación	Resolución de problemas basados en la teoría vista de forma guiada y participativa pero sin explicitación de actividades típicas del científico ni construcción de conocimiento a partir de la investigación.	Programa académico específico en su distribución de horas acorde a la modalidad por créditos y en el que se presentan las finalidades de formación y en el que los temas, tanto teóricos como procedimentales a seguir, están presentados de acuerdo a núcleos problémicos, contenidos conceptuales, actitudinales y competencias a través de estrategias de aprendizaje constructivistas en las que se plantea la solución a problemas a partir de la investigación teórica, generación de hipótesis,	El profesor menciona la asignación de algún material de tipo textual para ser leído por los estudiantes previo a las clases en torno al actual, posteriormente realiza una clase magistral lo que en ningún sentido evidencia el uso de esta metodología.

Categoría de análisis	Clases Caso 1	Syllabus Caso 1	Entrevista
		establecimiento de variables y parámetros, planteamiento de diseños experimentales, obtención de datos relacionados así como del análisis de los resultados y obtención de conclusiones.	
Enseñanza por explicación y contrastación de modelos	Se explican algunas situaciones problemáticas resueltas por diferentes vías con la participación de los estudiantes quienes realizan los cálculos y responden cuando el profesor les pregunta por los resultados.	En el Syllabus no se evidencia como estrategia metodológica la enseñanza por contrastación de modelos.	En la entrevista no se evidencia como estrategia metodológica la enseñanza por contrastación de modelos.

Respecto a la información recogida a través de los instrumentos para el caso del profesor 1, es posible inferir que el docente desarrolla sus clases de manera intuitiva es decir sin orientarse respecto a determinado modelo de enseñanza, en tal sentido se apoya en metodologías híbridas de enseñanza tradicional, enseñanza por descubrimiento y enseñanza expositiva.

Lo anterior indica que el docente no ha desarrollado concienzudamente alguna metodología de enseñanza desde perspectivas contemporáneas que ayude a sus estudiantes a llegar a desarrollar procesos de evolución conceptual.

4.2. El caso del profesor 2

A los datos obtenidos a través de los instrumentos para el caso del profesor 2 se les realizó un análisis a la luz de las categorías planteadas en la metodología, en la tabla 4 se muestran las observaciones respecto a los datos tomados y

posteriormente se hace la triangulación de los instrumentos con el fin de determinar el modelo o modelos mayormente utilizados en el desarrollo de las clases de el profesor.

Tabla 4. Análisis de Instrumentos Caso del Profesor 2

Categoría de análisis	Clases Caso 2	Syllabus Caso 2	Entrevista
Enseñanza tradicional	Desarrollo de las clases con presentación de conceptos. Los conceptos ya están establecidos en los textos. Exposiciones hechas por los estudiantes quienes presentan un caso práctico relacionado con el tema central de la asignatura y son cuestionados por el profesor en el transcurso de la misma. Con repetidas preguntas hacia los estudiantes quienes algunas veces responden en forma acertada, no acertada o “entre dientes”, sus respuestas son algunas veces escuchadas o cuestionadas por el profesor pero otras veces no, respondiéndolas él mismo.	Presentación de la misión y visión del programa, objetivos generales y específicos y presentación de los temas a ver con el establecimiento de prerrequisitos para cursar la asignatura.	El profesor menciona diferentes estrategias metodológicas entre ellas las clases magistrales lo que en un momento determinado puede significar el abordaje de los contenidos de manera tradicional.
Enseñanza por descubrimiento	Desarrollo de las clases con presentación de conceptos establecidos en los textos en las que se hacen repetidas preguntas a los estudiantes quienes algunas veces responden en forma acertada, no acertada o “entre dientes” y sus respuestas son algunas veces escuchadas o cuestionadas por el profesor pero otras veces no,	Se contempla como estrategias de enseñanza, la construcción de dispositivos de laboratorio que le permitan al estudiante ver la relación existente entre los procedimientos, los materiales y los	Se menciona que el seminario orientado por el profesor es una base teórica para abordar posteriormente la parte práctica en otra asignatura de tal manera que los estudiantes no realizan experiencias que les permitan

Categoría de análisis	Clases Caso 2	Syllabus Caso 2	Entrevista
	respondiéndolas el profesor. En varios momentos durante la clase y al terminar, los estudiantes hacen preguntas al profesor, las cuales son respondidas. En otra clase, se desarrollan talleres en los que se les plantea un problema, en lo posible, asociado o contextualizado con un proceso químico o físico para que lo resuelvan por grupos planteando un procedimiento de solución. Hay guía del profesor pero las preguntas son respondidas con otra pregunta. Exposiciones hechas por los estudiantes quienes presentan un caso práctico relacionado con el tema central de la asignatura y son cuestionados por el profesor en el transcurso de la misma. Desarrollo de talleres en los que se plantea un problema, en lo posible, asociado o contextualizado con un proceso químico o físico para que lo resuelvan por grupos planteando un procedimiento de solución. Hay guía del profesor pero las preguntas son respondidas con otra pregunta.	modelos de lo fenómeno.	desarrollar conocimientos a través del aprendizaje por descubrimiento.
Enseñanza expositiva	En algunas clases, los estudiantes presentan un caso práctico relacionado con el tema central de la	En el syllabus no se menciona la metodología lo cual impide hacer	El profesor utiliza la metodología expositiva a través de clases

Categoría de análisis	Clases Caso 2	Syllabus Caso 2	Entrevista
	asignatura y son cuestionados por el profesor en el transcurso de la misma. Los contenidos presentados por los estudiantes en las exposiciones están relacionados con el tema central de la clase ocurridos en un proceso de la vida real en la industria química y el estudiante muestra como determina las condiciones de los equilibrios de proceso con base a la información real. En las exposiciones se contrastan los contenidos conceptuales del equilibrio de fases contra su aplicación en un proceso real. Durante la exposición, el profesor cuestiona y evalúa los cálculos hechos por los estudiantes para establecer los equilibrios de fase.	inferencias respecto a esta categoría.	magistrales.
Enseñanza por conflicto cognitivo	En ningún caso se aprecia que el profesor indague por las ideas previas que tengan los estudiantes ni su contrastación para hacerlos entrar en contradicción. No se evidencia el desarrollo de contenidos conceptuales y procedimentales con base en los cambios que haya en conceptos y procedimientos. El curso no contempla el desarrollo de trabajo práctico experimental (TPE) El tipo de evaluación no contempla la identificación	En el syllabus no se menciona la metodología lo cual impide hacer inferencias respecto a esta categoría.	El profesor plantea el uso de cuestionamientos que permitan a los estudiantes desarrollar por su cuenta el conocimiento, procurando la autonomía de sus estudiantes.

Categoría de análisis	Clases Caso 2	Syllabus Caso 2	Entrevista
	de cambios conceptuales.		
Enseñanza por investigación	Desarrollo de talleres en los que se les plantea un problema, en lo posible, asociado o contextualizado con un proceso químico o físico para que lo resuelvan por grupos planteando un procedimiento de solución. Las investigaciones, fuera del aula, no son para la construcción de contenidos conceptuales ni procedimentales sino para su contrastación con los contenidos transmitidos verbalmente por el profesor. La investigación en el aula no es permanente sino limitada a la contrastación de los conceptos vistos en clase con la realidad de un proceso industrial. No se evalúan el cambio conceptual, actitudinal ni procedimental.	En el syllabus no se menciona la metodología lo cual impide hacer inferencias respecto a esta categoría.	No esta de acuerdo con el acompañamiento o dirección del proceso de aprendizaje por parte de los profesores ya que piensa que esto no contribuye al desarrollo de la autonomía de los estudiantes.
Enseñanza por explicación y contrastación de modelos	Desarrollo de talleres en los que se les plantea un problema, en lo posible, asociado o contextualizado con un proceso químico o físico para que lo resuelvan por grupos planteando un procedimiento de solución. No hay construcción de contenidos conceptuales, procedimentales ni actitudinales a partir de la contrastación con diversas	En el syllabus no se menciona la metodología lo cual impide hacer inferencias respecto a esta categoría.	En la entrevista no se evidencia como estrategia metodológica la enseñanza por contrastación de modelos.

Categoría de análisis	Clases Caso 2	Syllabus Caso 2	Entrevista
	perspectivas científicas o del sentido común. Se promueve la contrastación de los temas vistos en clase con lo que sucede en un proceso industrial pero no a través de una investigación permanente ni a través del análisis de diferentes modelos teóricos, creencias y representaciones del mundo. Hay guía del profesor pero las preguntas son respondidas con otra pregunta pero no se evalúan cambios conceptuales, actitudinales ni procedimentales.		

Con base en los resultados obtenidos a través del análisis de los instrumentos es posible decir que el docente orienta sus clases primordialmente a través de la enseñanza por descubrimiento, ya que los estudiantes deben desarrollar de manera autónoma los conceptos objeto del proceso de formación, él se plantea un papel de acompañamiento que en todo momento procura el trabajo autorregulatorio por parte de los estudiantes.

Finalmente se resalta que las concepciones y prácticas en enseñanza de las ciencias así como sus implicaciones en el aprendizaje, en los casos de ambos profesores han carecido de marcos conceptuales sólidos que explícitamente orienten los fundamentos de los diseñadores de currículos y el trabajo en las clases. Podría pensarse que esto se debe a que definitivamente la enseñanza de las ciencias es una labor empírica, cotidiana, regida más por la impregnación ambiental, donde el profesor resulta enseñando ciencias de la manera como

siempre se ha hecho, olvidando la fundamentación disciplinar sustentada en esquemas conceptuales que abordan la problemática asociada a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias; es decir, se supondría que la enseñanza de las ciencias no es una actividad teórica disciplinar (Mosquera 2000).

Sin duda esta situación conlleva a que los estudiantes tengan deficiencias en lograr encontrar una relación entre los diferentes conocimientos, evitando que se quede con únicamente las explicaciones de conceptos a conceptos sin estar usando una articulación adecuada entre los diferentes contenidos a situaciones de su vida cotidiana, lo que llevaría a desarrollar una evolución conceptual.

Lo anterior permitiría el desarrollo de las capacidades metacognitivas mejorando las capacidades de observación, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias e hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos, y obtención de conclusiones. A través de una orientación para que el estudiante formule determinadas predicciones que le ayuden a completar la información de que dispone y, como paso final, debe comprobar que las inferencias eran apropiadas.

Otra forma consiste en el empleo de actividades que siguen el esquema predecir- observar - explicar donde el profesor debe hacer explícitas las relaciones entre las ideas previas de los alumnos y las teorías que permiten explicar adecuadamente las observaciones realizadas durante las experiencias. El uso de mapas conceptuales y los diagramas UVE sirven para este objetivo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Plantear indicadores de análisis con base en diferentes enfoques de enseñanza, permite identificar las principales características de los modelos de enseñanza de las ciencias, lo que ayuda a determinar el papel del profesor, del estudiante y de los conocimientos desde cada una de las perspectivas de enseñanza contemporáneas. En este trabajo se realizó una caracterización respecto a la enseñanza tradicional, la enseñanza por descubrimiento, la enseñanza mediante conflicto cognitivo, la enseñanza expositiva y finalmente la enseñanza por contrastación de modelos.

Al interior de cada uno de los modelos mencionados se pudo determinar que las posturas respecto a la naturaleza de las ciencias son diferentes en cada caso y que estas posturas de una u otra manera orientan la labor docente facilitando o dificultando el proceso de enseñanza de las ciencias.

Para el caso de la fisicoquímica la mayoría de modelos utilizados por los profesores se plantean bajo una perspectiva en que la ciencia es el único conocimiento válido, lo que implica una visión positivista.

Es así como la asignatura de fisicoquímica, para ambos casos, está planteada desde una perspectiva primordialmente enfocada en conocimientos teóricos, además los estudiantes que acceden a la asignatura no necesariamente cumplen con unos mínimos de conocimiento requeridos, lo que dificulta la consecución de los objetivos de formación planteados, esto conlleva a que el proceso de enseñanza presente algunas dificultades.

CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES

Con los resultados de este trabajo, el observar los enfoques de enseñanza-aprendizaje a través de diferentes modelos de enseñanza de las ciencias, conlleva recomendar el diseño y desarrollo de programas de formación tanto de docentes como docentes en formación que contribuyan a desarrollar en los estudiantes, actitudes y habilidades ligadas a su formación como docentes investigadores y en los profesores, procesos de actualización en investigación en educación y en el diseño de estrategias didácticas para la enseñanza, particularmente de la fisicoquímica, por ser el primordial interés de este trabajo de tal forma que haya un distanciamiento de las posturas tradicionales positivistas.

Así mismo, se recomienda el desarrollo de trabajos de investigación sobre el uso de actuales propuestas de modelos de enseñanza de las ciencias en nuevas líneas de investigación en didáctica como la teoría de los modelos mentales propuesto por Johnson-Laird y el razonamiento basado en modelos propuesto por Nancy Nersessian, de tal forma que se contribuya al aprendizaje significativo en los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera P., E. (2012). *Los estilos de enseñanza, una necesidad para la atención de los estilos de aprendizaje en la educación universitaria*. Revista Estilos de Aprendizaje. No. 10. Vol. 10. Cuba.
- Alonso M., M. X. (2015). *El currículo de formación de técnicos en análisis de muestras químicas. Relaciones entre la teoría y la práctica*. (Tesis Maestría: Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Colombia
- Baldwin, M.E. (2010). *Reflections on implementing several models of teaching in high school biology class*. (Tesis doctoral: University of Houston). United States
- Besson, U. Teaching about thermal phenomena and thermodynamics: The contribution of the history and philosophy of science. En M.R. Matthews (Ed.) International handbook of research in history, philosophy and science teaching. (pp. 245-283). Springer Netherlands.
- Buckley, P.; Jolley, K.; Watson, I. (1997) *Projects in the Physical Chemistry Laboratory: Letting the Students Choose*. Journal of Chemical Education. Vol. 74 N° 5 pp. 549-551. Washington.
- Budil, D.; Khundkar, L.; Shehadi, I.; Ondrechen, M. (1999) *Introducing a Practice-Oriented Approach in the Physical Chemistry Instructional Laboratory*. Journal of Chemical Education. Vol. 76 N° 5 pp. 601-602. Washington
- Butera, R.; Waldeck, D. (2000) *An EPR Experiment for the Undergraduate Physical Chemistry Laboratory*. Journal of Chemical Education. Vol. 77 N° 11 pp. 1489-1491. Washington
- Campanario, Juan Miguel y Moya, Aida. (1999) *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Revista Enseñanza de las Ciencias 17 (2), 179-192. Barcelona.

Deckert, A.; Nestor, L.; DiLullo, D. (1998) *An example of a guided-inquiry, collaborative physica chemistry laboratory course*. Journal of Chemical Education. Vol. 75 N° 7 pp. 860-863. Washington.

