

41061

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

IDEAS PREVIAS Y PROCESOS DE APRENDIZAJE EN LOS
CONCEPTOS BASICOS DE QUIMICA. (ESTUDIO REALIZADO EN
LA CARRERA DE ICE DE LA ESIME UNIDAD CULHUACAN DEL
IPN.)

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ENSEÑANZA SUPERIOR

PRESENTA :

Q.F.B. ROSA MARIA GOMEZ VAZQUEZ.

ASESOR : M. EN C. JUAN GARCIA CORTES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	01
I ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	05
II MARCO REFERENCIAL	24
2.0. ENTORNO IPN, ESIME UNIDAD CULHUACAN	24
2.1. AMBITO INSTITUCIONAL	24
2.2. AMBITO CURRICULAR	67
2.2.1 CAMPO DISCIPLINARIO	75
III SUSTENTO TEORICO	87
3.1 IDEA PREVIA	90
3.2. EPISTEMOLOGIA	96
3.3 CONSTRUCCION DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO	105
3.3.1. TEORIA DE EQUILIBRACION DE PIAGET	116
3.3.2. FALSACIONISMO METODOLOGICO DE LAKATOS	120
3.3.3. FUNCIONES DEL PENSAMIENTO CAUSAL	126
3.3.3.1 COMPONENTES DEL PENSAMIENTO CAUSAL	126
IV METODOLOGIA	141
4.1 METODO	141
4.2 ELABORACION DEL INSTRUMENTO	163
4.3 ANALISIS Y DISCUSION DE LOS DATOS OBTENIDOS SOBRE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS CONCEPTOS BASICOS DE QUIMICA	168
V CONSIDERACIONES FINALES	193
5.1 ANALISIS DE LAS POSIBLES PROPUESTAS PEDAGOGICAS	193
5.2 CONCLUSIONES	228
BIBLIOGRAFIA	237
ANEXOS	244
1 PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE ICE	244
2 CUESTIONARIO APLICADO A LOS ALUMNOS	250
3 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO	255

AGRADECIMIENTOS

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD CULHUACAN DEL I.P.N.
POR SU APOYO PARA REALIZAR ESTOS ESTUDIOS Y LA INVESTIGACION.

Y EN ESPECIAL

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A LA MAESTRA ROCIO RIVERA GARCIA POR TODO SU TIEMPO DEDICACION Y EMPEÑO YA QUE DESINTERESADAMENTE Y SIN NINGUN CREDITO ELLA COLABORO EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO. MAESTRA DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN EDUCACION

AL MAESTRO JUAN GARCIA CORTES DIRECTOR DE LA TESIS POR EL ESPECIAL ESFUERZO PARA QUE ESTE TRABAJO PUDIERA LLEGAR A SU FIN.

A FAMILIARES Y AMIGOS

FAMILIARES

A MI MADRE PORQUE GRACIAS A SU INSISTENCIA Y APOYO PUDE LOGRAR OTRA META MAS EN MI VIDA.

A MI PRIMA MONICA ANDREA VAZQUEZ SAN MIGUEL POR SU GUIA EN CUANTO AL DESARROLLO DE ESTA INVESTIGACION.

AMIGOS

AL ING. FABIAN ENRIQUE NAVARRO OLIVAS POR SU GRAN APOYO INCONDICIONAL, MORAL, Y GRAN ENTUSIASMO PARA LOGRAR CULMINAR ESTA META.

INTRODUCCION

La inquietud de este trabajo se debió a la experiencia adquirida en el desarrollo profesional desde hace 10 años de profesora de la asignatura de Química 1 y 2 en la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la ESIME Unidad Culhuacan del IPN; ya que se han presentado varias situaciones ; como que al ingresar al primero y segundo semestre en la materia de Química se les aplica un examen diagnostico de conocimientos al inicio del semestre el cual consiste en un cuestionario que contiene conceptos generales de Química, y los resultados fueron que el alumno tiene una gran discrepancia en sus respuestas es decir que los alumnos tienen problemas de comprensión en los contenidos previos.

Por lo que es necesario indagar sobre las ideas previas de los alumnos que inician el ciclo profesional de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME Unidad Culhuacan del IPN de los conceptos básicos de química y como se relacionan con los procesos de aprendizaje más elaborados de la disciplina. Esto se llevó a cabo por medio de una investigación fenomenológica la cual debe cubrir con ciertos puntos importantes:

1.- La investigación fenomenológica es el estudio de la experiencia vital, del mundo de la vida, de la cotidianidad. Lo cotidiano, en sentido fenomenológico, es la experiencia no conceptualizada o categorizada.

2.- La investigación fenomenológica es la explicación de los fenómenos dados a la conciencia. Ser consciente implica una transitividad, una intencionalidad. Toda conciencia es conciencia de algo.

3.- La investigación fenomenológica es el estudio de las esencias. La fenomenología se cuestiona por la verdadera naturaleza de los fenómenos. La esencia de un fenómeno es un universal, es intento sistemático de desvelar las estructuras significativas internas del mundo de la vida.

4.- La investigación fenomenológica es la descripción de los significados vividos existenciales. La fenomenología procura explicar los significados en los que estamos inmersos en nuestra vida cotidiana, y no las relaciones estadísticas a

que estamos inmersos en nuestra vida cotidiana, y no las relaciones estadísticas a partir de una serie de variables, el predominio de tales o cuales opiniones sociales, o la frecuencia de algunos comportamientos.

5.- La investigación fenomenológica es el estudio científico-humano de los fenómenos. La fenomenología puede considerarse ciencia en sentido amplio, es decir, un saber sistemático, explícito, autocrítico e intersubjetivo.

6.- La investigación fenomenológica es la práctica atenta de las meditaciones. Este estudio del pensamiento tiene que ser útil e iluminar la práctica de la educación de todos los días.

7.- La investigación fenomenológica es la exploración del significado del ser humano. En otras palabras: qué es ser en el mundo, qué quiere decir ser hombre, mujer o niño en el conjunto de su mundo de la vida, de su entorno sociocultural.

8.- la investigación fenomenológica es el pensar sobre la experiencia originaria.

Y a su vez utilizando el método fenomenológico en el cual se tienen que desarrollar 6 fases:

Apps presenta el método fenomenológico, siguiendo las aportaciones de Spiegelberg, como el desarrollo de seis fases: 1) descripción del fenómeno, 2) búsqueda de múltiples perspectivas, 3) búsqueda de la esencia y la estructura, 4) constitución de la significación, 5) suspensión de enjuiciamiento, y 6) interpretación del fenómeno.

Considerando que existen una gran diversidad de metodologías en esta aproximación fenomenológica y se presentan tres corrientes fundamentales, la descriptiva, la interpretativa o una combinación de ambas.

En este caso nos basaremos en la descriptiva representada por Husserl.

Pero el método fenomenológico ha realizado importantes aportaciones a la corriente cualitativa en la investigación educativa y esta investigación es del tipo cualitativa y se refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos es decir las propias palabras de las personas habladas o escritas y las conductas observables. Ray Pisy señala que la metodología cualitativa consiste en más que un conjunto de técnicas para recoger datos es un

modo de encarar el mundo empírico. La investigación cualitativa es inductiva es decir se desarrollan conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas en este tipo de estudios se siguen un diseño de investigación flexible.

A su vez este estudio pertenece como ya lo mencionamos a una investigación cualitativa de estudio de caso el cual se define como un sistema acotado con lo que insistía en su condición de objeto más que de proceso. El estudio de caso implica un proceso de indagación que se caracteriza por el examen detallado comprensivo sistemático y en profundidad del caso objeto de interés, este caso de estudio en este trabajo es considerado como un estudio intrínseco de caso ya que se necesita aprender sobre ese caso en particular se dice que tenemos un interés intrínseco en el caso.

Llevando a cabo el análisis de la curricula se observa que el alumno si continúa normalmente la formación en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica requiere posteriormente conceptos de Química 1 y 2 en semestre posteriores, debido a esto es necesario hacer un análisis para corroborar que la pedagogía tradicional tiene los elementos que influyen o contribuyen a que se manifiesten estos aspectos en la educación superior.

Tomando como ejemplo la dimensión que presenta en sus extremos el aprendizaje por descubrimiento y la enseñanza por transmisión verbal es importante señalar que cuando se entra en discusión sobre las ventajas y desventajas de estas diferentes estrategias de enseñanza es su capacidad motivadora sobre los alumnos Bruner señala que su aprendizaje por descubrimiento es un procedimiento que es mas motivante que la enseñanza por transmisión verbal. Es posible presuponer que una mejora del aprendizaje tendrá lugar cuando los alumnos sean expuestos a unas estrategias preferidas por ellos ya que estas preferencias están basadas en sus características motivacionales internas. Ausubel plantea que se averigüe lo que el alumno sabe y se le enseñe en consecuencia, nosotros nos atreveríamos a añadir que se averigüe sus características motivacionales y que se utilicen las estrategias didácticas

consecuentes, y como ya se menciono el alumno presenta deficiencias en la adquisición de conceptos nuevos debido a la forma tradicional en que ha sido objeto de enseñanza en las ciencias naturales.

Esto lo observamos en los resultados del estudio realizado de las ideas previas de los alumnos del 1º y 2º semestre de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica el cual se hizo a través de un cuestionario de los conceptos básicos de Química el cual constaba de 15 preguntas y después de aplicarlo a 30 alumnos el análisis fue el siguiente que la comprensión del alumno de la naturaleza de la materia se considera que la concibe de un modo discontinuo es decir que esta formada por partículas. Es decir una visión corpuscular que no es común entre los alumnos esto indica que los alumnos conciben que la estructura de la materia es continua es decir un todo en el que no se pueden diferenciar partes. También se establece a nivel de estudios realizados que muchas veces el alumno cuando se complica el escenario suelen escoger las respuestas mas complejas aunque estas sean erróneas. Esto quiere decir que cuando la tarea resulta más complicada o tiene una apariencia formal tienden a elegir aquellas respuestas que suenen más a química. El panorama general de las respuestas fue muy similar.

Después de este análisis se considera necesario dar las bases tentativas para poder elaborar una propuesta pedagógica para lograr el desarrollo de conocimientos de aprendizaje significativo de la disciplina que le permita mejorar su desempeño profesional de los egresados de la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones y electrónica.

I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

En base a la experiencia adquirida durante el desarrollo profesional desde hace 10 años de profesora de la asignatura de química 1 y química 2 en la carrera de ICE en la ESIME unidad culhuacan del IPN. Han surgido varias situaciones que son inquietantes una de ellas es: que al ingresar al primero y segundo semestre en la materia de química se les aplica un examen diagnóstico de conocimientos al inicio del semestre el cual lo aplica cada profesor de la materia; tratándose dicho examen de un cuestionario que contiene conceptos generales de química como: que es un átomo, un enlace químico, conocimiento de la tabla periódica, que es un sólido, que es un polímero. Y nos hemos dado cuenta todos los profesores de la asignatura que el alumno tiene una gran discrepancia en sus respuestas es decir que los alumnos tienen problemas de comprensión en los contenidos previos.

Estudios relacionados realizados por ejemplo en la UNAM facultad de Ciencias en los cuales diagnostican aptitudes generales, académicas y de conocimientos este fue realizado en alumnos de primer ingreso en la carrera de física y biología con lo cual se observó que al ingresar a la facultad presentan una formación inicial deficiente en cuanto a los requerimientos para comenzar con éxito su formación profesional en los planes y programas vigentes. Por lo que concretamente estos alumnos llegan a la facultad con una deficiente comprensión de algoritmos bajo desarrollo del pensamiento geométrico, dificultad en el manejo de las ideas que estén desvinculadas con ejemplos concretos, pobre desarrollo de habilidades para abordar problemas ya sea de construcción de demostración o de cálculo.¹

Una investigación realizada al respecto fue en el departamento de didácticas de las ciencias experimentales, Universidad de Murcia y de Almería. El estudio es acerca de lo que el alumno sabe sobre ciencias y se hace una revisión bibliográfica sobre como el alumno interpreta los términos y explica en el dominio

1.- Diagnosticar para mejorar un estudio diagnóstico a alumnos de primer ingreso en física y biología de la facultad de ciencias de la UNAM (1978-79 a 1981-82) Perfiles Educativos # 4 1984 pag. 39 a 52.

de las ciencias experimentales (Química, Física, Biología) y se ha encontrado una gran interpretación de diferentes autores al respecto de las explicaciones de los alumnos y a la hora de analizar las respuestas de los alumnos lo cual lleva a evaluar el conocimiento del alumno por las discrepancias o similitudes que presenta con el conocimiento académico. Un autor como Brumby (1979) encuentra que en las respuestas de los alumnos existen problemas de comprensión, con lo que se refiere a ellas con el nombre de misunderstandings (fallos de comprensión), así como ideas falsas y preconceptos, otro autor como Viennot 1979 dice tienen razonamientos espontáneos. Y en cuanto a las discrepancias o similitudes entre el contenido y lo académico que el alumno trae se dice que tiene conceptos erróneos.²

Un estudio en Argentina fue con respecto a que las investigaciones de los últimos 25 años en el área de educación en ciencias muestran que las ideas previas de los estudiantes sobre los fenómenos naturales deben ser tenidas en cuenta si se pretende un aprendizaje significativo de los conceptos que involucran las ciencias, se les aplicaron 395 encuestas durante el año de 1997 se dividió al país en 5 zonas y se encontraron en cada zona alumnos de 4 y 5 año de enseñanza media (16 a 18 años). Y se determinó en los resultados obtenidos indican la importancia de los aspectos sociales involucrados en el tema en el caso de las ideas de los alumnos, el consenso que existe en algunos significados que muestran aquellos porcentajes en general mayores al 50%, y otras ideas de los alumnos que surgen en este trabajo y que nos proporcionan una base empírica simplemente para posteriores estudios.³

Otro aspecto que inquieta también es la falta de interés, apatía, disgusto por la materia, falta de motivación y pasividad por parte del alumno al ingresar a la carrera y al iniciar el curso de Química 1 que se imparte en el primer semestre. Es considerada esa pérdida de sentido del conocimiento científico no solo limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos, sino también su interés o

2.- Problemas de terminología en estudios realizados acerca de lo que el alumno sabe sobre ciencias. Enseñanza de las ciencias. 1994 vol 12 # 2 pag. 235 a 245.

3.- ¿ Que piensan los jóvenes sobre radiactividad estructura atómica y energía nuclear. Enseñanza de las ciencias 2000 vol. 18 # 2 pag. 247 a 254.

relevancia. De hecho como consecuencia de la enseñanza recibida los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas o incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje. Además de esa falta de interés los alumnos tienden a asumir actitudes inadecuadas con respecto al trabajo científico, adoptando posiciones pasivas, esperando respuestas en lugar de formularlas y mucho menos hacerse ellos mismos las preguntas; concebir los experimentos como demostraciones y no como investigaciones; asumir que el trabajo intelectual es una actividad individual y no de cooperación y búsqueda conjunta; considerar la ciencia como un conocimiento neutro desligado de sus repercusiones sociales.⁴

Los trabajos que estudian actitudes parten del supuesto de que entre los alumnos no hay gusto por el estudio de la Química. Pinelo recaba datos estadísticos para demostrar la poca afición de los alumnos por la Química.⁵

Existen evidencias (Yager y Penik 1986) del progresivo desinterés que la ciencia genera en los alumnos a medida que estos avanzan en el sistema educativo.⁶

Por lo que es necesario indagar sobre las ideas previas de los alumnos que inician el ciclo profesional de la carrera de ingeniería en comunicaciones y electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN de conceptos básicos de Química y cómo se relacionan con los procesos de aprendizaje más elaborados de la disciplina.