Duschl, Richard A. (1997) *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Narcea, S.A. de Ediciones. Madrid

Erickson, Frederick, (1989) *Métodos Cualitativos de Investigación sobre la Enseñanza*, Merlin Wittrock, La Investigación de la Enseñanza II, Barcelona: Ediciones Paidós

Foster, H. C. (2011). *Comparison of student achievement using didactic, inquiry-based, and the combination of two approaches of science instruction*. (Tesis doctoral: Walden University). United States

Gil Pérez, Daniel (1993) *Enseñanza de las Ciencias*. En: Gil Perez, Daniel y de Guzmán Ozámiz, Miguel. *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Editorial Popular.

Gil Pérez, Daniel. (1983) *Tres Paradigmas Básicos en la Enseñanza de las Ciencias*. Revista Enseñanza de las Ciencias pp. 29-33. Barcelona

Godoy, O. (2015) La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. En Mora, W.; Godoy, O.; Zapata, J.; Hernández, R.; Melo, N.; Rodríguez, L.; Bustos, E.; Beltrán, M. Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura. Bogotá: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Gormpone, M.A.; Rodríguez Ayán, M.N.; Glisenti, M.L.; Rocha, L. (2000) *Evaluación de conocimientos previos en un curso de grado de fisicoquímica*. Journal of Science Education, v 1 pp. 21-25. Bogotá

Krockover, G. H.; Shepardson, D. P.; Adamas P. E.; Eichinger D.; Nakkleh M. (2002). *Reforming and assessing undergraduate science instruction using*

- collaborative action- based research teams*. School Science and mathematics.
v 102(6), 266-284
- Krogh, J. (2010). *The effects of the models of teaching on student learning*. (Tesis doctoral: University of Southern California). United States
- Martínez, M. (1999). Criterios para la superación del debate metodológico cuantitativo/ cualitativo. En: Revista Interamericana de Psicología. 1(33), 79-107.
- Moreira M,A y Novak D,P, (1988). *Investigación en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos*. Enseñanza de las Ciencias, 6 (1), 3-18.
- Mosquera Suárez, Carlos Javier (2011) *Perspectivas contemporáneas de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales*. Memorias Congreso de Investigación y Pedagogía II Nacional y I Internacional. Perspectivas, retos y transformaciones en contextos educativos. Tunja.
- Mosquera Suárez, Carlos Javier. (2000) Elementos epistemológicos y psicológicos para una interpretación didáctica de las preconcepciones en química. Revista Científica, 2, 9-30.
- Pentecost, T. C. y James M. L. (2000). *Creating a student-centered physical chemistry class*. Journal of College Science Teaching. 30(2), 122
- Porlán, Rafael, y Rivero, Ana (1998): El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Díada Editora S.L.
- Porlán, Rafael. (1989). *Las concepciones Epistemológicas de los Profesores*. (Tesis doctoral: Universidad de Sevilla). Sevilla.
- Pozo, Juan Ignacio y Gómez Crespo, Miguel Ángel. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata

Ruiz, Francisco. (2007) *Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales*. Revista latinoamericana de estudios educativos Vol. 3 N° 2 pp. 41-60. Manizales.

Ruiz, M.V.; García, A.; Delgado, M.A. (2006a). Estudiando la experimentación en química. El caso de la fisicoquímica a nivel universitario. *Memorias IV congreso Iberoamericano de educación científica. Cátedra UNESCO de Educación Científica de América Latina y el Caribe*. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica CONCYTEC

Ruiz, M.V.; García, A.; Delgado, M.A.; Alonso, M.X. (2006b). Estudio del aprendizaje significativo en el campo de la fisicoquímica desde la resolución de problemas. *Memorias IV congreso Iberoamericano de educación científica. Cátedra UNESCO de Educación Científica de América Latina y el Caribe*. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica CONCYTEC

Sauder, D.; Hamby, M.; Stout, R.; Long, G.; Zielinski, T. *Physical Chemistry Students Explore Nonlinear Curve Fitting On-Line. An experiment in developing an intercollegiate learning community*. Journal of Chemical Education. Vol. 74 N° 3. Washington

Stake R.S. (1999) *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.

Tamayo, Oscar Eugenio (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas

ANEXO 1

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA GUÍA DE ENTREVISTA SOBRE CARACTERIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICOQUÍMICA EN DOS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Fecha: _____ Hora Inicial: _____ Hora Final: _____
Lugar (Ciudad y sitio específico): _____
Entrevistador: _____

Datos del entrevistado

Nombre: _____
Profesión: _____
Regional: _____

Introducción

En el marco del proyecto de investigación "CARACTERIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICOQUÍMICA EN DOS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR" liderado por el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química -DIDAQUIM- y realizado al interior del programa de Maestría en Educación de la Universidad Santo Tomás, se solicita atentamente responda las siguientes preguntas.

Cabe recalcar que sus respuestas, no tienen ninguna connotación en la evaluación del desempeño de los profesores; en tal sentido éste tiene únicamente un valor académico para la investigación antes señalada. De antemano, agradecemos su disposición y tiempo para conectarse y responder esta entrevista.

Características de la entrevista

La opinión de los profesores de Físicoquímica de Instituciones de Educación superior es esencial para esta investigación. Es importante resaltar que la información proporcionada es confidencial y sólo será usada para fines investigativos.

Preguntas

1. ¿Cómo se comunica con los estudiantes en clase?

2. ¿Podría describir en general como son sus clases?

4. Podría describir la dinámica del proceso de formación, mencionando; quien orienta las clases, en dónde se desarrollan las mismas, con qué frecuencia.

7. Podría por favor describir una clase normal de su programa

8. ¿Qué tipo de metodologías de enseñanza utiliza?

9. ¿Qué contenidos se enseñan en el programa de formación?

12. ¿Cómo y en qué momento utiliza las prácticas de laboratorio?

13. ¿Que propósito tienen las prácticas de laboratorio?

14. ¿Cual es la actividad que adelantan los estudiantes en el laboratorio?

15. Habitualmente que le propone a los estudiantes para prepararse en la secciones de teoría como de practica?

16. ¿Como desarrolla actividades para que los estudiantes resuelvan ejercicios de lápiz y papel?

17. ¿El curso se orienta preferencialmente por preguntas orientadoras o contenidos temáticos?

18. Cualquiera que sea la respuesta podría profundizar por que el sentido de la misma?

19. Desarrolla con frecuencia practicas extracurriculares (empresas)

20. ¿Qué metodologías e instrumentos de evaluación usa habitualmente en el curso?

21. ¿Cómo explica usted los resultados negativos que pueden tener sus estudiantes?

Observaciones

Nuevamente muchas gracias por acceder a responder esta entrevista y por su colaboración a lo largo de la investigación, insistimos en la confidencialidad de los datos recolectados.

ANEXO 2

SYLLABUS UNIVERSIDAD NACIONAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL

MISIÓN

El Departamento de Ingeniería Química, dependiente de la Facultad de Ingeniería, está encargado de cumplir la Misión que a la Universidad Nacional le ha encomendado la Constitución Nacional en los siguientes aspectos: Promoción de la excelencia de la educación de ingenieros químicos; asimilación, producción y difusión del conocimiento requerido por la industria química; interacción e integración con la sociedad promoviendo la formación de ciudadanos sensibles a los intereses nacionales, libres, creativos, críticos, respetuosos de los valores democráticos, los deberes civiles y los Derechos Humanos.

Como integrante de una universidad pública, se reconoce abierto a todas las corrientes de pensamiento y a todos los sectores sociales y culturales. Contribuye al servicio de la tarea permanente de la construcción de la nacionalidad en un país pluricultural y multiétnico que debe preservar y aprovechar su riqueza en biodiversidad y recursos naturales renovables y no renovables.

VISIÓN

El Departamento de Ingeniería Química se proyecta como un espacio organizacional para la formación integral de profesionales que contribuyan a la solución de problemas actuales y al planteamiento de opciones para el desarrollo de la industria y del país. Es un grupo de trabajo comprometido con la asimilación, aplicación, adaptación, producción y difusión de conocimiento científico y tecnológico y promueve la formación integral en cuanto el proceso educativo corresponde con el acercamiento continuo a la sociedad que reconoce necesidades y ofrece soluciones, que garantizan preservación de los recursos naturales y aseguran sostenibilidad.

2015740 TERMODINÁMICA QUÍMICA

AGRUPACIÓN TERMODINÁMICA.

CRÉDITOS 3

INTENSIDAD 4 HORAS/SEMANA.

REQUISITOS 2015741 TERMODINÁMICA

OBJETIVO GENERAL

El estudio de los fundamentos termodinámicos desarrollados por Gibbs, a partir de la primera y segunda leyes, para el análisis y predicción del equilibrio de fases en sistemas mono y multicomponentes. Estimación de las composiciones de las fases en equilibrio en operaciones de separación usuales como la destilación, absorción y extracción, mediante el cálculo de la fugacidad en diferentes condiciones de temperatura, presión y composición, a partir de correlaciones p_vT y/o modelos para la energía libre de Gibbs en exceso. Determinación experimental y estimación de las propiedades termodinámicas en función de la composición

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Estudio y aplicación de las correlaciones presión de vapor- temperatura y cálculo de calores latentes.

Estimación de las propiedades termodinámicas no medibles experimentalmente, mediante las relaciones termodinámicas, con base en diferentes correlaciones pvT, como: viriales, método generalizado, ecuaciones cúbicas. Cálculo y utilización de propiedades residuales.

Identificación y análisis de los criterios de espontaneidad y equilibrio para sistemas mono y multicomponentes. Métodos de cálculo de las propiedades parciales molares. Estudio de la dependencia de la fugacidad con la presión, temperatura y composición y su cálculo utilizando correlaciones pvT (viriales, ecuaciones cúbicas) y modelos para los coeficientes de actividad (Margules, Van Laar, soluciones regulares, Wilson, UNIQUAC, NRTL, Flory-Huggins, UNIFAC),

Análisis de los equilibrios de fase fundamento de las operaciones de separación presentes en los procesos químicos como: destilación, extracción líquido-líquido, absorción, secado, extracción sólido líquido, crioscopia.

Elaboración de algoritmos para la determinación de equilibrios de fase mono y multicomponente específicamente para líquido-vapor y líquido- líquido, utilizando correlaciones pvT (coeficientes de fugacidad) y teorías de soluciones (coeficientes de actividad).

PROGRAMA

1. RELACIONES ENTRE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.

1.1. Fundamentos matemáticos: derivadas parciales y jacobianos. Ecuaciones diferenciales de las variables que tiene que ver con energía: u, h, a, g. Relaciones de Maxwell. Propiedades susceptibles de ser medidas. Expresión de propiedades no medibles en función de propiedades medibles.

1.2. Ecuaciones generales para evaluar cambios de energía interna, entalpía y entropía de sustancias puras. Relaciones generales en que intervienen calores específicos. Coeficiente de Joule – Thomson. Curva de inversión del fenómeno de Joule – Thomson.

1.3. Ecuación de Clapeyron. Integración: la ecuación de Clausius – Clapeyron. Algunas correlaciones para la presión de líquidos y sólidos. Evaluación de calores latentes. Elaboración de tablas de propiedades termodinámicas a partir de información experimental de una sustancia pura.

1.4. Utilización de ecuaciones de estado en el cálculo de las propiedades energía interna, entalpía, entropía y energía libre de sustancias puras mediante ecuaciones generales de variación.

Uso de metodologías de estados correspondientes (factor de compresibilidad crítico y factor acéntrico) para el cálculo de propiedades residuales.

2. EQUILIBRIO TERMODINÁMICO.

2.1. Entropía y equilibrio. Las funciones de Gibbs y Helmholtz. Potencial químico. Ecuación fundamental. Criterios intensivos y extensivos de equilibrio y de estabilidad de fases.

Regla de las fases para sistemas sin reacción química.

Fugacidad, coeficiente de fugacidad, dependencia con la presión y la temperatura, métodos para la determinación de la fugacidad

2.2. EQUILIBRIO TERMODINÁMICO DE MULTICOMPONENTES.

Propiedades de la mezcla. $\bar{v}/m$, $\bar{u}/m$, $\bar{s}/m$, $\bar{h}/m$, $\bar{g}/m$. Propiedades molares parciales. Ecuación de Gibbs-Duhem. Métodos para la determinación de propiedades molares parciales.

3. MEZCLAS.

3.1. MEZCLAS DE GASES IDEALES. Medidas de composición. Modelos de Dalton y Amagat;. Energía interna, entalpía, entropía y calores específicos. Paradoja de Gibbs.

3.2. SOLUCIÓN LIQUIDA IDEAL. Punto de vista molecular. Regla de Lewis y Randall. Solubilidad ideal en fase líquida. Leyes de Nerst, Raoult y Henry. Solución diluida. Propiedades coligativas: presión de vapor, ebulloscopia, crioscopia, presión osmótica. Osmosis inversa.

3.3. MEZCLAS DE GASES NO IDEALES. Mezclas ideales de gases reales: modelo de Kay y con ecuaciones de estado. Mezclas reales de gases reales: estado de referencia y con ecuaciones de estado, cálculo de fugacidad

3.4. SOLUCIONES LIQUIDAS NO IDEALES. Propiedades en exceso. Actividad y coeficientes de actividad. Modelos de soluciones líquidas de no electrolitos: Expansión de Redlich-Kister, ecuaciones de Margules, y Van Laar. Teoría de Soluciones Regulares, Teoría de Flory-Huggins Modelos de Wilson, NRTL, UNIQUAC y UNIFAC.

Modelos de soluciones líquidas de electrolitos: Debye-Huckel y sus modificaciones.

4. EQUILIBRIO DE FASES.

4.1. Equilibrio líquido-vapor. Diagramas T vs X-Y; P vs X-Y; diagrama X vs Y. Punto de rocío. Punto de burbuja. Volatilidad relativa Cálculo de equilibrio líquido-vapor para soluciones ideales. Destilación fraccionada

4.2. Cálculo de equilibrio líquido-vapor para soluciones no ideales a presiones bajas, a presiones moderadas y a presiones altas. Azeotropía. Vaporización instantánea y Nomogramas de De Priester. Cálculo de equilibrio líquido-vapor con ecuaciones de estado. Determinación de los coeficientes de actividad de datos isobáricos e isotérmicos. Análisis de consistencia termodinámica.

4.3. Equilibrio líquido-líquido. Sistemas binarios con miscibilidad parcial. Coeficiente de reparto. Equilibrio líquido-líquido-vapor. Sistemas ternarios con miscibilidad parcial. Extracción por solvente. Equilibrio líquido-vapor en sistemas inmiscibles.

4.4. Equilibrio Gas-Líquido. Solubilidad de gases en líquidos, análisis del efecto de la presión y de la temperatura.

4.5. Equilibrio sólido-líquido. Soluciones ideales. Soluciones no ideales. Miscibilidad total, parcial e inmiscibilidad en fase sólida. Diagramas sólido-líquido. Cristalización fraccionada. Actividad y fugacidad del componente en fase sólida.

BIBLIOGRAFIA

1. BALZHISER, R.E., SAMUELS, M.R., ELIASSEN, J.D.: "Termodinámica Química para Ingenieros", Editorial Prentice Hall, 1.974.
2. GARCIA, I. Introducción al equilibrio termodinámico y de fases. Bogotá. Facultad de Ingeniería. 2002.
3. HUGEN, A. O; WATSON, K. M; RAGATZ, R. A. "Principios de los Procesos Químicos" Editorial Reverté S. A. 1964.
4. LEVINE, Ira. "Fisicoquímica" McGraw Hill Book. 5ª Ed. 2004
5. LEWIS G. N. Y RANDALL, M. Thermodynamics. Edición revisada por Pitzer y Brewer. McGraw Hill Book. New York. 1961.
6. PRAUSNITZ, J.M., POLING, B.E., O'CONNELL, J.P. "The Properties of Gases and Liquids", 5ª ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 2000.
7. PRAUSNITZ J.M. LICHTENTHALER R., GOMEZ DE ACEVEDO E. "Termodinámica Molecular de los Equilibrios de Fases" Prentice Hall 3ª Ed. 2000
8. REID, R.C., PRAUSNITZ, J.M., POLING, B.E.: "The Properties of Gases and Liquids", 4ª ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1987.
9. SANDLER STANLEY "Chemical Biochemical and Engineering Thermodynamics " John Wiley and Sons Inc. 4a Ed 2006
10. SMITH, J.M., VAN NESS, H.C.: "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", McGraw-Hill de México, 2001
11. TREYBAL R.E. "Operaciones de Transferencia de Masa " 2ª Ed. McGraw Hill. México D.C. 1988
12. Physical Property Methods and Models Reference Manual ASPEN PLUS

Revistas

BASE DE DATOS SCIENCE DIRECT Y AMERICAN CHEMISTRY SOCIETY ACS

FLUID PHASE EQUILIBRIA An Internacional Journal ELSEVIER

CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE

JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING DATA

ANEXO 3

RESEÑA CLASE PROFESOR 2

Registro de clase Profesor 2

14 noviembre 2014 Clase magistral

2:10 p.m. Llego tarde, encuentro al docente hablando de temas relacionados o encontrados en un texto publicado por unos de sus colegas. Continúa hablando sobre temas de propiedades en exceso para algunas mezclas.

2:20 p.m. Se continúa hablando sin la intervención alguna de los estudiantes con respecto a las propiedades de las sustancias y esporádicamente realiza preguntas a los estudiantes en relación al tema que trata sobre la explicación de los fenómenos a nivel molecular y su dependencia de la composición para la cual hace un diagrama en el tablero esquematizando la interacción molecular y del potencial molecular existente.

2:23 p.m. Nuevamente pregunta a sus estudiantes para que expliquen en que caso se presenta dicho fenómeno. Los estudiantes no responden a la pregunta a lo cual el mismo responde que el fenómeno es para soluciones diluidas. Dibuja otro esquema en el que muestra la interacción molecular con un solvente.

2:25 p.m. Continúa su explicación diferenciando la interacciones moleculares para sustancias casi puras y en mezclas debidas al potencial intermolecular y ejemplifica con el sistema acetona – cloroformo por el tipo de interacción molecular. Los estudiantes toman apuntes, algunos se observan entre ellos, otros hablan en voz baja. Continúa explicando que tipos de propiedades termodinámicas de las sustancias pueden explicar el fenómeno como el volumen de mezcla, entalpía de la mezcla, energía de la mezcla y entropía de la mezcla. Eventualmente pregunta a los estudiantes en relación a estas propiedades sobretudo con la entropía. Algunos estudiantes se preguntan entre si; pregunta sobre las propiedades que dependen de la entropía. Los estudiantes responden insatisfactoriamente por lo que aclara que es la energía libre de Gibbs y la energía libre de Helmholtz y continúa explicando la importancia del orden y la reversibilidad y por ende de la importancia de estas energías.

2:32 p.m. Continúa explicando lo que debe ser claro hasta el momento en relación a las dependencias de las condiciones de mezcla y sus propiedades, las interacciones moleculares de la misma clase y de moléculas distintas. Deja en claro las diferencias entre las condiciones ideales y las reales y qué debe hacerse para las correcciones haciendo nuevamente preguntas relacionadas con el comportamiento ideal a las cuales los estudiantes responden correctamente.

2:37 p.m. Un estudiante llega a clase, pregunta algo a sus compañeros. El profesor continúa con las condiciones de idealidad a partir de la similitud de las moléculas que se vera reflejado en el potencial intermolecular, el tamaño y la forma dando el ejemplo de un polímero disuelto en tolueno y recalca que no solo es importante la concentración sino el tamaño y la forma. Da ejemplos de idealidad como las mezclas metano – etano y diferencias como hexano – agua y pregunta que pasa en esta caso. Los estudiantes no responden y el profesor mismo responde a la pregunta resaltando la separación de fases que ocurre entre ellas.

2:41 p.m. Uno de los estudiantes se retira del salón dejando sus útiles en su puesto de trabajo. Algunos estudiantes hablan entre si. El docente continúa su charla recalcando el signo del valor de la energía libre en relación con la mezcla etanol dejando claro que esta es mayor a cero y pregunta como se logra hacer esta mezcla; algunos estudiantes responden erróneamente que a través de catalizadores y otro estudiante responde correctamente que a través de la introducción de otro solvente. El profesor continúa su charla estableciendo la ecuación de energía libre en función del ΔH y la entropía y recalca que hay algunos sistemas en los que el cambio entrópico es negativo.

2:45 p.m. El estudiante que salió regresa al salón, el profesor continua estableciendo que es lo que debe tenerse en cuenta en las interacciones moleculares como el volumen de mezcla, la entalpía, la energía interna y la entropía. Establece que para calcular las propiedades, se requiere de la propiedades en exceso como el volumen real y el volumen de la solución ideal y establece que también hay entalpía en exceso, energía interna en exceso y cualquier otra propiedad en exceso siendo siempre la diferencia entre la situación real y la ideal, además pregunta que si se les parece a la propiedad residual. Los estudiantes responden erróneamente a lo cual el profesor aclara que son las propiedades residuales. Un estudiantes establece que las propiedades residuales son para la situación ideal y teniendo los valores de tablas, obtendría una propiedad en exceso. El profesor nuevamente pregunta la diferencia entre la propiedad en exceso y la propiedad residual a lo que otro estudiante responde correctamente y el profesor recalca la diferencia entre estos tipos de propiedades estableciendo que la propiedad residual no incluye la propiedad de gas ideal sino la fase liquida y da un ejemplo de una mezcla de metano y etano y qué sería por ejemplo la entalpía en exceso en la cual la entalpía de la mezcla ideal sería cero. Cuando se calcula la entalpía en exceso de un componente polar con uno no polar, daría calores importantes de propiedad en exceso. Aclara que la diferencia importante es que es en fase liquida y no para gas ideal por lo que se ve la diferencia entre propiedad residual y en exceso.

2:53 p.m. Continua estableciendo la característica de la propiedad en exceso por lo que puede calcular el valor de la propiedad real a partir de la propiedad en exceso sumando la propiedad ideal. Un estudiante pregunta como afirmando que si la propiedad de una mezcla es la suma de las propiedades. El profesor responde: "he ahí lo importante, y es ¿cómo calcular las propiedades?" e inicia a explicar como hacerlo a través de un ejemplo como si estuvieran en el laboratorio en el que se tiene dos sustancias, etanol y agua a determinadas condiciones de volumen, temperatura y presión las cuales se mezclan. Pregunta que cuánto volumen se tendrá. Se escuchan voces de los estudiantes y una estudiante realza su voz resaltando que debe ser menos a lo que el profesor confirma la respuesta y procede a calcular el volumen final a partir de los volumen estableciendo que existe un delta de volumen que sería cero si el volumen ocupado en la sustancia pura es el mismo al que ocupa en la mezcla y su relación con el volumen en exceso a lo cual pregunta a los estudiantes quienes responden correctamente.

Pregunta ¿que pasa con la entalpía? y los estudiantes responden correctamente. Continua estableciendo que es la propiedad de la mezcla con respecto a la propiedad de las sustancias puras. Pregunta que ¿si fuera una solución real, como sería la entalpía de mezcla?. Los estudiante responden que diferente y el profesor solicita que le digan que si es mayor o menor. Los estudiantes responde que el valor dependerá. El profesor continua dando la explicación a través de ejemplos con diferentes sustancias estableciendo la diferencia entre la endotermicidad y la exotermicidad. Se escuchan voces de los estudiantes comentando entre si. Un estudiante pregunta como determina una propiedad, el profesor explica y retoma el tema de clase mostrando que puede calcular cualquier propiedad en exceso.

Se hace una pausa y el docente muestra que falta saber como calcular el volumen de una molécula de agua en la mezcla y pregunta a lo que un estudiante responde (no alcanzo a escuchar que dice) y el profesor dice la respuesta correcta la cual es a través de las propiedades parciales molares la cual es la derivada a P , T , n constantes con respecto al agua y el explica que sería la propiedad parcial del etanol. Guarda silencio. Un estudiante pregunta con respecto al significado de n . Continua preguntando que pasa con la propiedad si la solución sería ideal a los que un estudiante responde correctamente. Pregunta como se podría calcular el volumen de la mezcla lo que estable que el volumen de la mezcla es la suma de las masas de cada uno multiplicado por la propiedad parcial molar y aclara cual es el significado de cada término y continua mostrando como calcular el volumen en exceso preguntando a los estudiantes sobre lo que debería hacer para calcular esto. Un estudiante pregunta algo y el profesor responde aprovechando para mostrar algunos resultados para diferentes tipos de mezcla.

3:12 p.m. El profesor procede a preparar su PC y su conexión al TV momento que los estudiantes aprovechan para conversar entre ellos, otros observan el tablero.

3:13 p.m. Se ve una grafica que le profesor explica que es y lo que representa y pregunta a que tipo de sistema o solución hace referencia. Una estudiante responde correctamente diciendo que es binaria e inmediatamente le pregunta y que mas y la estudiante responde correctamente nuevamente diciendo el profesor que es correcto por su linealidad. Pregunta que como seria la grafica si el comportamiento no fuera ideal a lo que responde el mismo al tiempo de una estudiante y procede a mostrar un comportamiento con curvatura leve y explica que la propiedad parcial molar de la mezcla es diferente a la propiedad parcial de la sustancia pura. Pregunta que ¿qué pasa en la gráfica si la propiedad no es la propiedad de la mezcla sino la propiedad en exceso y qué sucede en los extremos de la gráfica. Los estudiantes responden y el profesor reafirma y explica el motivo del cambio en la figura. Hay una pausa. Algunos estudiantes conversan. El profesor continua con cuales otros comportamientos podrían ocurrir y lo cual respondería al interrogante hecho anteriormente por el estudiante.

3:20 p.m. Muestra diferentes tipos de graficas dependiendo de su exotermicidad o endotermicidad y pregunta más que todo, qué tipo de comportamientos se ven y resalta que son graficas tomadas del libro de su colega. Muestra otras graficas que aclara son del texto de Sandler y afirma algunas características y pregunta a sus estudiantes sobre algunas de estas, los estudiantes responden casi simultáneamente con el profesor. Aclara las unidades presentadas en el gráfico y lo que allí se ve y los cambios con la composición. Algunos estudiantes discuten e ilustran a sus compañeros. Muestra otro gráfica en la que se ven propiedades en exceso (volumen) y destaca por que es mejor la grafica que la anterior en relación a la facilidad de su lectura. Pregunta ¿que seria una propiedad parcial en exceso a lo que el mismo responde y escribe en el tablero como se calcularía. Pregunta que más se vería en la gráfica, los estudiantes responden correctamente y les pide que les diga que más se ve. Algunos estudiantes dicen lo que les parece y el profesor les pide que tampoco inventen; que solo se limiten a mirar y leer en la figura y pide tener en cuenta que hay algunos volúmenes parciales en infinito. Un estudiante hace una pregunta que no entiendo y el profesor le dice que es una pregunta muy interesante y que mas adelante la responderá cuando vean la ecuación de Gibbs – Duhem. Continua explicando que mas propiedades se ven en la grafica.

3:29 p.m. Muestra algunos datos en tablas para mezclas en función de variables en exceso y pregunta que pueden concluir a lo que un estudiante da respuestas obvias y el profesor complementa destacando la característica de la exotermicidad.

3:31 p.m. Ahora muestra una gráfica del sistema etanol agua y pregunta que dice. Algunos estudiantes responden pero el profesor hace otra pregunta con respecto a los datos que allí se observan recalando que lo que allí se ve no es una solución ideal y recalca la diferencia si la mezcla se hace a otra temperatura y resalta, a partir del aporte de los estudiantes, que cuando es mas exotérmico, hay un máximo de liberación de energía a una mínima cantidad. Pregunta que sucedería si se va a otra temperatura y pregunta que se ve de raro y responde el mismo afirmando que para poder obtener la mezcla liquida lo debe hacer a determinada presión y concluye que las propiedades que son claves para los cambios. Pregunta que hipótesis o teorías se podrían dar para explicar por que es así el comportamiento. Los estudiantes responden y les dice que si pero que debe haber algo mas e induce a los estudiantes hacia la visualización de un fenómeno adicional que tiene que ver con el grado de asociación y disociación de las moléculas de alcohol y la importancia también de la resonancia de alcohol como hipótesis que debe usarse aquí.

3:38 p.m. Muestra otras graficas del texto de Smith Van Ness en las que se ven diferentes sistemas de soluciones y explica que es cada una de ellas y las condiciones y la característica de cómo es el Delta G el cual es menor que cero y explica por que es así y resalta que los DH y los DS si pueden cambiar dependiendo de los tipos de componentes y destaca hay algunas exotérmicas como el sistema acetona-cloroformo y pregunta por que es exotérmico, los estudiantes no responden y les dice que el lo explico inicialmente

en la clase. Continúa mostrando características y preguntando el por qué determinados comportamientos.

3:42 p.m. Muestra otras gráficas en las que resalta que lo que se ve es la propiedad en exceso y pregunta ¿qué se podría decir?; guarda silencio, espera a ver que responden los estudiantes con una sonrisa y procede a explicar por qué pueden ser las propiedades en exceso para algún sistema y pregunta por qué podría deberse una situación u otra. Algunos estudiantes conversan. El estudiante que llegó tarde se retira del salón. El profesor continúa explicando el porqué de algunos comportamientos destacando su a través de su tono de voz el cual se incrementa. Se escuchan voces de los estudiantes pero no logro identificar si la conversación es alrededor del tema de clase. Continúa explicando las características de cada comportamiento acorde con las propiedades termodinámicas en exceso. Dos estudiantes continúan conversando pero no logro determinar el tema de discusión.