Tomando como ejemplo la dimensión que presenta en sus extremos el aprendizaje por descubrimiento y la enseñanza por transmisión verbal es importante señalar que cuando se entra en discusión sobre las ventajas y desventajas de estas diferentes estrategias de enseñanza es su capacidad motivadora sobre los alumnos. Bruner señala que su aprendizaje por descubrimiento es un procedimiento que es más motivante que la enseñanza por

4.- J. Y Pozo Aprender y Enseñar ciencia . Pag 21.

5.- Ana Isabel Leon Trueba, Hermilio Gofí Cedeno, Ana Barabona Echeverría. La química en la Educación media superior y superior. La investigación educativa en los ochenta, perspectiva para los noventa estados de conocimiento. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la tecnología. Fascículo 2. 2º Congreso nacional de investigación educativa cuaderno 11 1993.

6.- Juan Antonio Llorens Molina. comenzando a aprender química Ideas para el diseño curricular. todo el libro.

transmisión verbal. Es posible presuponer que una mejora del aprendizaje tendrá lugar cuando los alumnos sean expuestos a unas estrategias preferidas por ellos ya que estas preferencias están basadas en sus características motivacionales internas. Ausubel plantea que se averigüe lo que el alumno sabe y se le enseñe en consecuencia, nosotros nos atreveríamos a añadir que se averigüe sus características motivacionales (alumnos curiosos, concienzudos, sociales o bien que buscan el éxito) y que se utilicen las estrategias didácticas consecuentes.⁷

Dado que lo que observamos son aspectos relevantes durante la formación de futuros profesionistas, Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica que la Química Física y Matemáticas son materias básicas dentro del plan de estudios, no se puede perder de vista que además en semestres posteriores son requeridos conocimientos de química materia que me concierne y a la que haré referencia se consideran temas que se requieren posteriormente: la estructura atómica, ecuación de onda, semiconductores, reacciones de electrólisis, leyes de Faraday, radiactividad, conductores, estado sólido entre otros.

Que se estudian en los dos primeros semestres donde se les imparten las materias de Química 1 y 2. Y estos conceptos son utilizados en materias como Electromagnetismo, Física 3, Electrónica 1, etc.

Por lo que es importante hacer un análisis para corroborar que la pedagogía tradicional tiene los elementos que influyen y contribuyen a que se manifiesten estos aspectos en la educación superior cada vez más y por lo tanto se considera una problemática muy relevante y que si puede tener una solución por lo menos en la carrera de ingeniería en comunicaciones y electrónica y en las materias de Química 1 y 2.

Y tomando en cuenta este análisis damos cuenta de la obsolescencia y la serie de consecuencias que esta pedagogía tradicional ha ocasionado. Se dice que muchos alumnos de la universidad de Cornell siguen aprendiendo

7.- Martín Díaz, M. J. Y Kempa R.F. Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. Enseñanza de la ciencias 1991 vol. 9 # 1 59 a 68.

principalmente de un modo mecánico, memorizando las respuestas a los exámenes del año anterior y haciendo del éxito en los exámenes de su profesor al único criterio gratificante, este juego tiene algo de sutil inmoralidad y tanto el profesor como sus alumnos se implican en una especie de fraude intelectual.⁸

Y como el alumno presenta deficiencias en la adquisición de conceptos nuevos debido a la forma tradicional en que ha sido objeto de enseñanza en las ciencias naturales. Es necesario dar las bases tentativas para poder elaborar una propuesta pedagógica para lograr el desarrollo de conocimientos de aprendizaje significativo de la disciplina que le permita mejorar su desarrollo profesional de los egresados de la carrera de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Así como se tiene la idea de que el ser humano es relativamente fácil de moldear y dirigir desde el exterior de la escuela ha sido paulatinamente sustituida por la idea un ser humano que selecciona, asimila, procesa, interpreta y confiere significaciones a los estímulos. Este cambio de perspectiva ha contribuido por una parte a poner de relieve lo inadecuado de la enseñanza esencialmente de tipo expositivo ya que con ésta se concibe al profesor y al alumno como simples transmisor y receptor de conocimientos. Es necesario por lo tanto entonces revitalizar las propuestas didácticas que apoyan una actividad autogestiva del alumno es decir, una actividad de estudio autodirigida con base en la configuración de estímulos motivadores por un profesor esto significa el verdadero punto de partida necesario para el verdadero aprendizaje, basado en la formación de la conciencia de la realidad teórica y práctica del conocimiento. Esto ha conllevado un auge de los enfoques cognitivos en el estudio del desarrollo humano y ha llevado a subrayar el carácter constructivo del proceso de adquisición del conocimiento.⁹

8.- José Antonio Chamizo Mapas conceptuales en la enseñanza de la química. Educación química 6 de abril de 1995 . pag 122.

9.- Enrique Mendoza Carrera. La construcción del conocimiento en la investigación sobre la enseñanza de la ciencia. Perfiles educativos # 60 1993.

Por ello puede considerarse en base a lo anterior como urgente tomar en cuenta un cambio es decir proponer una manera en como el alumno puede aprender y que perdure dicho conocimiento a futuro para que sea posible que lo aplique en cualquier momento de su vida.

La única manera en que es posible emplear las ideas previamente aprendidas en el procesamiento de ideas nuevas consiste en relacionarlas intencionalmente con las primeras. Las ideas nuevas que se convierten en significativas, expanden también la base de la matriz de aprendizaje. Aprender significativamente (Ausubel) es aprender sobre algo ya establecido previamente. Por ello este aprendizaje es difícil de olvidar, ya que no esta aislado sino entramado en un determinado espacio temático. Así el docente debe conocer las ideas que los niños y jóvenes tienen sobre los procesos científicos para ayudarles a que en realidad aprendan (Driver 1988).¹⁰

Por ello puede afirmarse que es impostergable una profunda planificación educativa que determine no solo los contenidos programáticos de las materias científicas, sino las funciones culturales de la ciencia. En otras palabras. Las instituciones educativas deben centrar su esfuerzo en diseñar políticas científicas que tomen en consideración las necesidades prioritarias de la sociedad; eliminar la artificial separación entre las actividades científicas de investigación, enseñanza, información y reflexión para lograr un enfoque integral que conduzca a la concientización del papel social de la ciencia.¹¹

Este cambio es importante porque como profesora de química considero la necesidad de favorecer el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de la importancia de la química en nuestro mundo. Y por lo tanto considero que es necesario que se busquen nuevas formas para ayudar a los alumnos a aprender.

12

10 ibid 8

11.- Laura Suarez y Lopez Guazo. Enseñanza de las metodologías de la ciencia en el bachillerato. Perfiles educativos julio-septiembre 1996 # 73 Unam Cise.

12.- Juan Antonio Llorens Molina. Comenzando a aprender química Ideas para el diseño curricular. Editorial aprendizaje Visor.

Tomando en cuenta que la ciencia y sus derivaciones han sido incorporadas de manera sustantiva al horizonte de la vida contemporánea. Decir que nuestra comprensión del universo esta conformada por el conocimiento científico es un lugar común. La propia evolución y modernización de las sociedades esta marcada por los desarrollos científico - tecnológicos. Nuestra propia vida cotidiana esta poblada por diversos aparatos y mecanismos que serian inconcebibles sin el recurso de la ciencia y sus derivaciones.¹³

Dada esta situación esto traería como consecuencia un país con un desarrollo en la ciencia y en la tecnología que es una situación que urge en este momento para no depender tanto de ciencia y tecnología extranjera ya que somos capaces pero solo necesitamos el primer empuje y estar dispuestos al cambio tanto profesor como alumno y el país tendrá individuos más críticos, analíticos reflexivos y principalmente creativos.

Dada la serie de situaciones a las me he enfrentado durante el desempeño de la labor como profesora de la asignatura de química básica desde hace 10 años en la institución. Como he observado muchas deficiencias en la formación propedéutica de los alumnos de nuevo ingreso lo cual impide que comprendan los contenidos contemplados para su desarrollo profesional.

Debido a esta problemática se considera un análisis de los conceptos previos de los alumnos para determinar el por qué los alumnos tienen deficiencias en el aprendizaje de los conceptos básicos de la química. Esta problemática es abordada desde dos enfoques:

1- El primero de ellos un análisis de la forma tradicional en que se enseña la química que tiene que estar relacionada con la didáctica de las ciencias naturales. Por lo que algunos autores hacen referencia al respecto:

Durante muchos años hemos aceptado una concepción educativa que no distingue entre entrenamiento y enseñanza. Hemos supuesto que el conocimiento es un bien que debe ser entregado al estudiante por medio de una práctica didáctica preestablecida, para ello se han sobreestimado actividades como la memorización, la repetición y la realización de tareas rutinarias. Así como la

13.- Alan F. Chalmers ¿que es esa cosa llamada ciencia? Editorial siglo XXI. Pag. 111-125

concepción mecanicista, que supone que al generarse un proceso de emisión de la información por parte del profesor se activa automáticamente un proceso de asimilación de dicha información por parte del estudiante, tiene una vieja historia. Que las cosas no son así es algo que se puede constatar mediante la presencia, en el campo de conocimiento del estudiante - a la hora del examen, por ejemplo-, de elementos que no estaban presentes en el discurso de enseñanza del profesor.¹⁴

Muchos alumnos del cuarto curso de la Universidad de Corceles siguen aprendiendo principalmente de un modo mecánico, memorizando respuestas a los exámenes del año anterior y haciendo del éxito en los exámenes de su profesor el único criterio gratificante. Este juego tiene algo de sutil inmoralidad y tanto el profesor como sus alumnos se implican en una especie de fraude intelectual.¹⁵

Los maestros de secundaria y nivel medio superior trabajamos dentro de los patrones muy fijos, que limitan a los estudiantes como camisa de fuerza. Seguimos prefiriendo la enseñanza autoritaria, tan cómoda para nosotros, a la educación de los individuos. Insistimos en la transmisión de conceptos abstractos sin preocuparnos de la vida que formamos parte. Acumular conocimientos es nuestra esencial preocupación, cuando debería ser la de contribuir a formar personas.¹⁶

En efecto, esta concepción de la ciencia, que todavía se transmite en nuestro ambiente cultural, se halla anclada en el denominado paradigma mecanicista, inspirado en la visión del mundo como una gigantesca máquina de comportamiento predecible regido por leyes deterministas, desde esta orientación, la inducción es el proceso básico en la construcción del conocimiento científico.¹⁷

14- Moreno Armella, Luis E. Y Waldegg, Guillermina La epistemología constructivista y la Didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? Departamento de matemática Educabva Cinvestav. IPN. Enseñanza de las Ciencias 1988 vol 16 # 3 pag 421-429.

15- José Antonio Chamizo. Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química. Educación química vol 6 #2 pag 118-124.

16- Horacio García Fernández Reflexiones en defensa de la química. Educación química vol2 #1. pag. 8-10

17- Juan Antonio Lloréns Molina Comenzando a aprender química Ideas para el diseño curricular. Pag 36-41

2- Las diferentes formas de aprender en nuestros alumnos como sujetos de conocimiento: Esto se llevara a cabo tomando en cuenta toda la parte epistemológica de Piaget ya que su carácter es constructivista y explica la naturaleza y evolución de las ideas científicas de los niños y adolescentes. Ya que para Piaget el sujeto se acerca al objeto de conocimiento dotado de ciertas estructuras cognitivas previamente construidas (no innatas) mediante las cuales asimila el objeto de conocimiento. Esta asimilación activa sufre una transformación de su aparato cognitivo de modo que en el siguiente acercamiento su lectura del objeto será otra pues como resultado de la primera las estructuras cognitivas del sujeto se ha modificado.¹⁸

Es decir que la dimensión constructivista de la epistemología piagetiana se refiere a que el sujeto va construyendo sus sucesivas versiones del mundo al mismo tiempo que construye sus propias estructuras cognitivas su conocimiento no es copia de una realidad externa a él sino resultado de la estructuración de sus propias experiencias. Para Piaget el pensamiento es una acción que se lleva a cabo internamente; para su descripción requiere de un análogo interiorizado del movimiento y de la percepción. La función simbólica hace posible esta nueva forma de acción, se comienza con las representaciones simples del mundo sensoriomotor y de allí se lleva a las operaciones concretas que tienen como núcleo la posibilidad de aplicar por parte del sujeto algún principio de conservación. Lo que le interesa a la epistemología genética como tal es que la posibilidad de aplicar un principio de conservación revela un cambio cualitativo. El núcleo de la etapa de las operaciones formales lo constituye la posibilidad del pensamiento hipotético-deductivo es decir la posibilidad de razonar a partir de la hipótesis, la posibilidad significa que en una situación determinada el sujeto es capaz de esta forma compleja de razonamiento. Es en esto donde encuentra el valor epistemológico que interesa a la epistemología genética.

18- Moreno Armella, Luis E. Y Waldegg, Guillermina Moreno La epistemología constructivista y la Didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? Departamento de matemática Educativa Cinvestav. IPN. Enseñanza de las Ciencias 1988 vol 16 # 3 pag 421- 429

Y observando como el sujeto construye el conocimiento a partir de la teoría de Piaget. ¹⁹

Considerando lo anterior existe una gran necesidad de métodos de enseñanza que permitan una personalización mucho mayor de la experiencia de aprendizaje y una mayor utilización de la tecnología de información, de los compañeros del alumno así como otros recursos de aprendizaje.

Es útil definir exactamente lo que entendemos por el ámbito cognitivo y por enseñanza cognitiva. Mientras que pueden existir muchos tipos de aprendizajes diferentes, la mayor parte de los teóricos clasifican los tipos de aprendizaje en tres ámbitos diferentes: cognitivo, afectivo y motriz. La definición de Bloom sobre el ámbito cognitivo como aquel ámbito que trata de la memoria o del recuerdo de los conocimientos, del desarrollo del entendimiento y de las capacidades y de las técnicas intelectuales. De este modo la enseñanza cognitiva esta compuesta de un conjunto de métodos educativos que ayudan a los alumnos a memorizar y recordar el aprendizaje de los conocimientos así como a desarrollar el entendimiento, las capacidades y las técnicas intelectuales de los alumnos. Dado que la metapercepción (la capacidad de pensar sobre el propio pensamiento) es una técnica intelectual, consideramos que pertenece al ámbito cognitivo.

Bloom y sus colegas desarrollaron una taxonomía que se utiliza extensamente para clasificar los tipos de objetivos educativos en el ámbito cognitivo.

Los diferentes teóricos educativos han propuesto otras taxonómicas de tipos de aprendizaje en el ámbito cognitivo. Gagné propuso una taxonomía de los resultados derivados del aprendizaje con tres categorías principales del ámbito cognitivo: información verbal. Técnicas intelectuales, estrategias cognitivas. Ausubel distinguía dos tipos de aprendizajes: aprendizaje rutinario, aprendizaje significativo.