3:47 p.m. El profesor continúa diciendo que cuando se quieren calcular las propiedades de las mezclas se hace a través de las propiedades parciales molares, propiedades en exceso o métodos de sustancias puras extendiéndoles a mezclas lo cual sirve para fase gaseosas pero no líquidas; recalca y destaca que los métodos generalizados son indicados para fases gaseosas y destaca que el modelo se usaría para fase líquida para calcular la propiedad molar parcial o en exceso. El siguiente contenido del profesor es como calcula dichas propiedades a partir de la propiedad de la mezcla y para esto muestra una gráfica de cómo se calcularía y pregunta ¿cómo se calcula?. Los estudiantes guardan silencio. Pregunta ¿cómo se calcula la propiedad parcial molar. Una estudiante habla algo que el profesor no entiende a lo cual pregunta pero la estudiante responde que no. El profesor procede a explicar y continúa preguntando a lo cual un estudiante responde correctamente y el profesor recalca como es que debe calcularse dicha propiedad a través de la pendiente en la gráfica. Y procede a mostrar otra gráfica y destacar que puede hacerlo también a través de la propiedad en exceso y destaca por qué se facilita por las características de la gráfica y destacando que también puede hacerse a través de la pendiente. Alguien entra al salón mostrando que se requiere el salón.

El profesor da pautas de lo que se va a ver en la próxima clase, dando claves de cómo se resolverían determinadas demostraciones y por donde empezaría la clase. Los estudiantes empiezan a conversar, a alistar sus útiles y a salir del salón.

3:56 p.m. El profesor conversa y bromea con algunos estudiantes y recoge sus implementos de clase. Algunos estudiantes lo abordan mientras borra el tablero y el profesor conversa con ellos. Al anterior estudiante se suman otros y preguntan a lo cual el profesor responde y explica. Los demás estudiantes continúan alistándose para salir. Otros estudiantes se acercan al grupo que se encuentra conversando con el profesor

21 de noviembre de 2014 Registro de clase Expositiva Profesor N

2:27 p.m. Un grupo de cinco estudiantes con ayudas audiovisuales como PC con proyección en una pantalla de TV explican el proceso de producción de leche en polvo. Algunos estudiantes hablan en tono alto y el profesor pide poner cuidado. Otra estudiante del grupo expositor se encarga de explicar el proceso de producción dando condiciones de temperatura, dando explicación de los evaporadores teniendo una equivocación corregida por el profesor. Otro estudiante explica el funcionamiento de evaporadores al vapor y el profesor pide profundizar en la forma como trabaja el evaporador. El estudiante se equivoca al describir el uso del vapor generado en la evaporación y es corregido por el profesor. Los estudiantes continúan hablando y ríen de una de las descripciones del estudiante. El estudiante continúa la explicación para otro siguiente esquema pero el profesor pide continuar explicando el presente proceso. El estudiante muestra las ecuaciones de balance de energía y da una explicación que no satisface al profesor quien se pone de pie y procede a explicar y preguntar qué es lo que está sucediendo en dado momento en el evaporador poniendo en contexto a los estudiantes como si estuvieran en una planta aclarando que es un proceso en estado estacionario en los que no priman los

cambios de altura o velocidad y pide que se defina cual es el sistema. El estudiante define cual es el sistema y el profesor pregunta que si en ese sistema, ¿hay calor? El estudiante explica que es lo que sucede y el profesor aclara que el sistema es la leche por lo tanto en esos términos es pertinente el calor. Una estudiante del grupo expositor explica que ellos deseaban conocer el calor necesario para evaporar la leche y el profesor aclara que lo que debe conocerse es cuanto vapor debe generarse en la caldera. El estudiante expositor vuelve a explicar la ecuación y es corregido por el profesor ya que piensa que el subíndice de la ecuación es s de saturado y el estudiante aclara que la s se refiere a salida. El profesor aclara que es importante saber que sale adelante, que es la leche pero que no deben olvidarse que los análisis de la leche es como suspensiones y en ningún curso se trabajan las suspensiones ni las emulsiones. El estudiante continua con la exposición describiendo el contenido de la leche. El estudiante aclara que no debe haber nada de leche en la fase vapor excepto el agua. Para analizar el equilibrio del componente agua, muestra como se establece si la leche es ideal o real y procede a calcular los coeficientes de fugacidad mirando además como es el cambio en el punto de ebullición. El estudiante muestra ahora las propiedades en exceso pero el profesor pide que continúe mostrando el calculo de la fugacidad ya que es el tema de interés del curso. El estudiante muestra como se calcula y el profesor pregunta que si es importante determinar el coeficiente de fugacidad o establecerlo como 1,0. El profesor pide las condiciones de presión y temperatura en el evaporador para establecer si se puede considerar el coeficiente de fugacidad o no y pregunta a los estudiantes que opinan. El profesor pregunta que si se puede suponer lo mismo para los otros componentes, el estudiante argumenta satisfactoriamente que si y para los otros compuestos, argumentando su polaridad dice que debe usar la ecuación de Wilson; el profesor pregunta que ¿por que no son polares? y el estudiante explica el porque argumentando que es leche y agua. Explica por que usaría la ecuación NRTL la cual tiene en cuenta las propiedades en exceso.

2:53 p.m. Otra estudiante explica que es la leche después de los evaporadores la cual contiene un 50% de agua pasando a la cámara spray. Explica los componentes del spray, las condiciones de evaporación, da las condiciones del agua y la reducción en la humedad de la leche. Explica la existencia de unos martillos para que no se pegue la leche a las paredes; la estudiante se expresa de una manera coloquial que hace reír a su compañeros.

2:57 p.m. Otro estudiante explica la parte final del proceso donde ocurre un equilibrio de fases existiendo una mezcla y una fase pura; el profesor aclara que debe asumirse a la leche como una solución y el profesor pide revisar las ecuaciones ya que no son muy correctas y por lo tanto la entalpia y la entropía del liquido deben ser una propiedad molar parcial y pregunta como determinar la entalpia molar parcial siempre y cuando sea una solución ideal. El estudiante explica que finalmente como el objetivo era establecer el balance de energía pero el profesor corrige que la finalidad no es la energía sino el equilibrio de fases. El estudiante habla algo relacionado al vapor pero el profesor le corrige que el vapor se usa para calentar el aire. El profesor pide aclara que es lo que hay en el diagrama y aclara que es lo que sucede con el agua en las gotas. El estudiante explica que es lo que sucede. El profesor aclara que es lo que sucede con la función del aire como medio secador. El estudiante explica la ecuación de equilibrio de fases a través de la una ecuación. El profesor aclara que deben calcularse los coeficientes de actividad y fugacidad del solido y liquido y pide que se le diga como calcula la fugacidad de solido. El profesor pide que es criba como queda la ecuación y el estudiante la escribe en el tablero satisfactoriamente. El profesor pide seguir pero se arrepiente y dice que falta algo y es el equilibrio para el agua. El estudiante explica que fue por que el profesor no lo deja terminar ocasionando la risa de todo el salón. El estudiante empieza a escribir una ecuación pero el profesor le pide que empiece por escribir las ecuaciones de equilibrio; pide como se calcula la ecuación de fugacidad para el agua liquida, el estudiante no sabe como y el profesor ayuda. Pregunta que si los coeficientes se pueden hacer igual a uno. Los estudiantes dicen que si y pregunta ¿como se calcula la fugacidad del agua y orienta o dice como se calcula y cuales simplificaciones se pueden hacer. Le pide al estudiante que le explique que va a concluir y la conclusión del estudiante es errónea por lo que el

profesor pasa a aclarar la diferencia entre evaporar una sustancia pura y una mezcla aclarando que esta última condición modifica las condiciones del agua como la fugacidad, la actividad y pide que se tenga cuidado con eso luego la simplificación hecha por el estudiante no es válida. Un estudiante del público hace una afirmación con tono de pregunta la cual le corrige el profesor.

3:30 p.m. Una estudiante habla acerca de una etapa consistente en la adición de un aditivo para facilitar la disolución de las grasas de la leche en el agua y muestra como punto final el empaquetado y las condiciones de barrera del empaque y explica el trabajo fundamentado en las condiciones de la fábrica por su vanguardismo.

El profesor manifiesta que no es correcto que se hayan dividido el trabajo y no se hayan reunido para discutir el trabajo de cada uno y ve que eso faltó. La estudiante explica que ellos si reunieron para discutir.

El profesor pregunta al público si tienen preguntas y las respuestas son risas. El profesor nuevamente pregunta al público si tienen preguntas, recomendaciones o análisis pero los estudiantes guardan silencio por un tiempo; un estudiante explica que debe reconocerse el trabajo por que se presentaron los tres tipos de equilibrio.

El profesor recomienda que en el caso de destilación del aire lo cual ocasiona la risa de los estudiantes y el profesor continua diciendo cuales son las etapas para el retiro de algunos componentes como el agua y el CO₂ a partir del enfriamiento y compresión y aclara que hay equilibrio; un estudiante pregunta que si luego el aire no se retira de otra forma, el profesor con la mirada y en silencio dice que no y aclara que es el aire remanente y que el aire es retirado por un agente de adsorción donde también existe un equilibrio que es estudiado en catálisis no visto en el programa. El profesor continúa explicando que hay un proceso de estrangulación para separar un vapor y un líquido para finalmente pasar a la torre de destilación; aclara que para retirar el agua por condensación tiene que saturarse primero por compresión subiendo la temperatura de rocío y aclara que deben mirarse los diferentes equilibrios en los compresores y en la estrangulación. Una estudiante se retira, el profesor pregunta que si hay recomendaciones de como deben enfocarse las exposiciones. Un estudiante comenta que deben tenerse en cuenta que es el primer grupo. Pregunta que como les pareció la exposición. Una estudiante comenta que le gustaron los videos y una de las expositoras aclara que es un video de Discovery Channel lo que causa risa en los estudiantes; el estudiante dice que si se lo pueden enviar y la estudiante le dice que no, que lo busque por lo que causa nuevamente la risa de todos.

3:46 p.m. El profesor pide que si pueden hacerse tres exposiciones en la misma próxima clase y lo que esto ocasiona. El profesor dice que si hay pregunta sobre los otros procesos y un estudiante dice que ellos tienen el proceso de extracción de aceites y pregunta que si debe manejarse coeficientes de actividad para el equilibrio con hexano o fugacidad y el profesor pregunta que en que estados se encuentran los componentes y el estudiante responde que son líquidos y el profesor le responde que le explico que en una clase anterior, le explico como son los equilibrios líquido – líquido y aclara que esos equilibrios implican la presencia de una sustancia como el agua y no es fácil encontrar un modelo luego lo recomendable es usar coeficientes de actividad por ser moléculas asimétricas. El estudiante pregunta que ¿qué pasa si es gaseoso? y aclara que son dos procesos y uno de ellos es el secado de hexano. El profesor aclara que el otro proceso es recuperación del hexano. El estudiante continúa explicando que es lo que sucede en los diferentes procesos. El profesor explica como es la presión de la mezcla el cual es igual a la suma de la presión de vapor de cada componente puro. Explica que se tiene equilibrio entre hexano y agua líquidos en equilibrio con sus fases de vapor. Un estudiante se le acerca y le hace una pregunta y el profesor le pide que pregunte desde el puesto. El estudiante no acepta la recomendación y continúa preguntando en el tablero. Los demás estudiantes hablan y se incrementa el nivel de volumen en el salón. El profesor continúa explicando al estudiante en el tablero. Un estudiante se levanta del puesto y se retira

dejando sus cosas en el puesto. El profesor continua explicando al estudiante, habla con alguno cerca del puesto y finalmente pregunta que cuantos estudiantes van a asistir al coloquio pero no responden con risa y dicen que si van a tener algún reconocimiento por asistir. El profesor dice que dejen por ahora la clase. Los estudiantes empiezan a conversar entre ellos, otros se levantan del puesto con sus cosas y se retiran del salón y el profesor habla con algunos otros estudiantes cerca de él

19-dic-14 Clase taller 2:11 p.m.

El profesor llega con recursos didácticos como portátil, marcadores y algunos libros. Conecta el portátil a la energía y a una pantalla de televisor, verifica sus conexiones y espera a que encienda. Mientras tanto habla con algunos estudiantes cercanos a él. En la pantalla se ve que el profesor busca entre algunos archivos y abre una presentación en Power Point la cual tiene algunos diagramas y abre un ejercicio en particular de un sistema simple y les pregunta ¿que tipo de equipo es? y los estudiantes contestan. Empieza a explicar el equipo y les va preguntando para que es y continua explicando las condiciones de proceso. Continua explicando el problema y lo que en el sistema ocurre y las condiciones que se alcanzan. Les dice que si se fijan, son condiciones similares vistas en clase anteriores y les pregunta en cuales otros procesos más. Establece cual es la pregunta y afirma que es el calor y pregunta que como maneja el texto el calculo del establecimiento del calor y responde él mismo que lo hace por etapas. Pregunta ¿que etapas se plantean?, Algunos estudiantes responden y el profesor establece que la primera etapa es una separación de moles de agua y del cloruro de litio presentes en la solución diluida o solución alimentada. Pregunta a que es igual la energía de ese proceso y algunos estudiantes responden y él reafirma que es igual a la energía de dilución pero con signo contrario y explica por que seria endotérmico. Pregunta cual es la segunda etapa? Reitera la pregunta y algunos estudiantes responden y él reafirma que efectivamente es formar vapor de agua puro y el resto de agua va a formar la solución concentrada del 40%. Pregunta que ¿a que temperatura? y algunos estudiantes responden y pregunta por que a 25°C y un estudiante cercano responde y confirma que es exacta la respuesta pero que se puede hacer a otra temperatura y pregunta que ¿de qué depende?. Algunos estudiantes murmuran y reafirma que de los Cp. Plantea una tercera etapa que es el cambio de 25°C hasta 132°C. Establece una cuarta etapa que es llevar el agua liquida hasta un vapor sobrecalentado a 132°C y una atmósfera. Explica que es una forma en la que el texto plantea resolver el problema y que el calor final será la suma de cada etapa. Pregunta que por que la suma de los delta H son el calor y algunos estudiantes responden entre dientes y el profesor responde que debe plantearse la Primera Ley y escribe en el tablero que la energía que entra menos la energía que sale a que será igual? Algunos estudiantes responden y él les pide tener en cuenta que es una condición de estado estacionario y por lo tanto establece cuales son las energías de las corrientes de entrada y salida y establece a que es igual el calor y establece que el libro lo quiere hacer por etapas y muestra que prácticamente es lo mismo. Ahora muestra una figura de calores de solución de cloruro de litio y explica que significa la gráfica y pregunta que como hace para establecer el calor de las diferentes etapas. Y establece que el cambio en la entalpia de solución, es menor el calor de solución de la solución diluida y pregunta que se necesita para calcular el calor. Los estudiantes responden entre dientes y el profesor reafirma que necesitan las moles de agua y soluto. Un estudiante pregunta que si hay gráficas para otras sustancias. El profesor responde que alcanzaron a ver algo el lunes y muestra algunas graficas tomadas del libro del profesor García y del Hougen y Watson. Pregunta que ¿qué mas necesitan para conocer otros calores?. Otro estudiante pregunta que si el Cp depende de la concentración y responde que si claro. Dice que no es complejo calcular los calores de esta solución pero que hay buenos gráficos inclusive para diferentes temperaturas. Muestra otras tablas en las que hay información completa para diversos sistemas. Pero pide centrarse en el problema. Continua explicando como calcular el calor y que debe hacerse y en que unidades se da. Un estudiante pregunta que para que es el calor especifico y otro estudiante le responde. Otro estudiante pregunta que para que es el calor especifico del acido sulfúrico y el profesor explica que es para mostrar como el Cp depende de T pero para el sistema del problema no tiene datos. Explica la siguiente etapa y que deben calcular la cantidad de agua y soluto. Explica

ahora el proceso en el cual se calcula el C_p por ΔT por que no se tienen datos y por ultimo el calculo de paso de agua de 25 °C a vapor sobrecalentado y pregunta que ¿cómo se calcula? Algunos estudiante responden y el profesor reafirma como se hace el calculo y dice que es la manera como se calcula en el libro. Ahora lo compara como lo haría un simulador y pregunta que necesita el simulador para resolver el problema y pregunta que ¿cómo lo haría un simulador? Los estudiantes no responden y les dice que lo hace a través del calculo de las entalpías y pregunta que es lo primero que debe hacerse para determinar las entalpías. Los estudiantes no responden por un tiempo hasta que alguien responde que debe establecer el estado de referencia. Establece que el estado de referencia es distinto y establece que puede elegirse el estado de referencia. Un estudiante pregunta que ¿cómo eligen el estado de referencia?.

Explica que puede seleccionarse cualquier estado de referencia el cual sugiere la condición de entrada o salida. También establece que el estado de referencia debe ser el de las tablas. Y pregunta que cual debe ser el estado de referencia para el agua. Un estudiante responde que a 25°C y el profesor establece que la entalpia del agua como líquido a 25°C es cero y que es tan valido decirlo a cualquier temperatura y para el cloruro de litio pregunta ¿cual sería? y establece que puede ser cualquiera.

Es definitivo establecer el estado de referencia y establece que para cada valor de energía debe restarse el valor de la referencia. Pregunta que si los estudiantes tienen las tablas y pregunta que cual es la entalpia del agua a 25°C. Algunos estudiantes sacan las tablas algunos no y los cuestiona por no tener las tablas. Algunos estudiantes dan el valor y ahora pregunta por el valor de 132°C y una atmósfera y dice que debe hacerse una interpolación. Guarda silencio, espera por la respuesta. Un estudiante pregunta que ¿por que no se puede establecer el estado de referencia para el agua para ambos?. El profesor responde que no. Pasa un compañero y el profesor sale unos momentos, los estudiantes suben el volumen de la voz, el profesor regresa y explica con otro ejemplo por que se definen los estados de referencia. Pregunta cuanto les da y le responden y coloca el valor que le da a él. Pregunta ahora por el calculo de la solución diluida y pregunta que ¿de qué depende la entalpia de la solución diluida?, le responden pero les dice que mas explícitamente a que depende. Algunos estudiantes murmuran y el profesor les responde de que depende (de la entalpia de solución). Con un diagrama explica y planteando la primera ley, le da la entalpia de la solución diluida el cual es calor de solución o sea que la solución tiene una entalpia. Explica que como los compuestos son puros, su entalpia es cero a estado estándar y pregunta que cual es el valor y establece que multiplicado por la masa, les da la entalpia total. Ahora pregunta que cual es la diferencia entre la solución concentrada y la diluida y de esta manera se tiene todos los calores y aclara que el cálculo se realiza desde el estado de referencia hasta la condición real y establece que es la forma como trabaja cualquier simulador. Una estudiante pregunta algo que no se alcanza a entender. El profesor le responde y recalca que es la misma forma que se calculó en una clase anterior pero con un elemento adicional que es la entalpia de solución. Explica que es el calor de solución o reacción como energía diferente a las entalpías de entrada y salida.

El profesor ahora muestra otro diagrama y cierra el ejercicio anterior y establece que no es muy común y dice que para finalizar lo que se tiene muestra las entalpías en mezclas con diferentes referencias para el libro del profesor García y para otro texto tradicional como el Smith Van Ness. Dice que si el proceso es adiabático y pregunta que pasa si el proceso es adiabático. Algunos estudiantes murmuran y el profesor responde que es por que puede trazarse una recta que pasa por los puntos del proceso y por lo tanto el balance de energía se realiza trazando la recta. Pregunta que cuando se está mas cerca de A, algunos estudiantes responden asertivamente y el profesor reafirma que depende de la masa. Explica que lo anterior permite leer la temperatura y la entalpia con la sola composición. Recalca que la importancia es que el proceso sea adiabático y que puede conocer la temperatura y la entalpia. Pregunta que sucede si el proceso no es adiabático. Nadie responde y reitera la pregunta pero los estudiantes no responden. El profesor responde que si no es adiabático, se hace como si fuera adiabático lo que ocasiona risas

en los estudiantes. Pregunta que ¿de donde sale que es una recta? Nadie responde y el profesor responde que de los balances de masa y energía.

El profesor pide dejar ahí por que tiene una tarea pendiente y dice que continúan el jueves 16. Algunos estudiantes se acercan al profesor, el profesor recoge sus elemento y va respondiendo las preguntas.

3:32 p.m.

ANEXO 4

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROFESOR 2 ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROFESOR 2

Fecha: 10 de marzo de 2015

Lugar: Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Tiempo de la entrevista: 19:43 minutos

Nombre del Entrevistado (PN): Profesor 2, Docente Termoquímica, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Entrevistador (MD): Miguel Ángel Delgado Gómez

MD: Introducción. En el marco del proyecto de investigación “CARACTERIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICOQUÍMICA EN DOS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR” liderado por el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química -DIDAQUIM- y realizado al interior del programa de Maestría en Educación de la Universidad Santo Tomás, se solicita atentamente responda las siguientes preguntas.

Cabe recalcar que sus respuestas, no tienen ninguna connotación en la evaluación del desempeño de los profesores; en tal sentido ésta tiene únicamente un valor académico para la investigación antes señalada. De antemano, agradecemos su disposición y tiempo para responder esta entrevista.

Características de la entrevista. La opinión de profesores de Físicoquímica de Instituciones de Educación superior es esencial... es esencial para esta investigación. Es importante resaltar que la información proporcionada es confidencial y sólo será utilizada para fines investigativos.

Entonces viene una primera pregunta ¿Cómo se comunica usted con los estudiantes en clase?

PN: Como se comunica...

MD: ... con los estudiantes en clase...

PN: ... con los estudiantes en clase... mmm... ésta es tan fácil de responder no? (risas) ... esta es la fácil; por que en eso pues hay muchoooo... me imagino lenguaje que tiene que ver con... con lo no verbal, no? O sea con el mensaje que tendrá que ver con la parte de ... corporal de... de las posiciones que uno adopte de ... de la introducción que haga o sea desde el mismo inicio de la clase... se, se debe generar como esa interacción... desde el momento inicial que usted ingresa al salón hay que buscar como captar la... la atención del estudiante pero... pues ahí los mensajes no son solamente verbales sino que tienen mucho que ver con la... con la actitud, con los gestos, con la articulación que haya y... y que adopte el profesor al iniciar la actividad.

MD: Bien, segunda pregunta. ¿Podría describir la dinámica del proceso de formación en su clase mencionado, en donde se desarrollan las mismas, con que frecuencia y que hace en una clase normal?

PN: Bueno no... eeehh... habíamos mencionado en... en ocasión anterior que... había diferentes actividades, no? Entonces pues depende de que tipo de actividades esté desarrollando por que hay unas que la presentación inicialmente es magistral, pero igualmente hay otras que... en las que se busca pues una mecánica más de talleres o de elaboración de problemas así como hay otras secciones en las que los estudiantes presentan ya diferentes temas de aplicación

y fundamentalmente en el caso mío lo que hacen es que ellos se encargan de presentar lo que tiene que ver con la aplicación de... de la... de los cálculos de equilibrio, de los conceptos de equilibrio a diferentes equilibrios que encuentran e identifican en procesos industriales entonces pues depende del tipo de actividad que se esté desarrollando.

MD: Bien, tercera pregunta, ¿Qué tipo de metodologías de enseñanza utiliza? Tip...os... U... usa algún tipo... en... alguna metodología de enseñanza?

PN: Mmm... digamos que la idea un poco en el fondo si es buscar... esencialmente que... no darle las respuestas a los estudiantes sino buscar que ellos de alguna manera construyan esa respuesta... mmm... eso si... esa discusión si es un poco... un poco... in... bu... es interesante y un poco compleja por que pues yo si no estoy de acuerdo con la... posición que toman algunos docentes... de buscar entregarles al estudiante de una manera muy continua, permanente y cuanti... y... y...y... de grandes proporciones una gran cantidad de materiales pues a que va desde que... si uno utiliza por ejemplo herramientas como el Blackboard ahora o el Moodle de ponerles todo tipo de materiales en termino de videos etcétera, etcétera, etcétera. Por que si se supone que el propósito es formar personas autónomas a mi me parece que ss... que dee... esa formación de personas autónomas tiene que ir desde... desde el momento en el que el muchacho de alguna manera busca, identifica y ve y analiza y selecciona un conjunto de materiales entonces uno si les entrega una serie de materiales pero no tratando de agotar eso... a mi si me parece que un poco... nuestro sistema educativo va muy bien la dirección de... de... de formar personas que se vuelven muy dependientes incluso en su proceso de formación y en la identificación de los materiales que utilizan para prepararse entonces el profesor tiene que decirles que problemas son los que van a... a resolver, tiene que identificarles que materiales sea en video o en cualquier otra forma son los que deben estudiar o sea en todo el proceso incluso en el proceso de preparación del estudiante todo quieren que sea completamente dirigido y eso pues naturalmente no permite la formación de esa autonomía en el grado en el que debiera.

MD: Bien profesor. Cuarta pregunta ¿Qué contenidos enseña en la asignatura?

PN: Contenidos...

MD: ... contenidos...

PN: No pues ahí si toca mirar (risas) e... e... el programa como está estructurado aquí...

MD: Siii...

PN: ... fundamentalmente cuando se toma el curso de termoquímica es continuación del curso de termodinámica. El curso de termodinámica está de alguna manera centrado en la primera y la segunda ley y espe... y específicamente para trabajarlo en sustancias puras mientras que el curso de termoquímica pues está centrado en... en la primera parte en el cálculo de propiedades para mezclas... toes pues aparece todo lo que tiene que ver con propiedades molares parciales, lo que tiene que ver con propiedades en exceso y luego un gran énfasis en... en los...en el estudio de los equilibrios de fase. Een... con en... con... con... gran especificidad en los equilibrios de fase de las operaciones unitarias mas frecuentes como la destilación, como equilibrio liquido-liquido, incluso como el caso de secado o... la solubilidad de solidos en... en líquidos o la parte de adsorción... toes con énfasis muy grande en es... en el equilibrio de esas fases.

MD: Bien, quinta pregunta ¿(carraspeo) Cómo y en que momento utiliza las prácticas de laboratorio?

PN: No, como está estructurado aquí... en nuestro plan curricular de ingeniería química laboratorio está después... ssea las prácticas de laboratorios están... están agrupadas en... en un laboratorio que se denomina... en una asignatura que

se denomina laboratorio de propiedades termodinámicas y de transporte. Entonces durante un semestre ellos luego de que han visto toda la teoría... entran a trabajar... la parte de laboratorio... pero la concepción aquí de laboratorios si diría que si es un poco diferente por que la idea aquí de laboratorio es que el estudiante debe tener mucha autonomía en la selección desde... y en la propuesta desde el diseño mismo de la práctica o sea debe proponer su procedimiento de cálculo incluso pues ese laboratorio se remata con una práctica especial al final donde el estudiante identifica propo... hace una propuesta, planea, consigue los reactivos, consigue los equipos, hace los montajes que requiera y finalmente pues elabora la práctica y saca unas conclusiones entonces la idea es que... haya mucha... autonomía y desarrollo entonces de esa... de esa unidad en esas practicas, no es tanto centrado en... en como podría ser a otro nivel en que el estudiante ee... aplique una especie de receta y tenga un procedimiento ya definido no? sino es que tenga mucha autonomía en esas decisiones... que le permitan planear y generar... y generar mucha capacidad en planeación.

MD: Las dos siguientes preguntas, de acuerdo con lo que ha dicho pues no se si tengan relevancia pero las voy a hacer de todos modos es... eeh... ¿Cómo y en que momento utiliza las prácticas de laboratorio? Aah esa ya la hice... cier... cómo y en que momento... utiliza... no esa fue la... perdón sexta pregunta es ¿Qué propósito tienen las prácticas de laboratorio?

PN: Ahis... como le mencionaba...

MD: Sssii...

PN: ... o sea fundamentalmente pues la idea es que no solamente pues ahí lo que... lo que va en esa... a hacer la experimentación y... y analizar el cumplimiento de las leyes de la termodinámica pero adicionalmente y como fundamental está la parte de... de planeación y de habilidad para planear y para lograr y para diseñar esas... esos procedimientos experimentales.

MD: ¿y... cuáles son las actividades que adelantan los estudiantes de laboratorio... en el laboratorio?

PN: Pues aquí como lo tenemos estructurado... ellos deben elaborar primero un preinforme... ese preinforme lo sustentan... mínimo dos días hábiles antes de la práctica ante el profesor... si el profesor considera que tiene la preparación adecuada... que conocen el procedimiento... que conocen las cantidades que conocen los equipos que van a utilizar entonces los autoriza a que... a que realicen la práctica en la sesión que están asignada.

MD: ¿Habitualmente le propone a los estudiantes... prepararse para las secciones de teoría como de práctica?

PN: O sea la idea en el caso miiiio fundamentalmente es que... cuando... voy a iniciar cualquier... capítulo de teoría... les asigno de una vez los problemas que deben... ir trabajando para que... para de alguna manera más cercano o paralelo a la teoría... vayan revisando eso problemas y vean como se relacionan con la parte de... de desarrollo teórico que... en el que vamos avanzando

MD: ¿Cómo desarrolla actividades para que los estudiantes resuelvan ejercicios de lápiz y papel?