19- Juan Ignacio Pozo. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Editorial Aprendizaje Visor. pag 199-207

Anderson distinguía entre: conocimiento declarativo, conocimiento procedimental.

De forma parecida Merrill proponía la taxonomía siguiente: memoria literal, memoria paráfrasis, uso de una generalidad, encontrar una generalidad.

La información memorística es parecida al "conocimiento" de Bloom, al aprendizaje rutinario de Ausubel y a la memoria literal de Merrill. Relaciones de comprensión, es parecida a la información verbal de Gagné y al conocimiento declarativo de Anderson.

El concepto de relaciones de comprensión es semejante a la comprensión de Bloom, al aprendizaje significativo de Ausubel y a la memoria de paráfrasis de Merrill. Información verbal de Gagné y del conocimiento declarativo de Anderson. La comprensión es principalmente una cuestión de aprender las relaciones entre los elementos del conocimiento. La construcción de estas relaciones por parte de los alumnos organiza los elementos del conocimiento en estructuras del conocimiento a las que se les denomina frecuentemente "esquemas". El interés por estas estructuras internas del conocimiento fue uno de los mayores beneficios de la teoría del aprendizaje cognitivo con respecto al conductista.

El concepto de aplicación de técnicas es semejante al de aplicación de Bloom, al de técnicas intelectuales de Gagné, al conocimiento procedimental de Anderson y al uso de una generalidad de Merrill.

La aplicación de técnicas genéricas incluye el análisis, la síntesis y la evaluación de Bloom, las estrategias cognitivas de Gagné y encontrar una generalidad de Merrill. El tipo de aprendizaje que incluye técnicas de pensamiento de orden superior, estrategias de aprendizaje y técnicas metacognitivas. La teoría del aprendizaje cognitivo ha sido la que más ha contribuido a la hora de comprender cuál es la mejor manera de enseñar y de evaluar este tipo de aprendizaje, pero sigue siendo de las más difíciles de enseñar y de evaluar.

El tipo de aprendizaje se relaciona con el propósito de la actividad y el tipo de aprendizaje afectado. Fundamentalmente, este punto comparativo consiste en la aplicación al contenido de la enseñanza (es decir, al tipo de aprendizaje o desarrollo cognitivo deseado) de una taxonomía educativa. La síntesis taxonómica

propuesta por Reigeluth : memorizar la información, comprender las relaciones, aplicar técnicas y aplicar técnicas genéricas. La teoría de Pogrow comenta las lecciones aprendidas a partir de la investigación activa en al enseñanza de las técnicas de pensamiento de orden superior. La importancia que se da a los relatos creados por los alumnos, a la predicción de los actos y al uso de una diversidad de fuentes para responder a las preguntas sitúa desde luego su estrategia en la retícula de las técnicas genéricas de aplicación. Varias teorías educativas recalcan la importancia de enseñar explícitamente las estrategias metacognitivas. mientras que otros utilizan la metapercepción dentro de su modelo.

La fuente tradicional de control del proceso de aprendizaje ha sido el profesor que escoge los objetivos educativos, selecciona el contenido, determina las estrategias educativas que hay que utilizar y evalúa el aprendizaje. Sin embargo, un indicador clave del nuevo paradigma de las teorías educativas es la creación del ambiente centrado en el alumno, en el que éste adquiere una mayor responsabilidad para definir los resultados del aprendizaje y escoger el camino necesario para lograr esos resultados. Gardner en su ejemplo de estrategia educativa cuyo lugar de control se adapta al extremo del vector centrado en el profesor. En contraposición Hannafin, Land, y Oliver describen un ambiente de aprendizaje en el que los alumnos tienen un mayor control sobre su aprendizaje.

La dirección del aprendizaje puede variar mucho, desde el uso de temas del ámbito específico a problemas interdisciplinarios. Por ejemplo Perkins y Unger, enseñar y aprender para comprender, utilizan temas generativos como base para las actividades aprendizaje. Mientras Schank, Berman y Macpherson organizan el aprendizaje alrededor de argumentos basados en objetivos. Estos argumentos tiene objetivos de contenido y de procesos y requieren que los alumnos aprendan una cierta parte del contenido para que sean capaces de lograr su cometido o su objetivo. La agrupación de los alumnos tiene en consideración el número de alumnos que trabajan juntos. A efectos de comparación tenemos en cuenta las siguientes modalidades de agrupamientos de alumnos: individual, parejas, equipos (3-6) y grupos (7 +). Cada uno de los tipos de agrupamientos tiene sus propios intereses logísticos y relativos al proceso que deben tenerse en cuenta al planificar

la enseñanza. Muchas teorías educativas no imponen el uso o no de grupos, sin embargo, varias los incorporan como una característica fundamental.

Nelson en su teoría educativa que utiliza los grupos como núcleo central indica que los grupos deben ser pequeños, heterogéneos y deben estar juntos durante un largo periodo de tiempo.

Interacciones para aprender y se consideran como las interacciones de los alumnos y las separamos en dos principalmente: humanas y no humanas. Dentro de cada una de estas categorías existen diferentes tipos de interacciones en las que los alumnos pueden encontrarse durante el proceso de aprendizaje. Humanas: Alumno - profesor, alumno- alumno, alumno- otras personas. No humanas alumnos - herramientas, alumno- información, alumno- ambiente-manipulación, alumno - otros materiales.

A medida que los alumnos aprenden necesitan apoyo para mejorar y progresar. Este apoyo presenta dos variedades: apoyo cognitivo y apoyo emocional. El apoyo cognitivo consiste en dos elementos que sirven para apoyar a los alumnos a la hora de elaborar sus conocimientos y su competencia en la materia. El apoyo emocional consiste en aquellos elementos que respaldan las actitudes, motivaciones, sensaciones y autoconfianza en el alumno.

La teoría de la comprensión y un marco teórico para el diseño del tipo de enseñanza que favorezca la comprensión (enseñar para comprender) y el objetivo principal de esta teoría es el fomento de la comprensión como una capacidad de representación, por ello únicamente esta destinada a situaciones en donde la comprensión es una preocupación primordial. Algunos de los valores en los que se basa esta teoría son los siguientes:

- ser capaz de desplegar los conocimientos de manera comprensiva.
- aprender temas que sean importantes para la disciplina o el ámbito de estudio;
- la motivación (implicación auténtica, compromiso y respuesta emotiva)
- uso activo y transferencia del conocimiento
- retención de los conocimientos;
- enfoques organizados y sistemáticos para una enseñanza constructivista;

- una gama muy amplia y variada de estilos pedagógicos, incluyendo la enseñanza directa;

- los alumnos se proporcionan una respuesta mutuamente.

Métodos. Aquí se presentan los principales métodos que ofrece esta teoría.

Seleccionar unos Temas Generativos para el estudio (profesor y alumno) que deberían ser:

- importante para el ámbito de estudio o la disciplina;

- accesible e interesante para los alumnos;

- interesantes para el profesor;

- que puedan conectarse con temas diversos;

- los temas típicos más importantes y de carácter más llamativo.

Seleccionar y formular públicamente Objetivos de Comprensión (profesor y alumno). Deberían estar o ser:

- encajados (como subobjetivos);

- importantes para el ámbito o la disciplina y relativos a:

- conocimientos contenidos en el ámbito;

- métodos contenidos en el ámbito;

- propósitos del ámbito;

- formas de expresión del dominio.

Implicar (a los alumnos) en representaciones de la comprensión.

Propósitos:

- avanzar en la comprensión de los alumnos;

- demostrar públicamente hasta dónde llega la comprensión de los alumnos

Criterios:

- deberían relacionarse directamente con los objetivos del conocimiento;

- deberían desarrollar la comprensión mediante la práctica.

- implicación reflexiva en las tareas accesibles que implique un reto;

- continuar con un tipo de comprensión más amplio y profundo

+ Representaciones de entrada (exploratorias);

+ Representaciones a media secuencia (organizadas; investigación orientada);

+ terminar las representaciones (el producto y/o la representación);

- respuesta y revisión

– deberían implicar múltiples estilos de aprendizaje y forma de expresión.

Proporcionar una evaluación progresiva (profesor), que debería ser:

– pertinente explícita y pública;

– frecuente;

– procedente de múltiples y fuentes;

– utilizada para calibrar el progreso e informar de los planes.

Las aportaciones principales son las de centrarse en la comprensión como forma importante de resultado del aprendizaje. Se hace hincapié en las representaciones como un parte integrante tanto del desarrollo como de la evaluación de la comprensión. Una metodología de enseñanza que dota de sentido práctico a los profesores, produciendo de una forma accesible una aproximación ampliamente constructivista a la enseñanza y al aprendizaje.²⁰

Dada esta situación teórica se plantea una estrategia de enseñanza. Que sea congruente con el aspecto disciplinario y el aspecto didáctico

El enfoque de las concepciones alternativas tiene más bien la estructura de una categoría natural según la definición que hace Rosch de los conceptos como entidades vagas, difusas y difícilmente definibles. Ante todo suele destacarse que estas concepciones son construcciones personales de los alumnos, es decir, elaboradas de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo. De hecho muchas de ellas son previas a la instrucción, teniendo su dominio natural de aplicación en el entorno cotidiano del alumno. Las concepciones alternativas tienen un rasgo de carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia. Ello condiciona la metodología que puede utilizarse para estudiarlas, ya que aunque en algunos casos se identifican estas concepciones a través del lenguaje las más de las veces se descubren implícitas en las actividades o predicciones de los alumnos, constituyendo teorías o ideas en acción, que los alumnos no pueden verbalizar. Este vínculo de las ideas de los alumnos con la

20- Charles M. Reigeluth *Diseño de la Instrucción Teorías y Modelos un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción* parte 1. Aula XXI Santillana pag 100-121

acción práctica cotidiana esta muy conectada con los procesos psicológicos que están en el origen de estas concepciones espontáneas y que determinan en parte sus características. Diversos autores destacan el origen perceptivo de estas creencias, que les hace estar centradas en lo aparente, en lo observable y en lo que cambia, más que en otras variables o factores no observables que solo son accesibles por elaboración conceptual. Este carácter fenomenológico sitúa a estas concepciones más cerca del pensamiento concreto, e incluso del preoperacional que de las operaciones formales. Lo más que se suele decir de estas concepciones es que constituyen estructuras mentales o esquemas, pero sin que estos términos adquieran en este contexto el significado representación es que se les atribuye hoy en psicología cognitiva. ²¹

Muchas de las ideas que el alumno utiliza al resolver ciertas tareas son espontáneas. Fruto de una llamada "ciencia intuitiva" estas ideas poseen cierta coherencia y son utilizadas frecuentemente con éxito en su ámbito cotidiano.

Estas ideas son interpretadas, consecuentemente con el marco teórico desde el que se estudian, como construcciones personales generadas por la propia actividad intelectual del alumno frente a todo tipo de problemas, aunque han sido más estudiadas aquellas que afectan al aprendizaje escolar. Pese a su carácter personal, ligado a la idiosincrasia del individuo, presentan rasgos comunes a diferentes medios y edades, mostrando a veces un carácter transcultural. Tal como señala Pozo es este un rasgo muy significativo en lo que concierne al origen de estas ideas, poniendo en evidencia la existencia de ciertas características y restricciones específicas de la mente humana como procesador biológico de información.

La ciencia intuitiva a la que nos referimos cobra validez en la medida en que es un conocimiento cotidiano.

Suelen ser ideas científicamente incorrectas, distintas, como ya hemos señalado, a las proporcionadas por la escuela. Ello tiene una implicación muy importante: los procesos psicológicos a través de los cuales los alumnos generan

21 - J. i. Pozo, M.A. Gomez Crespo, M. Limon, A. Sanz Serrano. Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C:I:D:E: pag 44- 50

sus ideas no coinciden con los procesos de construcción del conocimiento científico, por el cual, desde este punto de vista, parece ingenuo concebir el aprendizaje como un simple proceso de descubrimiento autónomo por parte del alumno. Aunque de acuerdo con Bruner puede admitirse la existencia en el alumno de una motivación intrínseca para el aprendizaje, ésta no le impulsa necesariamente hacia el conocimiento científico, que compite muchas veces en inferioridad de condiciones con sus ideas alternativas al explicar los hechos de la vida cotidiana que pueden ser más importantes para el alumno. El aprendizaje será entonces un proceso de triple cambio: de actitud, metodológico y conceptual, ya que los alumnos y alumnas han de encontrar sentido al hecho de cambiar o desarrollar sus ideas acercándolas a las de la ciencia, en otras palabras: para generar actitudes positivas, las nuevas ideas han de reportarles algún beneficio que vaya más allá del ámbito estrictamente escolar. Para lograr adquirir estas nuevas ideas necesitan una nueva forma de abordar los problemas (cambio metodológico) que se manifestará en la adquisición de nuevos conceptos más próximos a los aceptados por la comunidad científica (cambio conceptual).

Se caracterizan por un lenguaje impreciso, existiendo, en ocasiones una elevada dificultad para su explicación. Son por tanto muchas veces, ideas implícitas, cuya existencia puede aceptarse en la medida en que se proyectan en acciones e interpretaciones concretas.

Uno de los factores que confiere solidez a estas ideas es su organización en forma de pequeñas teorías con una cierta capacidad explicativa de la realidad. Una de las claves para el cambio conceptual como señalaré más adelante será dotar de esas relevancias a las actividades de aprendizaje.

No todas las dificultades de aprendizaje son necesariamente explicables en términos de esquemas conceptuales alternativos. Algunos autores delimitan el significado de todas las expresiones utilizadas para referirse a lo que aquí hemos denominado ideas previas o alternativas. Señalan por ejemplo, que ciencia del alumno y esquema alternativo implican una valoración excesiva de la coherencia y generalidad de los conocimientos que el alumno ya posee y distinguen entre las

ideas intuitivas, que el alumno posee previamente a la instrucción, siendo el punto de partida del cambio conceptual, y los errores postinstruccionales, producto de una comprensión defectuosa de los conocimientos transmitidos por la escuela, que no pueden ser tratados del mismo modo. Aun reconociendo la utilidad de estas ideas para orientar e interpretar mucha de la investigación realizada en torno al pensamiento químico del alumno, el diseño de actividades de aprendizaje concebidas como un proceso de cambio conceptual requiere, a la vez, lograr un compromiso entre sencillez y significatividad que implica desarrollar otro tipo de acercamiento al problema, complementario al anterior que recoja el análisis de la propia naturaleza de los conceptos involucrados.

El modelo de cambio conceptual más conocido es tal vez el propuesto por Posner, Strike, Hewson y Gertzog, en el que se concibe el cambio conceptual como un proceso de asimilación en el que las ideas previas son utilizadas para procesar la información nueva seguido de una acomodación consistente en la reestructuración o sustitución de los viejos conceptos, cuando estos se muestran inadecuados. Para que se produzca la acomodación son necesarias las siguientes condiciones: - debe existir insatisfacción con las ideas previas - las nuevas ideas deben ser inteligibles, para lo cual será necesario muchas veces la introducción de analogías, metáforas y modelos - han de ser verosímiles y útiles. Gilbert y Watts distinguen los siguientes modelos de cambio conceptual: modelo paso a paso, modelo evolutivo, modelo de la catástrofe.²²

El objetivo fundamental del aprendizaje constructivista es fomentar la construcción (comprensión) del conocimiento a través de la educación directa. Esta diseñada principalmente para utilizarse con el aprendizaje basado en los libros de texto, clases magistrales y entornos multimedia donde no es posible una actividad (manipulación) conductista. Entre los valores en los que se basa esta teoría se incluyen: - una enseñanza que se centra en el proceso de aprendizaje (que tiene lugar en el cerebro del alumno) y en el resultado del mismo; - transferencia (utilización del conocimiento y retención); - cómo y qué hay que aprender.

22- Juan Antonio Lloréns Molina. Comenzando a aprender química Ideas para el diseño curricular. Editorial Aprendizaje Vieor. Pag 36-41

Métodos principales que ofrece este tipo de aprendizaje: Seleccionar la información pertinente: - destacar la información más importante para los alumnos utilizando: encabezamientos, cursiva, negrita, cuerpo de letra, viñetas, flechas, iconos, repetición, espacios en blanco, subtítulos, subrayado etc. - emplear objetivos educativos y adjuntar preguntas; - proporcionar un resumen; - eliminar información irrelevante; ser conciso.²³ Organizar la información para los alumnos, utilizando: - estructuras del texto; -- estructuras de comparación / contraste -- estructura de clasificación -- estructura de enumeración (o partes) -- estructura de generalización -- estructuras de causa - efecto. - reseñas; encabezamiento; palabras indicadoras (o señales); - representaciones gráficas. - Integrar información: - organizadores avanzados; ilustraciones (cuadros múltiples) con subtítulos; - ejemplos prácticos; preguntas elaboradas. Este tipo de aprendizaje ofrece un planteamiento de aprendizaje constructivista sin investigación y sin manipulación.²⁴

Dado que la investigación se realizó en el IPN ESIME Unidad Culhuacan es necesario conocer el ámbito institucional donde se desarrolla este trabajo, ya que eso nos guiara para entender todo el contexto que lo rodea. Así como también se debe conocer el ámbito disciplinario de la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, el plan de estudios, el objetivo de la carrera y todo lo relacionado con el mismo debido a que el estudio fue realizado en dicha carrera. Estos aspectos estén en el capítulo siguiente.

23.- Juan Antonio Lloréns Molina. Comenzando a aprender química Ideas para el diseño curricular. Editorial Aprendizaje Visor. Pag 36-41

24- Charles M. Reigeluth Diseño de la Instrucción Teorías y Modelos un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción parte 1. Aula XXI Santillana pag 100-121

II MARCO REFERENCIAL

2.0. ENTORNO IPN, ESIME UNIDAD CULHUACAN

2.1 AMBITO INTITUCIONAL

Si consideramos a la educación como ejercida por las generaciones adultas sobre las que no están maduras para la vida social teniendo como objeto suscitar y desarrollar en el individuo determinado número de estados físicos, intelectuales y morales, y este fenómeno educativo aparece desde tiempos muy remotos. Por lo que la educación tecnológica puede considerarse como primigenia ya que responde a la necesidad vital del hombre de construir instrumentos de lucha.²⁵

Como se puede distinguir en la época prehispánica sus conocimientos tecnológicos eran principalmente la explotación de yacimientos de minerales, fundamentalmente metales preciosos que procesaban y utilizaban en forma artística en la orfebrería como el oro y la plata. El uso de los colorantes vegetales y animales en la industria textil es prueba de sus conocimientos químicos, la cerámica cuyo significado técnico y artístico implica el dominio del modelado y del conocimiento.

Los grandes adelantos tecnológicos fueron el uso de la rueda, el fierro el acero la pólvora y las armas de fuego así como también la imprenta, sus técnicas para la construcción. Y la fundación del real seminario de minería marca sin la menor duda la institucionalización de la enseñanza tecnológica y científica en México.

Siendo su principal actividad la extractiva es decir la explotación del oro y de la plata así como del vanadio y del tungsteno así como el laboreo de la plata por el método de patio. Las instituciones que se consideran como antecedentes más firmes de la enseñanza técnica son aquellas orientadas a resolver problemas fundamentales que aún nos preocupan; el campo y la industrialización.

25- Emile Durkheim . Educación y sociología . pp. 59-85.

En 1824 se crean los colegios de marina, artillería e ingenieros.

En 1843 se promulgo la ley que instituiría la escuela de agricultura en la hacienda de la asunción cuya enseñanza se oriento hacia el estudio y análisis de los diferentes terrenos; la teoría y construcción de instrumentos oratorios; el cultivo y la naturalización de todos los vegetales útiles; la cría de razas de animales ; dibujo etc.

En 1845 se creo la escuela de comercio y administración.

En 1856 se crea la escuela de artes y oficios que sentó los fundamentos en la actual educación técnica donde se impartían talleres de herrería, carpintería, tomería, alfarería y galvanoplastia, tipografía, litografía.

En 1871 se crea la escuela nacional de artes y oficios para señoritas cuyas asignaturas correspondían conocimientos y actividades domesticas y artesanales.

En 1895 se crea la escuela nacional de medicina y homeopatía.

En 1916 se transforma la escuela nacional de artes y oficios en la escuela práctica de ingenieros mecánicos y electricistas.

En 1922 se establece la escuela técnica de maestros constructores donde se establecieron las carreras cortas de: constructor técnico, montador eléctrico, carpintero, plomero, herrero marmolista etc.

En 1923 con la preocupación de formar obreros calificados y elementos técnicos se abre el instituto técnico industrial donde se capacitaba a técnicos a nivel medio.

En 1931 se funda la escuela federal de industrias textiles cuyo propósito era producir técnicos y profesionistas en el ramo.

En 1932 es en donde se ve plasmada la idea de integrar y estructurar un sistema de enseñanza técnica y en el que dado esto en el informe presidencial se dice: "en el campo de la enseñanza técnica nos hemos esforzado por encontrar los caminos y procedimientos más certeros para organizar un verdadero sistema de enseñanza industrial que signifique aportación considerable para el

aprovechamiento de nuestros recursos naturales, la transformación de nuestras materias primas y el correlativo mejoramiento del nivel de vida de nuestro pueblo.

Partiendo de lo anterior Luis Enrique Erro nos da a conocer su criterio sobre los principios generales en que debe basarse la enseñanza técnica definiéndola como aquella que tiene por objeto adiestrar al hombre en el manejo inteligente de los recursos teóricos y materiales que la humanidad ha acumulado para transformar el medio físico y adaptarlo a sus necesidades. Así como entendiéndose el vocablo técnica como todo lo que es procedimiento metódico ajustado a normas definidas y en consecuencia que toda la actividad humana es susceptible de disciplinarse dentro de la técnica peculiar. Considerándose la técnica hasta la primera guerra mundial como mera capacidad mecánica imitativa actualmente ya ha conquistado el terreno de la creatividad. Por lo que la enseñanza técnica debe corresponder pues a formas económicas de la vida industrial que le sirve, digámosle así como molde. Estas formas están en continuo proceso de cambio cuyo sentido debe ser elemento director de la enseñanza técnica para que se ajuste previsoramente a las necesidades futuras tanto como las actuales.

Así como también en 1932 surge la preparatoria técnica la cual consta de cuatro años su acceso solo requiere la primaria elemental. Constituyéndose dentro de la preparatoria técnica las matemáticas, la mecánica, la física, la química, los dibujos y los trabajos de laboratorio o talleres las actividades más importantes del estudiante. Considerándose la columna vertebral de la politécnica la escuela preparatoria técnica y las diversas escuelas especializadas de altos estudios técnicos. Se establece que el arjetivo politécnico proviene de polytechnikos que a su vez deriva de polytechnos cuyo significado es hábil en distintas artes compuesto de polys numerosos o muchos y techne arte, habilidad. Por lo que la educación politécnica implica la enseñanza de varias disciplinas y actividades técnicas que deben unirse a una cultura general.²⁶

26 - Enrique G. León López El Instituto Politécnico Nacional , todo el libro.

El politécnico representa para nuestro país un grupo de instituciones docentes de utilidad inmediata y clara, para los estudiantes la posibilidad de hacer carreras útiles, sólidas y lucrativas, en lapsos de tiempo no mayores de 8 años después de la primaria.

Considerándose como premisa básica de la educación técnica que debe orientarse preferentemente a las clases trabajadoras, dotando a la industria de personal de trabajadores técnicos (calificados) que mejoren sus condiciones y contribuyan al bienestar colectivo todos estos antecedentes constituyen lo que puede considerarse la etapa de génesis del politécnico a la cual seguirá la fundación del Instituto Politécnico Nacional. Y cuyos antecedentes lógicos son las funciones que desarrollaba la escuela politécnica desde 1932 que es un programa de acción de la SEP que tiene como finalidad la creación de un instituto independiente del estado que centralice las escuelas técnicas considerando su interrelación y le asigne funciones específicas y transformándola en el pilar del propio programa.

Esta fundación del IPN es una resolución de dos hombres de indiscutible formación ideológica Lázaro Cárdenas y Juan de Dios Bátiz, y en 1934 al iniciar su gobierno Lázaro Cárdenas inicio las gestiones formales que habían de desembocar en la creación del IPN.

Con Batiz participaron en la estructuración del politécnico, Wilfrido Massieu, Ernesto Flores Baca, Diodoro Antunez, José Gómez Tagle, Armando Cuspinera Mailloro.

En este sentido Cárdenas al crear el IPN nacionalizó la Enseñanza Superior en beneficio del pueblo del México.

Por lo que el IPN definió sus funciones:

Como un organismo docente que tiene por función conducir los estudios que llevan a la formación de profesionistas en las carreras que en el tipo esencialmente técnico necesita nuestro país.

Dado que no hay ningún documento de origen jurídico que se refiera a la creación del politécnico, bien sea una ley un decreto o un acuerdo. Puede decirse que el IPN nació por si solo, justificando su existencia como respuesta a una necesidad social y por la decisión noble y generosa de sus fundadores, plenamente identificados con esa necesidad.²⁷

El papel del IPN en la vida educativa y productiva de México es de enorme trascendencia: en el futuro esta llamada a ser la institución de enseñanza profesional técnica que mejor responda a las necesidades nacionales para la formación de profesionistas, maestros, obreros y técnicos en general.

Siendo la creación del IPN encaminada a tener como objeto impartir a las masas, particularmente a las proletarias, la capacitación técnica para que en la república mexicana cada individuo sea una unidad social más apta para el ejercicio colectivo y para esto será preciso disciplinar sus facultades al máximo de su rendimiento de acuerdo con los principios fundamentales de la organización científica del trabajo.²⁸

Antecedentes de la ESIME

Otra escuela que fue creada en el liberalismo y consolidada en la reforma, fue la escuela nacional de artes y oficios que sentó los fundamentos de nuestra actual educación técnica creada por Comonfort en 1856, operó precariamente hasta 1868 año en que fue restablecida por decreto del presidente Juárez asignándosele el exconvento de San Lorenzo donde permaneció hasta 1959 casi un siglo.

En 1916 se transformó en escuela práctica de ingenieros mecánicos y electricistas (EPIME) siendo presidente don Venustiano Carranza.

En 1921 se le denominó escuela de ingenieros mecánicos y electricistas (EIME).

27.- Ma. De los Angeles Rodríguez Alvarez, Max Krongold Pelzerman, 50 años de la historia de la educación tecnológica, 1988 IPN.

28.- Enrique G. León López, El Instituto Politécnico Nacional, todo el libro.

En 1932 Don Luis Enrique Erro transformo la EIME en Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME.

En 1959 la ESIME ubicada en Allende 38 ante la insuficiencia de sus instalaciones pasa a Zacatenco en los edificios 1 y 2 de la unidad profesional Adolfo López Mateos del IPN.

En 1972 se creo la unidad de ciencias básicas Xocongo ubicada en la colonia Transito.

Debido a la demanda de los ingenieros de mecánica, comunicaciones y electrónica fue necesario instalar otros planteles es así como el 8 de marzo de 1974 se crea la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan. En donde actualmente se imparten las carreras de Ingeniería mecánica, Ingeniería en comunicaciones y electrónica e ingeniería en computación.²⁹

Así como también dentro de esta ESIME se tiene como objetivo formar profesionistas a nivel superior en las áreas de ingeniería en comunicaciones y electrónica, ingeniería mecánica e ingeniería en computación, con las características y calidad académica que requiere el desarrollo del país.

Requiriendo el siguiente perfil de los alumnos que ingresan:

- Disposición para la acción, habilidad e inclinación para los razonamientos analíticos.
- Interés y curiosidad por los fenómenos naturales y sus causas.
- Habilidad e interés por trabajos manuales.
- Interés por aplicar la ciencia y tecnología a la satisfacción de las necesidades.³⁰

Filosofía del IPN

Se considera que la filosofía de una institución está dada por el conjunto de ideas, principios y valores que definen su naturaleza social y cultural y al igual que

29.- Ing. Jesús Flores Palafox. La ESIME en la historia de la Enseñanza técnica. IPN 1993.

30.- Folleto informativo IPN. ESIME. Unidad Culhuacan. Febrero de 1998

y en gran parte determinada por su contexto histórico y económico que se encuentran en constante desarrollo.

Por lo que las ideas fundamentales que engendraron al IPN correspondían a un proyecto educativo pionero, en el cual sobresalía la preocupación esencial de integrar tanto el trabajo manual e intelectual, como la escuela a la producción. Estas ideas obviamente se contraponían a la formación de profesionistas con una educación liberal clásica, desligada de una realidad concreta y de los problemas más vigentes de la población.

De esta manera la Escuela politécnica venía a renovar no solo los sistemas y procedimientos en la enseñanza técnica de acuerdo a las necesidades de la época, sino que inscribía en un importante momento histórico, la concepción justa de sus función de transformación, capilaridad y movilidad social.

Es necesario destacar como elemento importante del proyecto la idea orgánica de unidad educativa, la cual implica la formación de todos los trabajadores técnicos- desde el obrero calificado hasta el director más capacitado dentro de los planes de trabajo inteligentes solidamente coordinados, de efectiva unidad doctrinaria, encausada hacia la responsabilidad de la obra colectiva por realizar.

De ahí que se hace hincapié en las ideas de eficiencia, economía y servicio al pueblo, con las ideas que por cierto hoy también necesitan profesar todo técnico en nuestro medio, atenuado por urgentes problemas económicos.

Por lo que la escuela politécnica constituye un proyecto educativo con una ideología surgida de los más caros anhelos del pueblo mexicano, ante siglos de abandono e injusticia social. Para llevar a cabo este propósito educativo se considero la necesidad de crear escuelas de excelencia donde se privilegiara la formación completa, moderna y práctica de sus técnicos, con profesorado capaz y con recursos de investigación y experimentación adecuados.