PN: Pues u... e... hay actividades en clase, no? Pero también está pues la... las actividades de... presentación de los... especie de talleres o sea se les asignan problemas de diferentes textos que ellos deben resolver. Algunos de esos problemas por ejemplo tienen componentes que vayan más allá... del... del enunciado mismo del ... del ejercicio en un texto. Por ejemplo eeh... en es... aquí trabajamos harto por ejemplo el problema es en el carbono d... del diamante y del grafito ...tonces adicionalmente a la mirada del problema ellos deben revisar en la literatura, identificar, conseguir y estudiar, un artículo o en alguna publicación donde se hable de como es el proceso industrial de síntesis de... diamante a partir

del carbono para establecer como ese nexo y tener como ese contexto... entonces esta asociado así más allá de lo... de... del enunciado muy seco del problema, no?

MD: ¿El curso se orienta preferencialmente por preguntas orientadoras o contenidos temáticos?

PN: No, por contenidos temáticos.

MD: Eeh... pregunta once, ¿Cualquiera que sea la respuesta, podría profundizar por que el sentido de la misma... por?

PN: ¿Por qué por contenidos temáticos? Pues eeeh... aquí funcionamos de esa manera no? o sea hay un contenido que hay que cumplir y ese contenido pues es lo que esta plasmado en el programa. Digamos que uno si podía pensar en... en... en... en hacer una especie de docencia socio... un nuevo proyecto y trabajar con base en proyectos... pero... pero lueem... ... la experiencia es queeee... la autonomía que necesita el estudiante el desarrollo mismo se dificulta y el manejo de grupos tan grandes se dificulta... se dificulta ese trabajo así... en el... bue... en otras asignaturas si por ejemplo nosotros tenemos una asignatura que es taller uno y en la asignatura de taller uno si fundamentalmente se trabaja por proyectos... por que es una asignatura en la que... se busca que el estudiante... que va alrededor de cuarto quinto semestre integre los conocimientos de diferentes áreas. Entonces es así como de manera explicita esta relacionada y... y la actividad fundamental es el desarrollo de un proyecto que se hace en... en tres fases en tres etapas... pero en los cursos teóricos como en el de termoquímica no trabajan de esa manera.

MD: Pregunta doce. ¿Desarrolla con frecuencia prácticas extracurriculares? Visitas a empresas?

PN: No!!!... no, no... eventualmente si pero no es usual. Y no es usual por que aquí como tenemos nosotros la estructura... en una época siiii... la de eeh... la... la programación de las prácticas era muy individual y dependiendo del profesor pues el profesor programaba algunas prácticas pero ahora nosotros para optimizar el manejo del recurso... entonces... las prácticas las tenemos programadas de manera centralizada de tal manera que las prácticas están programadas y manejadas por la sección de... de diseño de procesos a nivel de... séptimo, octavo, noveno semestre... entonces a los estudiantes se les ofrece... a los estudiantes de ingeniería química, se les ofrece eeh... todos los semestres tres salidas y ellos eligen pues ahí una de ellas pero todos los semestres están programadas tres salidas y la idea es que... que a esas salidas concurren estudiantes de varios semestres. Eventualmente en algunos casos si hacemos alguna salida pero no es muy usual.

MD: Pregunta trece. ¿Qué metodologías e instrumentos de evaluación usa habitualmente en el curso?

PN: Pues de la parte metodológica ya mencioné que... las tres actividades fundamentales digamos, y ya de la parte de evaluación pues estaaamm... la pre... la pre... ellos deben entregar talleres pues se les hace una especie de quices sobre esos talleres... eeh... ellos deben de... realizar un... al final un proyecto que es pues eeh... el... la elaboración... el cálculo!!! Utilizando algún modelo de... de equilibrio de fases fundamentalmente equilibrio liquido vapor o equilibrio liquido liquido y de la misma manera como lo mencione antes ellos exponen sobre un proceso... químico no?... entoes... se están orientados varios procesos químicos entonces se le sugiere que pueden exponer sobre extracción de aceites, pueden exponer sobre obtención de etanol absoluto, pueden exponer sobre producción de eeh... obtención de sal, pueden exponer sobre liofilización del café o sea ellos escogen un proceso, hacen la presentación de ese proceso en ese proceso deben identificar cuales son la operaciones que ocurren asociadas a equilibrio de fases y deben hacer la aplicación del concepto de equilibrio de fases

a cada una de esas operaciones así como hacer alguna descripción o alguna aproximación de los equipos que se utilizan para eeese... para esa operación unitaria.

MD: Bueno profesor y por último, ¿cómo explica usted los resultados negativos que puedan tener sus estudiantes?

PN: Jajajajaja (risas)... los resultados negativos... pues sobre eso hay mucha... cosa... pero creo que... y yo insisto aquí con eso y soy cansón con eso... que tenemos que avanzar más en la dirección de dejar de dar opiniones para ir hacia la vue... la evaluación y tener la verdad... pues aquí si... pues generalmente estamos en la fase de dar opiniones incluso hacemos reformas académicas basados en opiniones cuando no se ha hecho una verdadera... evaluación... en el caso nuestro estamos en mora ya hace siete años de evaluar lo que pasó con la reforma académica... yyy... algunos mencionan que en razón de la reforma por ejemplo la calidad de nuestros estudiantes ha bajado de manera... significativa sin embargo no están las mediciones o sea eso no tiene un soporte mas objetivo sino se vuelve una percepción muy personal; lo que si en general observa uno es que tienen por ejemplo, algunos, un porcentaje que puede ser importante, algo que... que pues se menciona de alguna manera reiterada y es que la formación que traen en los cursos... previos sobre todo de bachillerato no es la mejor... vienen con muchas lagunas... vienen con muchas lagunas sobre todo en la parte conceptual de matemática, de química, etcétera y lo que si es evidente es que nuestros estudiantes... jrmm (carraspeo)... aprenden para responder un parcial... pero no aprendeeenn... y digamos que eso parecería esencial para ellos... peroooo... eeh... umm... no aprenden con la... con el propósito o sea su propósito no es el conocimiento, la ciencia, el aprendizaje, sino su propósito parecería que en algunos casos es... tener las herramientas para aprobar una asignatura en un conocimiento que muchas veces mmm... se vuelve muy... muy de un periodo muy corto por que el siguiente semestre ya como que... poco tienen esa facilidad para... para poder asociar, integrar y esa autonomía o sea... hay que... yo si creo que hay que trabajar mucha mas en la parte de... de autonomía y de capacidad de autoaprendizaje que da la impresión de que... de que... esa parte muy poco y la educación se vuelve muy memorística.

MD: Listo... jummm (carraspeo) nuevamente muchas gracias por acceder a responder esta entrevista y por su colaboración a lo largo de la investigación, insistimos en la confiedin...confidencialidad de los datos recolectados. Listo profesor diez y veintidós veintidós minutos... yo estaba mirando... elll... toda la colaboración que sumercé me ha pres...

ANEXO 5

SYLLABUS UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

	UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSE DE CALDAS Facultad de Ciencias y Educación Proyecto Curricular de Licenciatura en Química
---	---

SYLLABUS 2014 - I

Espacio Académico: QUÍMICA FÍSICA I (TERMODINÁMICA)			Código: 6021 - 01
Prerrequisitos: Matemáticas (Diferencial e integrales, Químicas Básicas e Inorgánica, Estadística.			
Obligatorio Básico: X		Obligatorio Complementario	
Electivo Intrínseco		Electivo Extrínseco	
Créditos: 2	HTD: 2	HTC: 3	HTA: 1
Docente Encargado:			

FINALIDADES EDUCATIVAS DEL ESPACIO ACADEMICO (Sociales y Profesionales):

La cuantificación y las relaciones de energía tanto en las transformaciones físicas como químicas, se constituye en conocimiento imprescindible para cualquier licenciado en química de cualquier institución educativa. Para lograr esto, el estudiante debe contar diversas habilidades experimentales y de desempeño en el laboratorio aplicable a situaciones de la vida cotidiana así como conocimientos históricos que le permitan tanto aprender cómo enseñar estas situaciones. Así mismo como herramientas para la enseñanza de Química Física y específicamente de la Termodinámica, es ventajoso que el estudiante conozca la evolución histórica de las prácticas experimentales y los instrumentos científicos así como del pensamiento científico experimental teniendo en cuenta la relación existente entre los procedimientos, los materiales y el modelo del fenómeno cuyas interrelaciones por parejas, generan diferentes alternativas experimentales. Esto le permitirá, entre otras cosas, explicar por qué ocurren diversas situaciones, establecer los diferentes tipos de energía involucrada en un proceso, apropiarse la forma como debe abordarse la cuantificación de energía involucrada en un proceso a partir de conceptos como calor específico, calor latente, calor sensible, tipo de proceso, apropiarse o darse cuenta que la influencia o manejo de energía, no es un tema metafísico sino científico y que esto es un punto de partida necesario para temas actualizados de la Físicoquímica y desde la visión del conocimiento científico y de la ciencia, que muchos de los fenómenos inexplicables, pueden ser explicados a través de la misma.

SECUENCIACION DE CONTENIDOS

CONCEPTUALES (Saber)		ACTITUDINALES (Saber – Hacer)	PROCEDIMENTALES (Hacer)
Núcleos Problémicos	Temas		
¿Qué factores influyen en el cambio de fase o temperatura de una sustancia cuando se le suministra energía en forma de calor?	Propiedades de las Sustancias. Definición, clasificación, presión, presión de vapor (ecuación de Clausius Clapeyron: cálculos, gráfica e interpretación), cambios de presión, volumen y temperatura en sólidos, líquidos y gases, fenómenos	¿Cuáles propiedades de una sustancia cambian cuando se le suministra energía en forma de calor? Cuando las sustancias se calientan ¿todas cambian su temperatura?. El número de moles de un gas contenido en un cilindro metálico será igual cuando las condiciones son ideales o reales?	El estudiante debe estar en capacidad de identificar las propiedades que cambian en un sistema de acuerdo a las características de sus límites de tal forma que sepa, pueda explicar, argumente y enseñe los fenómenos que ocurren en la naturaleza relacionados con los cambios de propiedades.
¿Si una sustancia líquida se encuentra en un recipiente abierto en el laboratorio, que tipo de sistema			

representa?	de superficie, diagrama de fase (binarios) y P-V-T.	¿Cuáles deben ser las características de un sistema para que la ocurrencia de un proceso sea isobárico?	
	Sistemas y Procesos. Definición de sistema, clases de sistemas termodinámicos: sistema abierto, sistema cerrado, sistema aislado, propiedad termodinámica, estado termodinámico y función de estado, tipos y propiedades de sistemas termodinámicos comunes en el laboratorio, definición de proceso, tipos de procesos y procesos comunes en el laboratorio.		
¿Cómo cuantificar el calor requerido para calentar una sustancia? ¿Qué relación existe entre la energía interna y la entalpía de un sistema?	Energía. Definición, tipos de energía (cinética, potencial, interna), calor temperatura, capacidad calorífica, calor específico, trabajo (tipos), entalpía, temperatura. Formulación de la ley cero de la termodinámica. Unidad didáctica Lavoisier.	¿Cómo establecer la temperatura de equilibrio que alcanza un sistema al ponerse en contacto con sus alrededores? ¿Cuánta energía se libera o gana una sustancia al alcanzar el equilibrio térmico con otra sustancia? ¿Qué factores afectan la transferencia de calor?	El estudiante debe estar en capacidad de identificar y cuantificar los diferentes tipos de energía involucrados en un proceso físico de tal forma que pueda dar soluciones a problemáticas ambientales y sociales y a su vez estar en capacidad de enseñar dichas cuantificaciones de manera argumentada y basado en experiencias de laboratorio basadas en metodologías científicas.

	Primera Ley de la Termodinámica. Ley de la conservación de la energía. Formulación de la 1ª ley de la termodinámica. Primera Ley aplicada a los diferentes tipos de procesos: isobáricos, isocóricos, isotérmicos, adiabáticos.	La energía que libera un cuerpo es igual a la energía que gana otro cuerpo cuando alcanzan el equilibrio térmico? ¿Cómo cuantificar los diferentes tipos de energía presentes en un cuerpo de acuerdo a los cambios que ocurren en él?	El estudiante debe estar en capacidad de identificar los diferentes tipos de energía involucrados en un proceso físico de tal forma que se pueda establecer el principio de la conservación de la energía y así mismo establecer mediaciones experimentales que le permitan explicar y mostrar dicho principio.
¿Cómo se cuantifica la energía no aprovechable en un proceso, tanto para un sistema abierto como para un sistema cerrado?	Segunda y Tercera Ley de la Termodinámica. Reversibilidad, irreversibilidad y espontaneidad de un proceso. Cambios de entropía. Formulación de la 2ª ley de la termodinámica. Formulación de la 3ª ley de la termodinámica. Aplicación de la 2ª y 3ª ley de la termodinámica a distintos procesos (Ciclo de Carnot y eficiencia de una máquina, entropía en un sistema, entropía del entorno, entropía del universo).	Toda la energía que se transfiere desde un foco a alta temperatura hacia un foco a baja temperatura se puede aprovechar para realizar un trabajo? ¿Todo el trabajo realizado por una máquina es aprovechable?	El estudiante debe estar en capacidad de identificar en cuales procesos de la naturaleza, no existe un completo uso de la energía entregada y por lo tanto, establecer la eficiencia del proceso y su relación con la tendencia natural a aumentar la entropía o desorden molecular.