Por lo tanto la creación del IPN significo la cristalización del esfuerzo de hombres con gran sensibilidad y visión política, dotados de clara concepción filosófica lo que les permitió vislumbrar con agudeza las perspectivas que aportan

los programas educativos con base científica y técnica, al propiciar en la juventud la adquisición de conceptos racionales y rigurosos sobre el universo y la vida social, herramienta esencial del pensamiento para forjar el devenir soberano e independiente que merece nuestra patria.

En este aspecto cuando se habla de gobierno dentro de una institución se habla de conjunto de principios o valores que mantienen y permiten su desarrollo, consolidación y continuidad a través del tiempo.

La elaboración del conjunto de principios y valores que conforman al IPN, y asimismo la lucha por su reconocimiento y aceptación por parte de la sociedad ha sido producto de un proceso en el cual la comunidad integrada por directivos, profesores, estudiantes y trabajadores ha jugado un papel muy importante.

Ya se recuerda que el nacimiento oficial del IPN en 1936 no estuvo determinado por ningún documento jurídico, pues no existió ley, decreto o acuerdo para su creación, lo engendro y dio a luz el trabajo constante y desinteresado de una comunidad reconocida como distinguidos mexicanos.

Por lo que el principio de una enseñanza técnica y científica al servicio del desarrollo de una patria soberana queda legítimamente establecido hasta 1949 con la expedición de la primera ley orgánica del IPN.

Pero a la fecha ha sufrido varias modificaciones esta ley orgánica, y a pesar de que aguarda ser escrita la historia del IPN a través del análisis de sus leyes orgánicas se puede anticipar que en ellas se han reflejado los profundos cambios sociales, económicos, científicos y técnicos que a nivel nacional e internacional se han llevado a cabo en este conflictivo siglo XX.

Así pues el ordenamiento jurídico que actualmente rige el quehacer del Instituto, constituye un antecedente fundamental que conforma parte de su legado cultural, toma forma en su ley orgánica la cual es el resultado de una amplia consulta y esfuerzo, entre y de la comunidad politécnica, y en la cual se plasma su naturaleza, finalidades y atribuciones así como su patrimonio y su estructura orgánica y funcional.

Es de considerarse que dentro de la estructura orgánica y funcional del Instituto se refleja este legado cultural al destacar un cuerpo directivo representado por sus autoridades y un consejo general consultivo, que al planificar y sistematizar esperanzas coordinan un esfuerzo colectivo que permite la consecución de los principios que gobiernan al instituto el cual esta integrado por el director general del instituto , las autoridades del mismo y los directores de las diferentes escuelas , centros y unidades de enseñanza e investigación por el abogado general el presidente del decanato, por los secretarios o directivos de sus órganos de apoyo y auxiliares, por representantes de profesores y estudiantes de los diversos niveles de enseñanza y áreas del conocimiento también por representantes del personal docente y no docente en calidad de miembros del sindicato. Por lo que el consejo general consultivo del IPN es una red dinámica de comunicación, en donde se llevan a cabo emisiones y recepciones de señales; señales que expresan y retroalimentan, ante los retos que la humanidad enfrenta en la actualidad, la participación cada día más activa y consciente de la comunidad politécnica.³¹

En este camino de optimizar los esfuerzos y recursos de la comunidad tenemos la versión abreviada del programa de desarrollo institucional 2000 - 2006 se sustenta en un trabajo exhaustivo de planeación amplio y complejo, que expresa las grandes líneas orientadoras de trabajo que el IPN desarrollara en los próximos años.

La importancia que tiene la educación para el futuro del país queda de manifiesto en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en donde se le señala como la columna vertebral del desarrollo, reconociéndose además el papel crucial de la educación superior como generadora de conocimiento y progreso social, material y cultural de las naciones. Como se indica en el Programa Nacional de Educación 2001-2006, la educación enfrenta tres grandes desafíos: ampliar la cobertura con equidad, incrementar la calidad de los procesos educativos y los niveles de aprendizaje de los alumnos, y el que tiene que ver con el mejoramiento de la integración y funcionamiento del sistema educativo.

31.- Politécnico: Historia y perspectivas de su proyecto educativo. México 1993. SEP . pp. 13, 17

El Programa de Desarrollo Institucional es el marco ideal para mejorar la calidad de los servicios educativos y tiene como propósito central constituirse en un mecanismo efectivo de articulación de los esfuerzos entre las dependencias de la administración central, las escuelas centros y unidades, sobre la base de un breve y claro conjunto de políticas, estrategias generales y programas integrales de acción.

El programa pretende tender los puentes entre el pasado, presente y futuro de nuestra institución. Buscar ser un instrumento estratégico y un marco de referencia para el reencuentro de la comunidad politécnica consigo misma, compartiendo un mismo proyecto para adquirir un nuevo compromiso institucional que incremente la calidad. La relación con la sociedad a la que servimos y nos permita continuar con nuestra misión histórica de poner " La Técnica al Servicio de la Patria"

El Programa de Desarrollo Institucional se enmarca en la política educativa nacional y fue elaborado con base en lo señalado en el Plan Nacional de Desarrollo, los lineamientos de Programa Nacional de Educación en materia de educación media superior y superior, así como en los planteamientos del programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) 2001-2006. En su elaboración se tomo en cuenta el entorno nacional e internacional, la dinámica del avance científico y tecnológico, los propósitos a alcanzar y las recomendaciones que hacen organismos nacionales e internacionales especializados en materia educativa.

La educación se concibe flexible centrada en el aprendizaje y formativa, con gran atención al desarrollo de valores, de manera que permita que los estudiantes cuenten con oportunidades para satisfacer inquietudes intelectuales diversas que los conduzcan a una practica exitosa de su profesión.

La educación en particular la tecnológica, tiene una gran importancia, por lo que las instituciones de educación superior deben concentrarse en la preparación profesional del siglo XX, aumentando las exigencias de calidad y pertinencia

académica, planteando nuevas estrategias para una adecuada formación de sus estudiantes y de esta manera favorecer la investigación y el desarrollo científico y tecnológico e impulsar la extensión y difusión de la cultura.

La educación tecnológica se convierte así en un soporte de conocimiento y en el eje de la nueva formación de recursos humanos de alto nivel. Por ello las instituciones de educación superior deben dotar a sus egresados con elementos que les permitan transformar e innovar constantemente su entorno y condiciones de vida, desde una perspectiva integral que incluye, además de las capacidades para usar el conocimiento, generar riquezas y valores sociales que orienten su desempeño.

El politécnico debe mantener una dinámica de cambio para responder con oportunidad y pertinencia a las tendencias que están marcando el nuevo siglo. Entre otras podemos señalar : crecimiento explosivo de la matrícula en educación media superior y superior; requerimientos de nuevos perfiles profesionales; necesidad de contar con modelos académicos y estructuras administrativas más horizontales y flexibles; disponer de esquemas de trabajo con mayor integración; una planta de profesores consolidada; estudiantes cuya formación sea más integral y centrada en el aprendizaje, que equilibre conocimientos y habilidades, valores y que proporcione una sólida formación general y de conocimientos básicos, una vinculación estrecha con el mundo del trabajo y relaciones, a través de programas de cooperación con instituciones nacionales y del extranjero.

En el nivel licenciatura ha habido un importante esfuerzo en materia de actualización de contenidos de los planes de estudio.

En los planes de estudio domina un enfoque altamente especializado y una pedagogía centrada fundamentalmente en la enseñanza, lo que impide diseñar estrategias de aprendizaje, la colaboración intra e interinstitucional y la incorporación de experiencias de aprendizaje en entornos y modalidades diversas en el proceso formativo. Los currículos están organizados de tal manera que no permiten la movilidad entre programas y modalidades, los materiales didácticos utilizados no están en concordancia con la innovación de la tecnología educativa;

las formas y sistemas de evaluación responden a criterios obsoletos. Los programas educativos son intensos y extensos, con poca integración horizontal y vertical, entre niveles y modalidades formativas.

Con respecto a la planta académica se tiene un promedio de edad que fluctúa entre los 50 y los 55 años, cuya práctica es, en lo general, tradicional y centrada en la enseñanza, por lo que el instituto tiene el reto de construir una nueva cultura de trabajo académico que dinamice la docencia y su relación con la investigación y la extensión.

El reto en esta materia es reformar el modelo educativo, con una visión integral, que aproveche a partir de la vasta experiencia de su personal académico y administrativo, los esfuerzos desarrollados en las escuelas, centros y unidades, y en las dependencias centrales, incorporando enfoques centrados en el aprendizaje. Los programas de estudio deberán ser más flexibles e incorporar el carácter integral de la formación, con una base muy sólida de conocimientos básicos, para que los estudiantes puedan transitar entre programas y de una modalidad a otra; se debe promover el establecimiento de redes de cooperación académica con otras universidades para compartir experiencias, información, conocimientos y recursos que repercutan en la calidad.

En la definición de un nuevo modelo educativo para el IPN es necesario considerar lo señalado en el Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006, mismo que establece la necesidad de "orientar el cambio hacia el nuevo modelo educativo y académico del instituto, hacia nuevas estructuras y hacia una nueva cultura organizacional, de manera tal que logremos incrementar sustancialmente, la calidad de los procesos de generación, transmisión y difusión del conocimiento científico y tecnológico". Al respecto, la orientación que el PDI destaca es que el nuevo modelo educativo no se restringe a la función de docencia, sino que se amplía a la investigación, extensión y vinculación. Se trata de una característica única y relevante del modelo educativo del IPN.

... nuevo modelo educativo no se restringe a la función de docencia, sino que se amplía a las de investigación y extensión...

El modelo educativo es una representación de la realidad institucional que sirve de referencia y también de ideal. Como tal, va enriqueciéndose en el tiempo y sustenta el quehacer del Instituto. Las concepciones sobre las relaciones con la sociedad, el conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje se plasman en el modelo educativo deben estar sustentadas en la filosofía y vocación, en los propósitos y fines, en la visión y valores del Instituto Politécnico Nacional y tener como horizonte de futuro la visión institucional.

Pero también, el modelo requiere de medios para poder alcanzar su cometido. Por ello, es necesaria una eficiente gestión institucional que favorezca el proceso de cambio para la mejora y superación permanentes.

En un entorno de cambio y en el marco del proceso de reforma académica del Instituto, la definición del modelo educativo, concebido como una guía básica del trabajo académico de las funciones sustantivas, se convierte en un aspecto crucial especialmente por lo que se refiere al rediseño de los currícula de la oferta educativa. Como señalara Carlos Tünnermann (2001), el cambio del currículum es la base de proyección de una mejor institución educativa. No se trata solamente de declaraciones de principios, sino de lineamientos que deberán cumplir un papel orientador, tanto en el diseño de la oferta educativa y su contenido, como en las formas en que deberá ser impartidos, que conduzcan el trabajo de una comunidad amplia y compleja, que ofrece servicios educativos diversos. Asimismo, el modelo educativo perfila las responsabilidades de los miembros de la comunidad académica en las tareas cotidianas.

Tras pasado todo lo anterior al IPN significa que el modelo propuesto reúne un conjunto mínimo de rasgos y características que le otorgan al Instituto una nueva fisonomía educativa. Pero tal configuración es flexible: cada Unidad

Académica la adopta y, a partir de sus propias características, la adapta a sus necesidades y requerimientos. En otras palabras, se participa de la orientación general, y con ello la Unidad Académica se integra al nuevo modelo, para luego, y a partir de ese último, adquirir su sello propio y distintivo, acorde con la diferenciación que cada Unidad ha tenido en su historia particular dentro del IPN.

El nuevo modelo educativo, se centra más en procesos de formación, que en niveles de estudio, y en la formación continua y permanente. Por tanto, el énfasis deberá ponerse en los procesos relacionados con la formación de los jóvenes, de los profesionales y de los posgraduados. Concebirlo así respondería plenamente a la historia de la institución. Desde su fundación tal fue la divisa asumida. El propio General Cárdenas trazó esta trayectoria cuando mencionaba que el objeto del IPN era el de “preparar expertos en las distintas ramas de la producción... [mismas que] contribuirán al desarrollo y aprovechamiento de los variados recursos del país” (IPN, 1996; Sánchez, 2000). Un aspecto complementario del modelo es el referente al personal académico. El propio Cárdenas asignaba a ellos una condición esencial: “...su preparación, que ha de ser indiscutible” (IPN, 1996). En 66 años de existencia, tal objeto y cometidos, y se han recuperado para permanecer inalterables dentro en el nuevo modelo educativo.

La UNESCO en la “Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción” propone un nuevo modelo educativo centrado en el estudiante. Esta característica requerirá de una “renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del saber, que han de basarse en nuevos tipos de vínculos y de colaboración con la comunidad” (UNESCO, 1998), así como de una profunda transformación estructural.

Los egresados de las aulas del Instituto, como señala el Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006, se deberán formar en ambientes que les permitan abordar y proponer alternativas de solución a los complejos problemas del entorno. Problemas que no pueden ser abordados por una sola disciplina, que

requieren de mayores habilidades y conocimientos, en un mundo en el que los valores y actitudes son imprescindibles para garantizar la convivencia con el medio ambiente y el respeto a la diversidad.

De acuerdo con lo expresado y de manera sintética, el nuevo **modelo educativo** del IPN tendría como característica esencial la de estar centrado en el aprendizaje, pero un tipo de aprendizaje que:

? promueva una formación integral y de alta calidad científica, tecnológica y humanística;

? combine equilibradamente el desarrollo de conocimientos, actitudes, habilidades y valores;

? proporcione una sólida formación que facilite el aprendizaje autónomo, el tránsito de los estudiantes entre niveles y modalidades educativas, instituciones nacionales y extranjeras y hacia el mercado de trabajo;

? se exprese en procesos educativos flexibles e innovadores, con múltiples espacios de relación con el entorno, y;

? permita que sus egresados sean capaces de combinar la teoría y la práctica para contribuir al desarrollo sustentable de la nación.

El modelo educativo del Instituto Politécnico Nacional será la guía para definir la orientación, contenidos y organización de los planes de estudio, así como para determinar las directrices generales del proceso de enseñanza aprendizaje y los procesos de generación, aplicación y difusión del conocimiento. En él se señalan distintos aspectos, mismos que a continuación se presentan junto con una explicación breve.

Elementos del nuevo modelo educativo

Toda institución educativa, especialmente del nivel superior, sustenta su trabajo en una serie de valores y concepciones que se reflejan en las

características de su oferta educativa y en los aspectos que se enfatizan en la formación profesional. El nuevo modelo educativo del IPN expresa estas concepciones y con él se ha definido lo que la institución y su comunidad consideran que debe ser la forma y el contenido de los procesos de transmisión, generación y difusión del conocimiento, apoyándose en la misión del IPN, en sus valores, con el horizonte de futuro de la visión institucional.

El nuevo modelo educativo será la guía del trabajo académico cotidiano de la Institución. En tanto tal, cumplirá un papel orientador, especialmente en el diseño de la oferta educativa y en la forma en que esta oferta deberá ser impartida, a fin de enfatizar los mismos aspectos formativos en cada uno de los distintos niveles de estudio. Con ello se deberá garantizar un perfil de egreso con características comunes para todos los egresados, definiendo así al profesional politécnico. Asimismo, el modelo renueva y garantiza los principios e ideales que dieron origen al Instituto. Además, promoverá una formación que contenga enfoques culturales diferentes, capacitando a los egresados para su incorporación y desarrollo en un entorno internacional y multicultural.

El modelo educativo del IPN promoverá, tanto en su oferta educativa como en los planes y programas que la concretan, una formación que cumpla con las características señaladas para la educación de alta calidad, como son: equidad, pertinencia, relevancia, eficiencia y eficacia. Con procesos educativos que tengan una mayor correspondencia entre los contenidos y resultados del quehacer académico, con las necesidades y expectativas de la sociedad y de los estudiantes. Con programas que permitan lograr los objetivos institucionales al menor costo posible, con el menor desgaste humano; con oportunidades equitativas para el ingreso, pero también en un sentido mucho más amplio de la equidad, para la permanencia de los estudiantes mediante estrategias que garanticen que la mayor parte de ellos culminen con éxito una formación que les permita la inserción al mercado laboral, así como su desarrollo como individuos útiles a la sociedad.

De manera específica, como ejemplo de las características de cada elemento, a continuación se describe cada uno de ellos.

Un Modelo centrado en el aprendizaje

– El primer elemento del nuevo modelo educativo lo caracteriza como **centrado en el aprendizaje**. Ello implica que se privilegia una formación que pone al estudiante en el centro de la atención del proceso académico, considerándolo como un individuo que construye su propio conocimiento, diseña y define sus propias trayectorias e intensidades de trabajo, dejando de lado la concepción tradicional del estudiante como un ente abstracto, receptor de conocimientos y de información.

– Ello implica innovaciones que se deben traducir en la flexibilización, tanto de los planes y programas; la organización académica e institucional, como de la normatividad; centrando la atención, precisamente, en las formas de adquisición del conocimiento por los estudiantes y en las herramientas necesarias para su formación y sus necesidades individuales. Para ello, se requieren estrategias institucionales que reconozcan las diferencias entre los estudiantes, así como sus requerimientos individuales. También significa que se concibe al profesor como un guía, facilitador de este aprendizaje y como un coaprendiz en el proceso educativo. Ambos, profesores y estudiantes, son los participantes más importantes de una comunidad de aprendizaje y el centro de la atención institucional.

– Un modelo centrado en el aprendizaje supone que los profesores distribuyen su tiempo de dedicación entre la planeación y el diseño de experiencias de aprendizaje, más que en la transmisión de los contenidos por el dictado de clases. Supone también que los profesores no trabajan de manera aislada, sino que, en el marco de academias revitalizadas, conformadas por cuerpos académicos de más de una Escuela, Centro o Unidad, en ocasiones de más de una institución, colaboran a fin de proporcionar visiones integrales de la formación profesional. Asimismo, se considera como parte del modelo la articulación de los diversos

servicios institucionales, de manera que se apoye al estudiante en los distintos aspectos de su desarrollo.

Un modelo que promueva una formación integral y de alta calidad científica, tecnológica y humanística y combine equilibradamente el desarrollo de conocimientos, actitudes, habilidades y valores

– El segundo elemento enfatiza la **formación integral**. Esto significa que los procesos formativos deberán considerar el desarrollo armónico de todas las dimensiones del estudiante. Es decir, implica, por una parte, la formación en los contenidos en cuanto a los conocimientos básicos, así como los propios de la profesión, para proporcionar las herramientas intelectuales necesarias para el aprendizaje permanente y la resolución de problemas complejos, mismos que requieren de la concurrencia de diversas disciplinas. Por la otra, se refiere a la formación en valores humanos y sociales, tales como: libertad, tolerancia, convivencia, respeto a la diversidad cultural y al entorno, honradez, honestidad, responsabilidad y solidaridad; este conjunto de valores deberá promover actitudes de liderazgo, compromiso social, así como el desarrollo de habilidades que potencien las capacidades de los estudiantes para adquirir nuevos conocimientos, y las destrezas para innovar y emprender.

– El modelo se fundamenta en una formación integral que podría complementarse con la propuesta de la UNESCO (1998), misma que recomienda que los estudiantes, además de adquirir conocimientos científicos y tecnológicos, cuenten con espacios para: aprender a ser, a pensar, a hacer, a aprender, a emprender, a respetar, a convivir tanto con el otro como con el entorno. La formación integral, por lo tanto, es una compleja tarea que deberá concretar estos postulados en contenidos curriculares específicos en los programas educativos; en los perfiles de egreso; en las formas de relación entre los actores del proceso educativo; en el desarrollo cotidiano del trabajo; en la organización y funcionamiento de los

programas educativos, de la institución y en la articulación de la docencia con la investigación y la extensión.

– Este elemento del modelo educativo del IPN se refiere, entonces, al equilibrio, en los procesos formativos, de contenidos científicos, tecnológicos, y humanísticos, de manera que la formación tenga como resultado un profesional que cuente con los conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios del contenido fundamental de la profesión y las habilidades intelectuales para adquirir nuevo conocimiento. También se refiere a las habilidades que permitan al estudiante analizar, comprender y contribuir a mejorar las condiciones del entorno social, económico y político en el que habrá de desarrollarse, tanto como las actitudes para la convivencia armónica. Finalmente, el aspecto humanístico se refiere tanto a la perspectiva en la cual se abordan los contenidos de la formación como a la atención al desarrollo de la dimensión del estudiante como persona.

Un modelo que proporcione una sólida formación y que facilite el aprendizaje autónomo.

– El aprendizaje autónomo, o por cuenta propia, se refiere a la capacidad de aprender por sí mismo, primero con la guía de sus profesores y luego sin. En este documento se considera a la extensión en su más amplio sentido, esto es, en la función sustantiva de las instituciones educativas del nivel superior en su relación con el entorno. Ella, de manera que la institución se convierta en un espacio al cual pueda recurrir el estudiante para actualizar sus conocimientos, desarrollar y mejorar sus cualidades humanas, mantenerse vigente como profesional y como ciudadano, pero también en una persona con capacidad de hacerlo sin la institución. Estas serán capacidades que deberá promover y garantizar en los estudiantes y profesores el nuevo modelo educativo.

– Un modelo de este tipo considera los enfoques autogestivos, para que el estudiante aprenda a aprender, en colaboración con sus compañeros, en proyectos específicos, con las actividades y motivaciones planeadas por los profesores, con el apoyo y asesoría tanto individual como grupal de los docentes.

Un modelo que se exprese en procesos flexibles, innovadores, que permita el tránsito de los estudiantes entre niveles

Un modelo que se exprese en procesos flexibles, innovadores, que permita el tránsito de los estudiantes entre niveles educativos y cuente con múltiples espacios de relación con el entorno

– Los procesos formativos centrados en el aprendizaje de los estudiantes requieren ser más flexibles que los modelos centrados en la enseñanza. Para ello, deben proporcionar oportunidades para la definición de ritmos y trayectorias formativas distintas, que incluyan a los estudiantes como actores de la toma de decisiones, que faciliten el tránsito entre diferentes planes de estudio, entre niveles y modalidades educativas. Para ello, es importante tener formas de organización adecuadas en los planes de estudio de los diferentes niveles y modalidades, así como determinar reglas para que los estudiantes transiten con facilidad de un nivel a otro, así como entre programas. Para ello deberá garantizarse que el diseño de los planes de estudio se conciba como una línea continua de formación con diversas salidas laterales, con reglas que faciliten la incorporación de los estudiantes al siguiente nivel de estudios y que le permitan forjarse planes de vida y carrera.

– El modelo centrado en el aprendizaje reconoce las diferentes condiciones económicas y sociales de los estudiantes, sus diversos antecedentes, capacidades y ritmos de aprendizaje, por lo que la flexibilidad también se expresa en un currículum que ofrezca trayectorias formativas diversas y opciones de dedicación variable. Todo ello sin poner en riesgo la calidad de la formación, mediante el acompañamiento permanente y servicios integrales de apoyo al aprendizaje, diferenciados de acuerdo con las necesidades formativas y condiciones de los estudiantes.

- Por otra parte, y con el carácter de estrategias de aprendizaje, debe contarse con múltiples espacios de aprendizaje más allá del aula y la clase tradicional; espacios en los que la investigación, los proyectos de vinculación con el entorno, el trabajo en equipo, la convivencia extra aula con otros compañeros, las actividades deportivas y culturales, se consideren como actividades formativas.
- Igualmente se incorporan experiencias de trabajo en equipo, comunicación con diversas audiencias, desarrollo de la creatividad y de la capacidad emprendedora, así como las destrezas en la solución de problemas. Parte de esas experiencias son las prácticas profesionales y el servicio comunitario y social.
- Una formación en la que se multipliquen los espacios de relación con el entorno al reconocer que se aprende mediante la resolución de problemas en beneficio de la sociedad. Las actividades de investigación y vinculación desarrolladas con otras instituciones (educativas y de investigación), con empresas, organizaciones de la sociedad, organismos nacionales y gobiernos, en proyectos que atiendan y contribuyan a resolver problemas específicos del desarrollo, son espacios de aprendizaje en los que se adquieren o integran conocimientos y habilidades, a la vez que valores y actitudes.

Un modelo que forme bajo diferentes enfoques culturales y que capacite a los individuos para su incorporación y desarrollo en un entorno internacional y multicultural

- Uno de los elementos relacionados con el cambio y el desarrollo de una nueva cultura institucional, necesarios para mejorar la calidad, la pertinencia y para renovar y fortalecer el compromiso social en los programas académicos del IPN, encuentra su referente en los enfoques interculturales, así como en la internacionalización de la institución.
- La internacionalización conlleva el desarrollo de políticas y estrategias orientadas a la inclusión de dicha dimensión en las funciones sustantivas, específicamente, en la formación de los estudiantes, de manera tal que les permita desarrollarse en un mundo internacional y multicultural. Significa también la

asimilación de la dimensión internacional a la esencia, identidad y cultura de la institución.

– En el nuevo modelo educativo, la internacionalización juega un doble papel.

Es, a la vez, un objetivo en el desarrollo institucional y un proceso que contribuye a su consolidación. Ello requiere del desarrollo de una “cultura de internacionalización” que se refleje en las políticas, objetivos, contenidos y métodos docentes de la institución (Sebastián, 2000). Dentro de esa cultura debe contarse con disposición al cambio y a la transformación, con programas flexibles y normatividad que facilite el reconocimiento de créditos y la revalidación de estudios; que enfatice el desarrollo de competencias, actitudes valores y habilidades que formen a los estudiantes para su incorporación al entorno local, nacional e internacional.

– La cooperación es un instrumento al servicio de los objetivos institucionales; es también, un medio para lograr mayores niveles de internacionalización. La cooperación impulsa la movilidad de académicos y estudiantes, la incorporación de alumnos extranjeros a las actividades institucionales, la promoción de la formación, capacitación y actualización de los docentes y el personal en el extranjero; el desarrollo de proyectos de investigación, la vinculación con empresas, entidades y gobiernos en otros países; la incorporación de la dimensión internacional a los contenidos, mismos que fortalezcan una formación que les facilite el desarrollarse plenamente en un plano tanto nacional como global, así como la comprensión o el análisis de los procesos económicos, sociales y culturales mundiales, mediante entre otras acciones, la incorporación de la institución a proyectos de cooperación técnica y de ayuda al desarrollo.

El nuevo modelo educativo del Instituto concibe a ambas, la internacionalización y la cooperación académica como herramientas estratégicas que facilitan la práctica local y global de la ciencia y la tecnología, al favorecer el trabajo horizontal interno de la institución, así como entre el IPN e instituciones dentro y fuera del país.

– Asimismo, el modelo educativo tendrá como resultado programas educativos que permitan potenciar los esfuerzos y resultados del trabajo académico, proporcionando espacios de aprendizaje en situaciones, contextos y culturas

diferentes a los propios; promoverá la comprensión, el entendimiento, la tolerancia, el respeto a las diferencias, y contribuirá a formar individuos capaces de enfrentarse a situaciones diversas en su vida profesional y personal.

Un modelo que permita que sus egresados sean capaces de combinar la teoría y la práctica y contribuyan al desarrollo sustentable de la Nación

– El modelo educativo privilegiará los contenidos y estrategias que combinen adecuadamente la formación teórica y la práctica, concordante con los avances de la ciencia y la tecnología, la realidad del ejercicio profesional, así como el conocimiento del entorno. De acuerdo con ello, el modelo se constituye en el medio que proporciona oportunidades para que el estudiante sea capaz de integrar adecuadamente los conocimientos obtenidos en los distintos cursos o experiencias de aprendizaje, tanto en espacios curriculares de integración del conocimiento, como en prácticas y servicios fuera de la Institución.

– Cada uno de los elementos generales del modelo adquieren un énfasis diferente según la función y el nivel de estudios. De ese modo en el nivel medio superior y el superior, la necesidad de promover una formación integral, proporcionar una sólida formación general, y el desarrollo de la capacidad de aprender por cuenta propia, son elementos imprescindibles. Por su parte, en el nivel de posgrado se deberá profundizar en el conocimiento disciplinar y en la capacidad de análisis y cuestionamiento del propio conocimiento. En todos los niveles educativos es importante promover el desarrollo equilibrado de conocimientos, aptitudes, habilidades y valores, así como la identificación con los principios fundamentales de la Institución.

– En consecuencia, será necesaria una apropiada selección de los contenidos curriculares a fin de que el esfuerzo institucional se enfoque adecuadamente. También se requiere de una atención individualizada que reconozca que los estudiantes tienen antecedentes formativos distintos, por tanto, conocimientos,

habilidades y capacidades diferentes y que los aprendizajes se logran en medidas y por vías diversas.

Un modelo educativo concebido de tal manera facilita la adquisición de las herramientas necesarias para que los estudiantes de todos los niveles aprendan a lo largo de su vida, tengan las bases para su actualización permanente y adquieran las competencias para una práctica exitosa de su profesión; pero también, el modelo genera las oportunidades para crecer y consolidarse en los aspectos de desarrollo humano y social. Es, también, un cambio relevante que podrá conducir a pensar en nuevas formas de organización y planes de estudio desde una óptica distinta.

Los planes de estudio

Una característica esencial para el diseño del Politécnico radicó en que éste “partía de situaciones reales del país, aplicaba en sus estrategias experiencias propias y llegaba a conclusiones definidas” (SEP, 1932). De ese modo, por ejemplo, los estudios de preparatoria técnica preparaban a los estudiantes para aplicarse en la vida laboral inmediata o para ingresar en escuelas profesionales de estudios técnicos, como se decía en la época, sin que tales estudios rebasasen los cuatro años.

La orientación de los planes de estudio evolucionó lentamente y es hasta principios de los años sesentas en que empiezan a darse modificaciones importantes en el diseño de los planes de estudio. Hasta entonces el concepto de enseñanza técnica parecía haberse restringido al de preparación para el trabajo, con una visión pragmática respecto a los planes de estudio. Como se ha expresado, parecía que la urgente necesidad de técnicos justificaba ese enfoque, tal y como lo expresó Guillermo Massieu (León, 2002).³²

Después de los años sesenta se empezó a reconocer que los planes de estudio requerían “formar simultáneamente al hombre y al técnico científico, al ciudadano que requiere México, consciente de sus deberes hacia la sociedad y del buen uso que debe hacerse de la técnica y la ciencia” como también lo expresa Massieu.