PRACTICAS DE LABORATORIO

¿Cómo influye la temperatura en la presión de vapor de un líquido?	¿Cómo puede cuantificarse la cantidad de vapor de agua evaporada dentro de una burbuja encerrada en un probeta a medida que cambia la temperatura y así determinar la relación que existe entre la temperatura y la presión de un vapor? Existe alguna relación entre la presión de vapor de un líquido y la cantidad de energía en forma de calor necesaria para vaporizarlo?	El estudiante debe estar en capacidad de plantear un problema y sus hipótesis relacionado con la influencia de la temperatura sobre la presión de vapor de un líquido, proponer un diseño metodológico experimental fundamentado teóricamente que le permita la adquisición de datos necesarios para transformarlos en resultados e interpretarlos en grupo y así obtener conclusiones que le permitan aceptar o rechazar sus hipótesis y así dar solución o no al problema planteado.
¿Cómo determinar la tensión	¿Cómo puede cuantificarse la fuerza intermolecular que existe en la	El estudiante debe estar en capacidad de plantear un problema y sus hipótesis

superficial de un líquido y cómo la afecta la presencia de un soluto?	superficie de un líquido a partir de la acción de la fuerza de gravedad sobre la masa de una gota de líquido que pende de la boquilla de una bureta? ¿De qué manera se verá afectada la masa de la gota y por ende la fuerza de tensión superficial si se cambia de sustancia o si se adiciona un soluto? ¿Existe alguna relación entre el peso molecular de la sustancia y tensión superficial?	relacionado con la determinación de la tensión superficial de un líquido y su influencia ante la presencia de un soluto, proponer un diseño metodológico experimental fundamentado teóricamente que le permita la adquisición de datos necesarios para transformarlos en resultados e interpretarlos en grupo y así obtener conclusiones que le permitan aceptar o rechazar sus hipótesis y así dar solución o no al problema planteado.
¿Cómo determinar la viscosidad de un líquido y su relación con el peso molecular del mismo?	¿Cómo puede cuantificarse la fuerza intermolecular existente en el interior de un líquido cuando este fluye en régimen laminar por dentro de un capilar? ¿Existe alguna relación entre la viscosidad de un líquido y su peso molecular?	El estudiante debe estar en capacidad de plantear un problema y sus hipótesis relacionado con la determinación de la viscosidad de un líquido y la influencia del peso molecular, proponer un diseño metodológico experimental fundamentado teóricamente que le permita la adquisición de datos necesarios para transformarlos en resultados e interpretarlos en grupo y así obtener conclusiones que le permitan aceptar o rechazar sus hipótesis y así dar solución o no al problema planteado.
¿Cómo determinar el calor de fusión del hielo utilizando el calorímetro de Lavoisier?	¿Cuáles fueron los principios en los que se basó Lavoisier para establecer una relación entre la masa de un objeto caliente y la masa de hielo que derrite al alcanzar el equilibrio térmico? ¿Con los resultados de la anterior relación, puede determinarse el calor que requiere una determinada masa de hielo para fundirse?	El estudiante debe estar en capacidad de plantear un problema y sus hipótesis relacionado con la determinación del calor necesario para fundir una masa de hielo, proponer un diseño metodológico histórico experimental fundamentado teóricamente que le permita la adquisición de datos necesarios para transformarlos en resultados e interpretarlos en grupo y así obtener conclusiones que le permitan aceptar o rechazar sus hipótesis y así dar solución o no al problema planteado.
¿Cómo determinar el calor de fusión del hielo utilizando un calorímetro convencional de mezcla?	A partir de la Ley cero de la termodinámica puede establecerse cuanto calor gana y cuanto calor cede cada uno de los elementos constituyentes de un calorímetro de mezcla? ¿a partir de los cálculos anteriores, puede determinarse la cantidad de energía en forma de calor que necesita una determinada masa de hielo para fundirse?	

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	
GENERICAS	ESPECIFICAS PROFESIONALES
- Competencias comunicativas. Que el estudiante tenga la capacidad de expresar en contexto, los análisis y resultados de los balances energéticos involucrados en un proceso y pueda describir la posibilidad, con base en la leyes de la termodinámica, si dichos procesos son reversibles o no de tal forma que se establezca su factibilidad.	- Contar con conocimiento y habilidades para cuantificar la cantidad de energía liberada o incorporada en un proceso determinado. - Conocer el comportamiento de las sustancias cuando se calientan teniendo en cuenta que no siempre un calentamiento o

- Competencias argumentativas. Que el estudiante tenga la capacidad de defender y persuadir a sus pares acerca de los diferentes tipos de energía involucrados en un proceso, su efecto sobre el estado y las propiedades de la sustancia así como la factibilidad de que dicho proceso ocurra o no con base en las leyes de la Termodinámica. - Competencias interpretativas. Que el estudiante sepa en cuales procesos o situaciones y en qué momentos, puede realizar balances de materia y energía que le permitan saber, cuantificar e interpretar su eficiencia y productividad. - Competencias propositivas. Que el estudiante pueda proponer y asumir una posición constructiva y creativa, de tal forma que plantee opciones o alternativas para dar soluciones a situaciones problémicas a partir de la elaboración de hipótesis, que le permitan dar argumentos para el mejoramiento de procesos basado en la determinación de la energía producida, requerida y aprovechada en los procesos.	enfriamiento implica cambios de temperatura. - Poseer competencias experimentales y de trabajo en laboratorio aplicables a situaciones de la vida cotidiana así como conocimientos históricos que le permitan tanto aprender cómo enseñar estas situaciones. - Conocimiento sobre la evolución histórica de las prácticas experimentales y los instrumentos científicos así como del pensamiento científico experimental teniendo en cuenta la relación existente entre los procedimientos, los materiales y los modelos de lo fenómeno cuyas interrelaciones generan diferentes alternativas experimentales.
--	---

OBJETIVOS	
DE ENSEÑANZA	DE APRENDIZAJE
- Presentar una relación clara de los conceptos y proporcionar explicaciones claras del porque ocurren determinadas situaciones relacionadas con la transferencia de masa y energía. - Brindar mecanismos para el establecimiento de los diferentes tipos de energía involucrados en un proceso. - Predicción del sentido que tomará un proceso a partir de la energía Libre de Gibbs.	- Creación de instrumentos por parte del estudiante como prácticas, ensayos, guías didácticas, mapas conceptuales que permitan enseñar lo aprendido. - Apropiación de la forma como debe abordar la cuantificación de energía involucrada en un proceso a partir de conceptos como propiedades de las sustancias, calor, calor específico, calor sensible, calor latente, entropía y energía libre de Gibbs - La influencia o manejo de la energía no es un tema metafísico sino científico y punto

	de partida para temas actualizados de la Fisicoquímica. - Como explicar que muchos de los fenómenos inexplicables pueden ser explicados a través de la Fisicoquímica desde una visión del conocimiento científico.
--	---

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA:

- Test de ideas previas
- Elaboración de mapas conceptuales
- Lecturas en contexto tanto histórico como actual en las que se tenga en cuenta lo social y el medio en el que se desarrolla la ciencia.
- Construcción de dispositivos de laboratorio que le permitan al estudiante ver la relación existente entre los procedimientos, los materiales y los modelos de lo fenómeno.
- Análisis de postulados.
- Planteamiento de solución a problemas a partir de la investigación teórica, generación de hipótesis, establecimiento de variables y parámetros, planteamiento de diseños experimentales, obtención de datos relacionados así como del análisis de los resultados y obtención de conclusiones.
- Plenarias

CALENDARIO EVALUACIONES					
Corte	TIPO DE EVALUACIÓN	FECHA	PORCENTAJE		
1°	a. Primer parcial conjunto b. Preinforme Laboratorio c. Informes de laboratorio d. Talleres e. Autoevaluación	7° Semana: 17 al 21 de marzo	40% 20% 25% 10% 5%	35%	70%
2°	a. Segundo parcial conjunto b. Preinforme Laboratorio c. Informe de laboratorio d. Talleres e. Autoevaluación	14° Semana: 12 al 16 de mayo	40% 20% 25% 10% 5%	35%	
3°	Examen Final	17° Semana: 2 al 6 de junio	30%		30%
Hab	Habilitación	18° semana	30% acumulado		70% hab

BIBLIOGRAFIA, HEMEROGRAFIA, CIBERGRAFIA:

Texto(s) Guía(s):

Cengel Yunus. Termodinámica. Ed Mc Graw- Hill.

MARON Y PRUTTON. Fisicoquímica. Editorial Limusa.

Textos complementarios:

LEVINE, Ira N. Fisicoquímica. Editorial Mc Graw - Hill

REYNOLD'S. Termodinámica. Editorial Mc Graw- Hill.

IRVING – GRANET. Termodinámica. Editorial Prentice – Hill

VAN WYLEN. Fundamentos de la Termodinámica. Editorial Limusa.

SMITH/ VAN NESS. Introducción a la termodinámica. Editorial McGraw Hill.

FAYRES. Termodinámica. Editorial Mc Graw Hill.

REVISTAS

JOURNAL CHEMICAL EDUCATION. 1962 – Ultimas Publicaciones.

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. 1995- Ultimas Publicaciones.

PETROCHEMICAL DEVELOPMENTS. 1995 – Ultimas Publicaciones.

CHEMICAL ENGINEERING. 1985. Ultimas Publicaciones.

HYDROCARBON PROCESSING. 1985 – Ultimas Publicaciones.

OIL AND GAS JOURNAL. 1994 – Ultimas Publicaciones.

DIRECCIONES EN INTERNET

www.chemweb.com

www.virtual.unal.edu.co

www.chemedia.com

ANEXO 6

RESEÑA CLASE PROFESOR UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Reseña clase profesor 1

10-dic-2014

2:17 p.m. El profesor inicia recordando los temas vistos en la última clase como la eficiencia térmica y las ecuaciones usadas para relacionar las transferencias de energía entre foco caliente y frío y les dice que encontró algunas ecuaciones como la de la eficiencia en un refrigerador, de la bomba de calor y de la temperatura termodinámica esta última, la cual no va a deducir. El profesor recibe una llamada, los estudiantes mientras tanto conversan entre ellos pero no logran establecer el tema.

2:22 p.m. El profesor regresa y retoma el concepto de temperatura termodinámica la cual está relacionada con los calores transferidos lo cual es demostrable y que está en el libro. Explica que el concepto es para máquinas reversibles y pregunta a los estudiantes que es una máquina reversible. Una estudiante habla y el profesor procede a explicar a través de un ejemplo cotidiano, el concepto de reversibilidad e irreversibilidad lo cual está relacionado con procesos rápidos y por etapas y toma otro ejemplo relacionado con hacer rebotar plastilina y retoma el ejemplo inicial.

2:54 p.m. El profesor explica a sus alumnos temas relacionados con el cálculo de los diferentes tipos de energía en un proceso cerrado. El profesor eventualmente pregunta a sus estudiantes en relación con los cálculos y los conceptos que está presentando. El profesor recibe llamadas a celular y sale del salón para contestarlas. Los estudiantes quedan solos y algunos hablan entre ellos pero no se logra determinar el tema de la charla. Los estudiantes se ubican de forma desordenada pero de 6 estudiantes en fondo.

3:00 p.m. El profesor regresa y pregunta a los estudiantes que ¿cuánto dio el cálculo de determinado valor?. Uno de los estudiantes le contesta. Este valor es usado para el cálculo de la energía interna, escribe la expresión matemática en el tablero y pregunta nuevamente que cuánto les da? Un estudiante pregunta que por qué no se hace el cálculo de determinada manera y el profesor responde que no por ser propiedades o funciones de estado. Otro estudiante interviene corrigiendo el valor calculado anteriormente, el profesor pide disculpas y corrige. Pregunta que cuánto da el calor, una estudiante responde y el profesor procede a calcular el calor. Pregunta a los estudiantes cuánto les da y concluye cual es el valor del calor transferido.

3:03 p.m. Uno de los estudiantes pregunta que por si luego la temperatura no deben ser la del final menos la del inicial. El profesor le da la razón, corrige, pide disculpas por equivocarse y recalcula todo y pide analizar que es lo que sucede o que se puede concluir con cada uno de los valores calculados de calor, trabajo y energía interna.

3:06 p.m. El profesor ahora sugiere recalcular los valores de energía en el proceso y procede a hacer el cálculo del cambio de entalpía y en cada momento pregunta que si está entendido lo que está haciendo. Procede a calcular la entalpía y pregunta en cada momento el valor de las temperaturas, C_p y pregunta a los estudiantes a que es igual ΔH . Algunos estudiantes toman la calculadora, determinan el valor y se lo dan al profesor quien lo copia en el tablero. El profesor procede a calcular la energía en el siguiente proceso y pregunta que sucede con la energía interna para el siguiente proceso. Pregunta por qué se considera el valor de trabajo como cero, algunos estudiantes responden entre dientes y el profesor pregunta que si es claro y procede a calcular el valor. Se acerca a los estudiantes y pregunta cuánto les dio? Una estudiante calcula después de un tiempo y responde y el profesor procede a colocar el valor en el tablero.

3:13 p.m. El profesor procede a calcular el calor total para lo que hace la suma y pregunta a los estudiantes que cuánto da y una estudiante responde y el profesor procede a resaltar que dicho valor da igual al calculado anteriormente por otra vía y explica por qué el cálculo por un camino es menos dispendioso que el otro y se verifica lo que es una

función de estado. Una estudiante pregunta que por que no existe trabajo en el proceso isobárico y el profesor explica que ya está contemplado en el valor de la entalpía.

3:15 p.m. El profesor pregunta por la hora y sugiere hacer una nueva clase y propone la realización de ejercicios para ser tenidos en cuenta dentro de la nota final y que, quienes no vayan a la clase no pueden entregar los ejercicios, y el examen valdría el 100% y quienes entreguen los ejercicios valdrán 30%

3:17 p.m. El profesor procede a resolver otro de los ejercicios propuestos y explica el motivo por el cual lo colocó en comparación con el anterior. Algunos estudiantes corrigen las unidades del problema a lo cual el profesor asiente y acepta la corrección. Continúa leyendo el problema y de acuerdo con cada especificación procede a interpretarlo a partir de una ecuación en el tablero. El profesor explica de manera jocosa que el proceso aparentemente es igual que el anterior y que es lo que sucede con el calor: Hace un diagrama y lee que se pide encontrar la temperatura final. El profesor comenta que el estado 1 está completamente definido y pregunta como se puede definir el estado 2. Algunos estudiantes vislumbran que es lo que debe hacerse y el profesor empieza a resolver el problema planteado una expresión matemática que debe calcularse y procede a explicar y preguntar a los estudiantes sobre la forma como debe resolverse. Explica que debe hacerse una interpolación y procede a preguntar los valores y a explicar como debe calcularse de manera fácil y explica de que manera calcularse multiplicándolo por algo, dividiendo por esto otro y volviendo multiplicar por algo y una estudiante dice que!!!??? El profesor continúa el cálculo y lo determina preguntando a los estudiantes que cuanto da el valor.

3:26 p.m. El profesor procede a calcular otro valor y explica que el calor está entre dos valores y pregunta que como hace para calcular el valor buscado y lo pregunta a los estudiantes quienes lo dan.

3:29 p.m. Pregunta que qué se necesita hacer para calcular el calor. Algunos estudiantes responden y el profesor reafirma teniendo en cuenta lo que han dicho, procede a calcular el Delta de H en el estado 1 y estado 2 y sugiere de debe interpolarse. Pide los valores intermedios para calcular por interpolación. Los estudiantes dan los valores y el profesor comenta que antes entienden con tanto ruido que hay afuera; pregunta que cuanto da la interpolación? Algunos estudiantes hacen cálculos rápidos y responden. Dice que ya se tiene la entalpía 2 y que hace para calcular la otra entalpía. Procede a afirmar que es la calidad, pregunta que es la calidad, algunos estudiantes responden y procede a calcularla.