32 Citado por León López (2002). Tal visión, como se expresa en ese mismo texto provenía de la SEP (1932), cuando indicaba que “la enseñanza técnica se orienta hacia el estudio de las cosas útiles y de los modelos de su producción y perfeccionamiento fuera de toda contemplación de valores humanos”

De ese aprendizaje de más de seis décadas es que ahora, sin perder la esencia y la raíz del Instituto, los planes de estudio de su oferta educativa deberán tener las siguientes características: flexibles, por créditos, conformados por unidades de aprendizaje (asignaturas, talleres, laboratorios, proyectos de investigación, vinculación, servicio social, (extensión y prácticas) organizadas en ciclos escolares semestrales; susceptibles de ser ofrecidos por varias Unidades Académicas (es decir con partes comunes acordes a la rama y perfil del programa); con salidas intermedias (técnico medio, profesional asociado, especialidad, u otras que se consideren necesarias); con diversos tipos de actividades de enseñanza y aprendizaje y con tránsito fluido entre los distintos niveles y sub-niveles y entre las redes que conformen las Unidades Académicas.

Este tipo de organización de los planes de estudio, y el funcionamiento en red, permitiría a los estudiantes construir trayectorias académicas que rebasen las fronteras de cada uno de los niveles educativos; y una oferta educativa articulada desde el nivel medio superior hasta el posgrado, lo que les permitirá el diseño de planes de vida y carrera. Para el Instituto será una oportunidad para superar las dificultades en la organización de niveles educativos por separado y constituir un verdadero sistema que garantice el tránsito fluido entre niveles y modalidades. Cabe señalar que la estrategia para implantar el modelo académico será gradual mediante su adopción en conjuntos de Unidades Académicas que cuenten con una oferta de programas con temática similar. Asimismo, en cada una de las Unidades Académicas que se incorporen al nuevo modelo se establecerán los mecanismos y se diseñarán las estrategias necesarias para ello, reconociendo sus características y condiciones. La primera característica (flexibles y por créditos) implica que permitirá a los estudiantes tomar algunas decisiones sobre su propia formación, como por ejemplo las siguientes: 1) seleccionar las unidades de aprendizaje o segmentos del plan de estudios que cursarán en un ciclo escolar determinado, de acuerdo con las reglas señaladas para el nivel, modalidad y plan de estudios en que el estudiante se encuentre inscrito; 2) decidir, dentro de un mínimo y un máximo de créditos permitido, el número total de créditos a cursar en

un ciclo escolar, 3) determinar la duración total de su programa de estudios, en el marco de las reglas para ello establecidas y 4) seleccionar algunas unidades de aprendizaje, o conjuntos de unidades, de manera que pueda determinar una parte del contenido de su propia formación, y responder de esta manera a sus intereses y vocaciones.

Para facilitar la adopción de decisiones como las anteriores, por parte de los estudiantes, será necesario establecer: a) procedimientos para facilitar el seguimiento y acompañamiento de los estudiantes desde su ingreso hasta su egreso, mediante la implantación de un sistema institucional de tutorías y, b) normas o reglas que definan el tránsito de los estudiantes en los planes de estudio y las posibilidades de toma de decisiones en cuanto al contenido de la formación.

El valor en créditos de un programa de estudios dependerá del nivel (media superior, técnico medio, profesional asociado, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado). Para efectos del diseño y operación de los planes de estudios, se considerará al crédito como una unidad de valor que reconoce el trabajo del estudiante en una unidad de aprendizaje o segmento del plan de estudios y se computarán de conformidad con lo establecido en los Acuerdos de Tepic de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Una de las modificaciones más importantes que introduce el nuevo modelo es la fluidez en el tránsito entre los distintos niveles y subniveles educativos, así como entre modalidades y entre Unidades Académicas. Esto último, junto con las posibles salidas intermedias y la educación permanente, se presenta de manera gráfica en el siguiente esquema, que refleja las posibilidades de construir un plan de vida y carrera que tendrá todo estudiante del Instituto.

Esto significa que un estudiante de un nivel podrá realizar una actividad de aprendizaje³³ en otra Unidad Académica o en otro nivel, siempre y cuando se cumpla un aspecto del perfil de egreso y con las reglas que al efecto se establezcan. Lo anterior no supone que el estudiante podrá omitir la presentación y aprobación de los exámenes de selección establecidos para cada nivel. También

33 las actividades a las que se hace referencia podrían ser entre otras, las siguientes; participación en actividades o proyectos de investigación, extensión, vinculación o servicio social, cursos de educación continua, etc.

darán la posibilidad de transitar entre modalidades (presencial, semipresencial y a distancia) de forma tal que un estudiante que ingrese en un programa presencial pueda concluir su formación en un programa a distancia, o cubrir algunos requisitos (o créditos) en dicha modalidad. Será importante considerar en el diseño de los planes y programas de estudio que la flexibilidad no implica reducción en el esfuerzo necesario para garantizar una educación de alta calidad.

En el diseño de los planes de estudio se deberá considerar el uso intensivo de las tecnologías de comunicación e información más adecuadas al nivel y contenido específico de la formación. La combinación de modalidades permitirá una mayor cobertura y adaptación a las múltiples necesidades de los aspirantes.

La educación a distancia será la vía para impulsar el liderazgo del IPN en el ámbito nacional, atendiendo las prioridades establecidas en el Programa Nacional de Educación 2001-2006. Las unidades de educación continua que el IPN posee en el territorio nacional, y las alianzas con otras instituciones educativas, favorecerán el desarrollo más amplio de los programas en educación a distancia.

El Campus Virtual del IPN tendrá una mayor relevancia y una mejor articulación con las Unidades Académicas.

El adecuado funcionamiento del nuevo modelo educativo y académico requiere que los estudiantes y los profesores cuenten con mecanismos de apoyo al aprendizaje. Para ello, será importante contar, en cada una de las Unidades Académicas, con Unidades de Autoaprendizaje y en cada campus del IPN con Centros de Apoyo Polifuncional (CAP) para facilitar el acceso a diversas tecnologías de información y materiales para el autoaprendizaje. Estos espacios contarán con infraestructura especializada en dichas tecnologías, así como la responsabilidad de asesorar y orientar a los estudiantes y a los profesores, en cuanto a actividades de aprendizaje, materiales de apoyo que en las distintas áreas del Instituto se produzcan, así como los producidos por otras instituciones.

Adicionalmente, con el apoyo de asesores de las unidades de autoaprendizaje, se diseñarán estrategias para aprovechar integralmente la infraestructura instalada en las bibliotecas y en las Aulas Siglo XXI. Por otra parte, estas Unidades podrían constituirse en difusoras de la información sobre los

programas de educación continua, las oportunidades de movilidad y cooperación, los proyectos de vinculación e investigación en los que pudieran participar los estudiantes y académicos del Instituto.

Los contenidos de los planes de estudio deberán incorporar aquello que se considere básico, relevante y actualizado para lograr lo que señale cada perfil de egreso, más que pretender una formación enciclopedista con planes de estudio excesivamente cargados de horas clase, donde a los contenidos tradicionales existentes se le agregan los nuevos derivados del avance de las disciplinas.

Las unidades de aprendizaje que componen un plan de estudios podrán ser acreditadas de la siguiente manera:

- Cursar y aprobar las unidades de aprendizaje en forma presencial en la Unidad Académica que ofrece el programa en el que se encuentra inscrito el estudiante.
- Cursar y aprobar las unidades de aprendizaje en forma presencial en una Unidad Académica distinta a aquella en la que se encuentra inscrito el estudiante.
- Cursar y aprobar las unidades de aprendizaje en otras modalidades (abierta y/o a distancia).
- Cursar y aprobar las unidades de aprendizaje en otras instituciones educativas reconocidas.
- Aprobar un examen de conocimientos.

Una vez aprobadas las unidades de aprendizaje éstas tendrán validez en cualquiera de los planes de estudio del Instituto. En cada uno de los planes de estudio se definirán aquellos contenidos que necesariamente, por su importancia, deberán ser cursados en la Unidad Académica que ofrece el programa y a la cual se encuentra adscrito el estudiante.

Las experiencias de aprendizaje serán diversas, de manera que se integren en los planes de estudio las actividades de investigación, de cooperación intrainstitucional y entre instituciones educativas nacionales y del extranjero, de vinculación, servicio social, difusión cultural y extensión de los servicios a la sociedad.

El proceso educativo, como lo señala el modelo, deberá estar centrado en el aprendizaje, con profesores que construyan espacios para la adquisición del

conocimiento y faciliten el proceso. Académicos que aprendan enseñando, que incorporen adecuadamente el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y modalidades de enseñanza no convencionales, entre otros aspectos relevantes. La reforma académica del Instituto Politécnico Nacional se sustenta en el personal académico y de apoyo académico de las Unidades Académicas, ya que son ellos los responsables de hacer realidad una concepción integral de la profesión académica; esto es, articular adecuadamente las funciones de docencia, investigación y extensión, con el apoyo de la administración y dirección que deberá facilitar y alentar esta nueva forma de trabajo académico.

La reforma académica del Instituto Politécnico Nacional se sustenta en el personal académico y de apoyo académico de las Unidades Académicas, ya que son ellos los responsables de hacer realidad una concepción integral de la profesión académica;

En consecuencia, será necesario re-diseñar el programa de formación y actualización del personal docente, de manera tal que se logre contar con un profesor que también se considere en su papel de facilitador de experiencias de aprendizaje y no únicamente como transmisor de información; actualizado en los contenidos de la profesión o disciplina que cultiva y claramente ligado con su entorno, pero contando con los elementos didácticos y el conocimiento en el uso de herramientas de información y comunicación para construir espacios de aprendizaje en su relación con los estudiantes. Para jugar ese nuevo papel, los profesores deberán realizar, entre otras, nuevas actividades tales como: utilizar la investigación y la solución de problemas como estrategias de formación; definir y utilizar vías diversas para fomentar la creatividad, la capacidad emprendedora y el desarrollo de habilidades, destrezas y valores, y la identificación de manera plena con los principios politécnicos. Para ello, se ampliará el programa de formación de profesores a fin de posibilitar la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades que favorezcan la recuperación de la experiencia personal de los académicos y la enriquezcan.

En este modelo es importante construir una nueva idea de la Unidad Académica. Para ello, es importante considerarla como un espacio de generación

y transmisión del conocimiento, pero que también promueve el desarrollo integral de las capacidades intelectuales, sociales y éticas de los educandos, así como la resolución creativa de los problemas que plantea un mundo en constante cambio.

En la actualidad, el conocimiento se genera y transforma a velocidades nunca antes vistas en la historia de la humanidad. Por ello, los procesos formativos no pueden integrarse en planes de estudio estáticos. En consecuencia, las formas de operación del modelo académico deberán estar en permanente construcción. Lo anterior hace necesario que la evaluación adquiera una mayor relevancia, ya que garantizará la información pertinente para analizar y determinar los cambios que requieran tanto los planes y programas de estudios como el modelo académico.

La definición del modelo reconoce las prioridades de formación estipuladas en el Programa Nacional de Educación 2001-2006³⁴ para los distintos niveles educativos y hace suya la preocupación por incrementar la cobertura, principalmente mediante la atención de los grupos menos favorecidos. Por ello, cobra mayor importancia la atención individualizada que se da a cada estudiante y la definición de formas creativas de atención a grupos específicos de población.

Dadas las restricciones presupuestales a las que se enfrenta el sector educativo, se deberán encontrar, en las alianzas y en el trabajo conjunto (con los gobiernos federal, estatales, municipales, otras instituciones educativas y organizaciones sociales), las vías adecuadas para su instrumentación.

Para ubicar el objetivo fundamental de los niveles dentro del nuevo modelo académico, es necesario hacer explícita su definición:³⁵

–El nivel de Educación Media Superior proporciona la formación necesaria para continuar estudios profesionales y para la vida en sociedad, así como las competencias para el desempeño laboral técnico profesional.³⁶

–El nivel de Profesional Asociado o Técnico Superior proporciona competencias

34 "El reto consiste en incrementar la cobertura con equidad del sistema, ampliar la oferta y acercarla a los grupos más desfavorecidos...". SEP, 2001, p. 164.

35 Esta sección sigue fundamentalmente lo establecido en el Reglamento Interno del IPN.

36 "El valor en créditos del bachillerato será de ciento ochenta como mínimo y de trescientos como máximo, sin incluir las actividades o asignaturas de preparación para el trabajo". ANUIES, 1972.

preparatorias para la formación profesional y para el desempeño laboral técnico post bachillerato con capacidad de trabajar en forma asociada con profesionistas del nivel licenciatura o posgrado³⁷.

El nivel de Licenciatura proporciona las competencias básicas generales para el desempeño profesional y las competencias complementarias para la investigación y el desarrollo del conocimiento para la óptima realización de ese desempeño³⁸.

–El nivel de Posgrado, como el más alto nivel formativo, proporciona las competencias complementarias especializadas para el desempeño profesional y las competencias amplias para la generación, desarrollo, adaptación y aplicación del conocimiento con diferentes grados de profundidad y capacidad en sus tres niveles, especialidad, maestría y doctorado.³⁹

–La Educación permanente adquiere una nueva fisonomía al convertirse en una parte integral del modelo. De acuerdo con ello, no se restringe a la actualización y formación para los egresados de cualquiera de los niveles educativos que ofrece el Instituto, o al servicio a los egresados de otras instituciones educativas, sino que estará presente como una responsabilidad institucional permanente orientada, también, a los estudiantes en activo de los tres niveles educativos que atiende el Instituto.

Adecuado desempeño en el nivel al que solicitan su ingreso. Asimismo,

Es decir, se le considera como un espacio de aprendizaje para los estudiantes. Como consecuencia de lo anterior, la educación continua se convertirá en una fuente potencial de créditos, especialmente en lo que

37 "Un título de técnico profesional a nivel de licenciatura (salida lateral) tendrá un valor en créditos de ciento cincuenta como mínimo", ANUIES, 1972. Por su parte, el Acuerdo 279 de la Secretaría de Educación Pública establece que el Profesional Asociado o Técnico Superior Universitario deberá contar con un mínimo de 180 créditos (SEP, 2000). En la presente propuesta se adopta el criterio establecido por la SEP.

38 "El valor en créditos de una licenciatura será de trescientos como mínimo y cuatrocientos cincuenta como máximo, pero será cada cuerpo colegiado el encargado de establecer el número exacto, siempre dentro de los límites señalados". ANUIES, 1972.

39 La definición de los subniveles en el posgrado (especialización, maestría y doctorado) se presenta en la sección correspondiente a los programas de posgrado, así como los valores mínimos y máximos en créditos para cada uno.

corresponde a las unidades de aprendizaje optativas de los planes de estudio.

El perfil de ingreso. Los estudiantes que ingresen al Instituto Politécnico Nacional, en cualquiera de sus programas y niveles, deberán contar con los conocimientos y habilidades básicas, del nivel previo, que garanticen un adecuado desempeño en el nivel al que solicitan su ingreso. Asimismo, deberán contar con las actitudes y valores necesarios para responsabilizarse de su proceso formativo y asumir una posición activa frente al estudio y el desarrollo de los proyectos y trabajos requeridos, coincidentes con el ideario y principios del IPN.