3:35 p.m. Hay silencio y una estudiante lo dice pero no es correcto y el profesor le explica por que. Ahora procede a calcular la entalpía. Se acerca a ellos y habla algo, y después una estudiante le responde. El profesor copia los resultados en el tablero.

3:37 p.m. el profesor guarda silencio, pregunta y escribe el valor obtenido, los estudiantes lo confirman. Explica finalmente a que es igual el calor escribiendo la fórmula con base en los resultados calculados anteriormente y pide cambiarlo de unidades preguntado a los estudiantes como hacerlo y por que y uno de los estudiantes responde.

3:41 p.m. El profesor pregunta que si está claro y ahora dice que queda fácil hacer el diagrama PV y que si la presión es constante como va a hacer el diagrama acorde con los datos. Halla el comportamiento y pregunta que si hay alguna pregunta.

3:43 p.m. Pide continuar con otro ejercicio y habla algo con ellos que no se alcanza a oír. Explica como se debieron haber resuelto otros ejercicios y pide que debe cancelarse la clase del lunes y hacerla el martes a determinada hora.

3:46 p.m. Un estudiante pregunta algo relacionado con un material y le pide que deben entregarlo el martes y le agradece por recordarle. Otros estudiantes se le acercan a recordarle algo y pide modificar la hora de clase del martes.

3:47 p.m. El profesor borra el tablero, un estudiante se acerca a preguntarle algo otros estudiantes en su puesto de trabajo explican a los demás como hicieron determinado calculo de un informe

ANEXO 7

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROFESOR UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROFESOR D

Fecha: 20 de febrero de 2015

Lugar: Coordinación Laboratorios de Química – Macarena B, Universidad Distrital
Fco. José de Caldas, Bogotá

Tiempo de la entrevista: 14:27 minutos

Nombre del Entrevistado (PD): Profesor 1, Docente Química Física, Coordinador
Laboratorios Sede Macarena B, Proyecto Curricular de Licenciatura en Química,
Bogotá

Entrevistador (MD): Miguel Ángel Delgado Gómez

MD: En el marco del proyecto de investigación Caracterización de la enseñanza de la fisicoquímica en dos (2) instituciones de educación superior, liderado por el grupo de investigación en Didáctica de la Química – Didaquím y realizado al interior del programa de Maestría en Educación de la Universidad Santo Tomás, se solicita atentamente responda las siguientes preguntas; cabe recalcar que sus respuestas no tienen ninguna connotación en la evaluación del desempeño de los profesores, en tal sentido este tiene únicamente un valor académico para la investigación antes señalada. De antemano, agradezco su disposición y tiempo para responder esta entrevista.

PD: Listo sumercé

MD: Características de la entrevista. La opinión de los profesores de Fisicoquímica de las Instituciones de Educación superior es esencial para esta investigación. Es importante resaltar que la información proporcionada es confidencial y sólo será usada para fines investigativos.

PD: Solo será usada en su contra. Pero la profesora Beatriz va a escuchar (risas)... no, es que me van a entrevistar

MD: Bien, entonces pregunta número uno (1). ¿Cómo se comunica usted con los estudiantes en clase?

PD: Pues yo les digo que si hay preguntas... o sea básicamente... eso... bueno hay alguna pregunta? Quedó claro por que es esto es así y así... cosas así... o sea... y pues si ellos levantan la mano pues... y les digo, bueno, que... que es lo que desean saber... que quieres que aclare... pero normalmente cuando yo termino de explicar algo le digo, bueno, quedo claro por qué esto es así o quedo claro cómo funciona tal cosa o quedo claro los procedimientos que se siguieron para llegar a esto?

MD: Si...

PD: ... o...y también le digo, tienen alguna pregunta? Lo que pasa es que decir que ti... tienen alguna pregunta, como que... es demasiado etéreo, como se di... ellos pueden tener dudas y uno dice quedó ninguna pregunta y no van a preguntar; entonces por eso es que yo hago preguntas específicas quedó... claro por qué esto esta restando por ejemplo o por qué eee... una máquina funciona así? o por qué es necesario que tenga tal cosa?

MD: okey... de pronto yo... no sé... orientaría la pregunta... porque... o sea... de acuerdo con eso vería que... la comunicación esta dada es... dependiendo de una respuesta hacia lo que ellos pregunten, o sea que si ellos no preguntan no habría comunicación... de pronto se refiere como se comunica con los estudiantes... eehh... de qué manera? correos... no sé... eeeh..

PD: ... aahh verbalmente si?

MD: verbalmente... ciento por ciento. Listo segunda pregunta. ¿Podría describir la dinámica del proceso de formación en su clase? mencionando en donde desarrolla sus clases, con qué frecuencia las realiza, ¿Qué hace en una clase normal?

PD: Dos horas a la sema... dos veces a la semana nos reunimos... eee..en salones, a veces en los laboratorios... pues... eeh... ahí también dicto clase... ¿Qué hago en una clase normal? Comienzo haciendo preguntas... a ellos siempre les pongo a leer a ellos. Después les digo bueno que leyeron? Y comienzo a verificar la lectura y pues ahí comienzan ellos como a... los que leyeron ... no? (Risas) ... comienzan a ... (risas) a aflorar las dudas... entonces comien... trato de resolverlas ahí ... si son cosas sencillas ... o sea como a tratar de aclararles en ese momento, o sea, lo que yo trato es de que... ellos como que se activen... como que ... entren en el contexto de la cosa... entonces les pregunto... como le fue? Que piensan de tal cosa? Eeehh ... eh... lo que yo decía comienzo a aclarar sus dudas... yo... les resuelvo de una forma muuy superficial ... el ... pa'que el concepto... y después de eso si comienzo la clase... entonces...y pueees a medida que voy avanzando y llego al punto donde se contestan las preguntas que ellos hicieron les digo a los estudiantes... bueno... te quedó claro si, cualquier cosa o himm? Como ya revisando sobre la marcha profundizando en lo que ellos me han dicho... Eso al comienzo después cuando ya digamos he terminado algún tema eh... y... he desarrollado ecuaciones... que ellos ya tiene las ecuaciones y eso... aaahh!!! Pues también a medida que voy haciendo la clase voy dando los ejemplos de... de la vida cotidiana... mujeres casos de la vida real... esto es así, así y así... (risas)... y comienzo a darles... a darles como... como puntos donde lo que yo estoy hablando... que son cotidianos ellos los verifiquen... entonces un carro le pasa tal cosa y, y pues aquí esta o... o por que si yo abro la mano se cae el marcador... y cosas de esas himm? Yyyy... después... bueno ya... cuando he llegado a las ecuaciones normalmente resuelvo ejercicios y les pongo a ellos hacer ejercicios en grupos en clase... después ya de eso yo pongo ejercicios para entregar a los ocho días siempre... que ellos tengan una semana y una clase para hablar conmigo himm? O sea que si los entregó y como me veo dos veces a la semana y en una si ellos han trabajado pues en una, alguna clase intermedia me pueden...preguntar acerca de las dudas que tengan y después de eso el parcial y... soy feliz, soy feliz... así es.

MD: Perfecto... tercera pregunta ¿Qué tipos de metodología de enseñanza utiliza?

PD: No tengo ni idea... yo no sé nada de educación...

MD: O.k...¿Qué contenidos enseña en su asignatura?

PD: Actualmente?

MD: Si.

PD: Listo... comienzo con entropía o sea todo lo que es segunda ley... la entropía, la desigualdad de Claussius, después de la desigualdad de Claussius comienzo a hablar de... pues... Energía de Gibbs... eh, trabajo de Helmholtz y como se aplica en eso... ya... pues una vez uno llega ahí pues se comienza a ver cuales son los criterios de espontaneidad de equilibrio de irreversibilidad y... pues... pues situaciones no, no reales no?... después de eso eem... me meto básicamente a lo que es equilibrio en fases monocomponente digo en... si, en sistemas monocomponente... después de eso... mmm... bueno, también... después comienzo a ver mezclas, propiedades coligativa... eeh... pere... propiedades molares parciales y de propiedades molares parciales a lo que es mmm... todos mmm... lo relacionado con cálculos de Energía Libre de Gibbs en sistemas multicomponente, después de ess... bueno, fugacidad, actividad y eso, después de eso finalmente llego a equilibrio multicomponente con... pues eehn...condiciones ideales, Raoult y también condiciones reales con coeficientes de actividad y ahí termino.

MD: O.k... perfecto... muchas gracias... eeh... otra pregunta ¿Cómo y en qué momento utiliza las prácticas de laboratorio?

PD: Una vez ya visto el tema, programo prácticas de laboratorio y pues relacionadas con los temas que ya hemos visto, nunca antes.

MD: O.k. Sexta pregunta ¿Qué propósito tiene estas prácticas de laboratorio?

PD: Para mi básicamente que ellos vean como se representa en la realidad lo que ya hemos visto de forma teórica, hmm? que ellos como que afiancen el conocimiento y que... la otra... que vi...em.. aah... aprendan a distinguir bien las variables por que es que eso pasa mucho que ellos no saben que es una variable dependiente una independiente... entonces que ellos... me empiecen a... a definir bien variables y como se plantea pues una práctica yo no les entrego guías hmm? entonces yo les digo vamos a hacer tal cosa que ellos a través de eso que sepan que vamos a hacer, tienen que definir las variables eeh... cuales son los objetivos..., y pues que... básicamente afiancen lo que ya se vió.

MD: O.k. Séptima pregunta ¿Qué acti... cuáles son las actividades que ellos adelantan en el laboratorio que los estudiantes adelantan en el laboratorio?

PD: Pues les doy la práctica, les digo que vamos a hacer y ellos llegan y... normalmente antes de empezar a pesar... pues yo no les he dado guías pero pue... antes de empezar yo les digo que vamos a hacer entonces... cojan tal cosa, hagan tal lo otro... recogen tales datos... ahí sí como que ya... ya les los siento más ... prob... probablemente ellos averiguaron una forma diferente de hacerlo... pero pues ya eeh... pues tampoco uno puede tener siete practicas... en un... en un solo... en un solo laboratorio entonces ya se les dijo que hacer... ellos pudieron haber averiguado de pronto formas diferentes pero yo ya les digo que vamos a hacer específicamente nosotros ese día.

MD: O.k. bueno... ¿Habitualmente que le propone a los estudiantes para prepararse en las sesiones de teoría como de práctica?

PD: ¿Qué les propongo? O sea yo les propongo lecturas siempre le digo lean tal cosa vamos a trabajar tal cosa hasta la sección tal y todo lo demás...

MD: O.k... eeh... novena pregunta ¿Cómo desarrolla actividades para que los estudiantes resuelvan ejercicios de lápiz y papel?

PD: Pues es lo que yo le digo yo les pongo a trabajar en grupos... y sii... los pongo a trabajar en grupos y yo ya he resuelto ejercicios normalmente y pues me voy... yyo... me voy y... aay...dios mmm... preguntar bueno como van?, que dudas tienen?, me voy entre los pupitres y les voy ayudando... a resolver.

MD: Décima pregunta ¿El curso que orienta... perdón... el curso se orienta preferencialmente por preguntas orientadoras o contenidos temáticos?

PD: Bueno... preguntas qué?

MD: orientadoras o contenidos temáticos?

PD: Qué es una pregunta orientadora?

MD: Una pregunta orientadora es... una pregunta que de acuerdo con la respuesta que dé el estudiante, orienta... orienta el tema que usted va a dar hacia aah...

PD: No sí... No sí, yo hago eso... y también... pss hay contenidos establecidos... o sea, yo diría que hago las dos.

MD: Bien... eeh... pregunta once ¿Cuál sea la respuesta podría profundizar por que el sentido de la misma?

PD: Siii... o sea si ellos cometen errores yo no les digo está mal. Si ellos, yo les pregunto y me dicen...eeh.. estas bien aquí, aquí te perdiste ahorita aclaro esto y comienzo aah... aah... dem aah... a explicarles por que lo que ellos dijeron pues no e... no es... stá bien... sí? Pero... o sea ... yo nunca los... nunca les digo aay no sea bruto cosas (risas) así no, no, no... pues les pregunto queeee... les hago una pregunta lo que esta bien se los resalto y lo otro si hay algnn que ... ustedes que pen... también les digo a lo demás, que piensan de esto que dijo él y

entonces a veces entre ellos se corrigen otras veces pues, yo entro a corregir los errores.

MD: O.k. Pregunta doce ¿Desarrolla con frecuencia prácticas estipu... extracurriculares, visitas a empresas... cursos? No sé...

PD: Pues visitas a empresas? gracias al profesor Miguel Delgado (risas) y si... y las utilizo yo les reco... cuando estoy en cas... recuerdan cuando fueron a tal parte tal cosa cosas así yyo... yo les resalto que lo que vieron allá es... se esta aplicando acá... Y yo también los pongo a venir a... aquí a la oficina a resolverles dudas lo que pasa es que no siempre vienen pero... si ... hay actividades extra clase.

MD: Bien... Pregunta trece ¿Qué metodologías e instrumentos de evaluación usa habitualmente en su curso?

PD: Hago quices... de lecturas... previas, hago bueno pues parciales, pongo a desarrollar ejercicios en clase, tambien les pongo ejercicios para hacer en casa y parciales.

MD: O.k.

PD: Aah... y eeh... informes de laboratorio por supuesto.

MD: Bien... y por ultimo, ¿Cómo explica usted los resultados negativos que puedan tener los estudiantes?

PD: Jee...(risas) No, la verdad yo pienso el problema principal esta que la termodinámica hay que pensarla diferente a como ellos están acostumbrados a tomarla... entonces y además de eso no tiene bases matemáticas himm?... entonces yo pienso que... o sea, hay que tener un... o sea... la termodinámica por así decirlo es abstracta... aunque tenga toda la aplicación del mundo por que en todo se aplica pero ellos como que no tra... ellos como que no se abstraen a eso y cuando uno empieza a plantear modelos matemáticos pues se pierden peor... y aaahiii... es como lo difícil que... que eso que esta matemáticamente o cons... que lo puedan adjuntar en conceptos... en conceptos específicos yo pienso que ahí es donde esta el bendito problema y aparte de eso si yo pienso que dedicándome a leer una vez quedo todo bien olvídense o sea eeh... la termodinámica hay que estudiarla todos los días, poquito, pero todos los días, eso es lo que yo pienso.

M.D.: Bueno profesor muy bien muchas gracias, nuevamente... gracias por acceder a responder esta entrevista y por su colaboración a lo largo de la investigación, insistimos en la confici... confidencialidad de los datos recolectados... eeh... no lo dije al principio pero entrevistamos al profesor Javier Pérez eeh, actualmente es coordinador de los laboratorios de química de la Universidad Distrital y tiene a su cargo las asignaturas de fisicoquímica.

P.D.: Muchas gracias

M.D.: Listo no dolió

P.D.: Sale por la UD? (risas)

M.D.: (Risas)