El perfil del egresado. En cada uno de los planes de estudio de los programas del Instituto se definirá un perfil del egresado que incorporará aspectos relativos a: 1) los contenidos necesarios para cada nivel de estudios; 2) el ejercicio de las actividades profesionales para las cuales ha sido formado el egresado, y 3) el funcionamiento social responsable del propio egresado. Sin embargo, el modelo educativo define una formación de carácter integral y orienta hacia algunas características del perfil deseable en todo egresado del Instituto, independientemente del programa de estudios y del nivel educativo. En consecuencia, se define genéricamente el perfil de egreso de la siguiente manera: los egresados del IPN contarán con una sólida formación integral, con conocimientos generales científicos y tecnológicos, por lo que serán capaces de desempeñarse en distintos ámbitos, así como de combinar adecuadamente la teoría y la práctica en su campo profesional. Habrán desarrollado las habilidades necesarias para desenvolverse en ambientes de trabajo inter y multidisciplinarios, trabajar en equipo y liderazgo. Todo egresado habrá recibido una formación sustentada en valores éticos, de responsabilidad, que los harán conscientes y abiertos al cambio, que respondan a las necesidades de la sociedad y al desarrollo sustentable de la nación.

Estas características del perfil del egresado son concordantes con el modelo educativo propuesto, permiten cumplir la misión y construir la visión de futuro. En consecuencia, para cualquier nivel, todo plan de estudios que se diseñe sobre la base del nuevo modelo educativo y académico deberá tener como punto de partida, y orientación para la selección de contenidos y experiencias formativas,

un perfil de egreso concordante con las características antes señaladas, precisándose, para cada caso, las particularidades de la formación profesional. El modelo académico establece relaciones entre las distintas modalidades, niveles y funciones, mismas que se presentan a continuación de manera gráfica.

Para garantizar el cumplimiento de los propósitos institucionales plasmados en el modelo educativo, el diseño de los planes de estudio deberán considerar una estructura básica similar, pero flexible, que garantice la adquisición de los conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de un programa determinado, todo ello dentro del marco del modelo educativo adoptado.

La estructura básica para los niveles medio superior y superior permitirá un funcionamiento flexible y estará constituida por áreas de formación que serán la base para organizar los objetivos y contenidos curriculares. Un área de formación se constituye con los contenidos requeridos en una etapa del proceso formativo, lo que no significa necesariamente una secuencia temporal definida. Son niveles o etapas (denominadas áreas formativas) que permiten organizar los contenidos para el logro de los objetivos curriculares. Estas áreas incluyen, además de los contenidos tradicionales propios de un programa de estudios, un área de formación institucional que garantizará que todo estudiante cuente con un conjunto sólido de conocimientos y habilidades para construir su propio proceso de aprendizaje, así como con un conjunto de valores y actitudes, definidos en el perfil de egreso, concordantes con el modelo educativo y la misión y visión del IPN.

Los planes de estudio en el nivel medio superior

La formación en este nivel educativo se orienta a la formación de individuos útiles a la sociedad, capaces de comprender e interrelacionarse con el mundo en el que viven, así como conducirse como adultos responsables y comprometidos con su propio desarrollo y, además, con la posibilidad y habilidad de conseguir un empleo e incorporarse activamente al mercado de trabajo. Los planes de estudio contarán con una orientación más general que, sin abandonar la formación bivalente⁴⁰

⁴⁰ La formación bivalente corresponde a los programas del nivel medio superior que cuentan planes de estudio que incorporan una parte propedéutica que forma al estudiante con las habilidades, conocimientos, actitudes y valores necesarios para su ingreso a la educación superior, y una formación técnica que le permita insertarse en el mundo laboral independientemente de su decisión de continuar al nivel superior.

propia del Instituto, permita a los estudiantes contar con un acervo de conocimientos y habilidades que fortalezca las capacidades para la autoformación.

Los planes de estudio en el nivel superior

En el nivel superior los planes de estudio de Profesional Asociado tendrán una duración de 180 créditos. En Licenciatura de 350 como mínimo y 450 como máximo (SEP, 2000; ANUIES, 1972). En la modalidad presencial la carga horaria de trabajo en el aula deberá ser analizada, a fin de que el alumno tenga la posibilidad de desarrollar prácticas y actividades de estudio independiente.

En el nivel superior la oferta educativa estará integrada por programas de profesional asociado y licenciatura, e incorpora competencias laborales que se definen en cada uno de los planes de estudio. De esta manera, todo estudiante tendrá, en diferentes etapas del plan de estudios, la posibilidad de contar con el reconocimiento y certificación de los estudios realizados que le permita incorporarse al mercado de trabajo.

Área de formación institucional. Esta área proporcionará conocimientos y desarrollará competencias básicas que darán a los estudiantes del IPN una mejor base para el desarrollo de los estudios de profesional asociado y licenciatura, de manera que se facilite a lo largo de los estudios, la adquisición de nuevos conocimientos y competencias. También, permitirá contribuir a la formación integral mediante el conocimiento del entorno y el desarrollo de las actitudes y valores señaladas en el modelo educativo. En esencia, esta área construye las bases para que los estudiantes desarrollen la capacidad de aprender a aprender y contribuye sustancialmente a aprender a ser, a convivir, a respetar y a emprender. El contenido de las distintas unidades de aprendizaje que componen esta área deberán estar relacionados entre sí. Para el diseño de los planes de estudio, cada una de las Unidades Académicas, seleccionará las unidades de aprendizaje y determinará el nivel de profundidad y amplitud en el dominio de las competencias básicas que considere contribuyen de mejor manera a la construcción del perfil de

egreso de los programas que ofrece. Para garantizar un contenido institucional mínimo se seleccionará un grupo de profesores responsable del diseño de los programas específicos de cada unidad de aprendizaje. El seguimiento de los avances de los estudiantes en esta área de los planes de estudio se llevará a cabo por las academias correspondientes en cada una de las Unidades Académicas, a fin de garantizar que las experiencias educativas en esta área de formación común se lleven a cabo adecuadamente y los contenidos se refuercen mutuamente.

Las unidades de aprendizaje que estarán comprendidas en esta área, y de las que cada Unidad Académica podrá seleccionar las más adecuadas al perfil de egreso de los programas que atiende, serán las siguientes:

- Comunicación oral y escrita
- Tecnologías de Información y Comunicación
- Desarrollo de habilidades de pensamiento y aprendizaje
- Inglés
- Solución de problemas y creatividad
- Trabajo en equipo y liderazgo
- Desarrollo profesional y ético
- Desarrollo sustentable

...proporcionará conocimientos y desarrollará competencias básicas que darán a los estudiantes del IPN una mejor base para el desarrollo de los estudios de profesional asociado y licenciatura...

El **área de formación científica básica** estará constituida por todos aquellos contenidos necesarios para construir las bases de conocimiento para un conjunto de programas de una misma rama (ICFM, CMB, CSA). Los contenidos se organizan en unidades de aprendizaje del plan de estudios⁴¹ y corresponden exclusivamente a las ciencias fundamentales, aquéllas que proporcionan los fundamentos de un determinado campo del saber científico y son indispensables

41 Asignaturas, seminarios, cursos, talleres, laboratorios, experiencias profesionales, prácticas profesionales, servicio social, proyecto de investigación, de extensión, de vinculación, de cooperación, o cualquier otra modalidad que pudieran asumir.

para, posteriormente, comprender un campo específico de la realidad. Esta área contará con unidades de aprendizaje de los siguientes tipos:

- Obligatorias comunes a la rama (ICFM, CMB, CSA)
- Obligatorias específicas del programa

Esta área será, en su mayor parte, común a las diversas Unidades Académicas cuya oferta de programas se ubica en una misma rama.

El **área de formación profesional** se integra con los contenidos propios de la formación profesional, es decir, incorpora todos aquellos contenidos y experiencias que construyen un perfil profesional determinado, aquello que caracteriza y que es propio de una formación profesional determinada. Se constituye con todos aquellos contenidos encaminados a la adquisición de conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para el desempeño de una actividad profesional. Esta área contará con unidades de aprendizaje de los siguientes tipos:

- Obligatorias comunes a un conjunto de programas similares
- Obligatorias específicas de la formación profesional
- Optativas

Dado que en esta área se incorporan los contenidos propios de una formación profesional determinada, será similar en todas las Unidades Académicas que ofrezcan el programa de estudios a fin de garantizar las condiciones necesarias para la movilidad estudiantil dentro del Instituto.

El **área de formación terminal y de integración**, estará constituida por las experiencias de aprendizaje que permitan integrar los contenidos curriculares adquiridos en las etapas previas de la formación, privilegiando la participación en proyectos y/o actividades de investigación, de vinculación, de extensión, entre otras. También, incorporará aquellas experiencias que permitan relacionar la formación académica con el ejercicio profesional. En otras palabras, esta área es

el espacio en el que se preparará al estudiante para su egreso del ámbito educativo y su tránsito hacia el mercado de trabajo. Finalmente, en esta área también se incorporan las experiencias que permitan fortalecer, de manera directa, la formación humanística, y el desarrollo de las actitudes y valores señalados en el modelo educativo. Se trata del espacio formativo que permitirá integrar al curriculum el servicio social y la titulación con objetivos de aprendizaje que permitan aportar elementos para construir el perfil de egreso. Esta área contará con unidades de aprendizaje de los siguientes tipos:

- Obligatorias de la formación terminal, servicio social y titulación
- Obligatorias de integración
- Electivas

Las **unidades de aprendizaje obligatorias** de integración serán aquellas que posibiliten al estudiante utilizar conocimientos y habilidades adquiridos en distintos momentos de su formación para la solución de problemas y la elaboración de proyectos propios de la formación profesional. Por su parte, las **unidades de aprendizaje electivas** serán aquellas que el estudiante podrá seleccionar libremente de entre la oferta institucional o de otras instituciones educativas. Permitirá que el estudiante satisfaga inquietudes vocacionales propias, enfatizar en algún aspecto de su profesión, o complementar la formación. Es la parte del plan de estudios que permitirá, con mayor claridad, la movilidad intra e interinstitucional. La selección de las unidades de aprendizaje a cursar por un estudiante requerirá la autorización del profesor/tutor.

Este tipo de estructura podría asegurar que los planes de estudio de los programas del Instituto respondan al modelo educativo, de manera particular, en lo que corresponde a las características del perfil del egresado.

En el reglamento interno del IPN se establece en el artículo 4: el IPN cumple con sus funciones sustantivas a partir de su modelo educativo institucional, que integra docencia e investigación y combina la teoría y la práctica en programas académicos y planes de estudio dentro de un conjunto sistemático, flexible y en permanente actualización sustentado en la organización de conocimientos y valores.

Artículo 11 esta institución realiza la función educativa de docencia en los niveles medio superior, superior y de postgrado a través de los planes y programas de estudio acordados por el consejo general consultivo y autorizadas por el director general.

Artículo 15 se especifica que los programas académicos concretan el modelo educativo institucional en cada una de las carreras técnicas y profesionales a fin de que la impartición del plan de estudios respectivo, con apoyo en los recursos académicos y administrativos del instituto, garantice que el egresado cubra el perfil establecido.

Artículo 16 por lo que se establece que el plan de estudios es la estructura curricular que permite cumplir con los propósitos de formación general adquisición de conocimientos y desarrollo de capacidades correspondientes a una nivel o modalidad educativa y establece los mecanismos de evaluación para verificar su cumplimiento, de conformidad con el programa académico respectivo.

Artículo 17 los planes de estudio a su vez inclinaran programas de asignaturas básicas de la carrera de la especialidad. Los programas podrán ser obligatorios u optativos y contendrán elementos teóricos y prácticos en la proporción que en cada caso se estime pertinente.

Artículo 18 los planes de estudio deberán contener:

- fundamentación
- objetivos generales y específicos
- métodos y modalidades de aplicación
- dedicación requerida: tiempo completo o parcial
- relación de asignaturas: básicas de la carrera y de la especialidad, complementarias o su equivalente.
- valor en créditos académicos de cada programa de estudios y del plan en su conjunto.
- balance entre la teoría y la práctica en cada asignatura o su equivalente.
- procedimiento de evaluación

- perfil de ingreso y egreso del alumno.

Artículo 19 los planes de estudio se estructuran en función del modelo educativo institucional y contendrán la relación de asignaturas o su equivalente su duración, los lineamientos pedagógicos y metodológicos.

Artículo 20 los programas de estudio integran unidades temáticas que contienen la descripción ordenada de los objetivos y contenidos de una asignatura o su equivalente los métodos y medios didácticos requeridos, el tiempo de dedicación de cada unidad, así como su relación con otras disciplinas, bibliografía, prácticas y visitas escolares, técnicas y profesionales y los procedimientos de evaluación.

Artículo 21 los planes y programas de estudio son instrumentos flexibles que deberán ser actualizados, en forma permanente y sistemática, mediante la incorporación de los contenidos temáticos que los avances científicos y tecnológicos determinen.

De la evaluación acreditación y certificación de conocimientos.

Artículo 38. Como parte del proceso de enseñanza aprendizaje se evaluarán los logros parciales y totales de los objetivos planteados en cada programa de estudios generando información útil sobre el desempeño del alumno y del personal académico.

La evaluación debe reforzar el interés del alumno por el estudio, motivarlo a seguir avanzando y verificar la eficacia del método educativo, así como del propio plan y programa de estudios correspondiente.

Artículo 39. La evaluación del aprendizaje se llevara a cabo a través de exámenes ordinarios, extraordinarios y a título de suficiencia, cuyos requisitos y procedimientos de elaboración, presentación y exención, así como de otros mecanismos de evaluación continua se realizaran en los términos que fijen los planes y programas de estudio, en el presente reglamento y los reglamentos respectivos.

Artículo 41. Los resultados de la evaluación se expresarán en valores numéricos enteros en una escala de cero a diez, considerándose seis como calificación mínima aprobatoria para los niveles medio superior y superior.⁴²

Con todo lo estipulado en el reglamento interno de IPN nos podemos dar cuenta que en la educación superior el sistema de enseñanza más utilizado es aquel en que el maestro, quien ya posee un repertorio particular, ayuda a un grupo de alumnos a adquirir un repertorio similar guiándolos, en sus relaciones con distintos materiales escritos (libros de texto, artículos etc.) y dándoles clases. Es una modalidad muy común de tal sistema que de 30 a 100 estudiantes se reúnen durante una hora de tres a cuatro veces por semana. Suele asignarse a los estudiantes lecturas y durante la reunión en clase, el maestro completa o aclara con sus conferencias lo adquirido por los alumnos en el material escrito. Varias veces a lo largo del semestre se aplican exámenes y la calificación final del alumno se basa en gran medida en su rendimiento durante los exámenes.⁴³

Se considera que las tecnologías educativas parecieron destinadas a enseñar más tiempo, a más personas, y con mayores resultados. Estas tecnologías cayeron como anillo al dedo para clamar la ansiedad de la pedagogía, en la búsqueda de soportes capaces de satisfacer la necesidad de optimizar los procesos formativos, así como la necesidad se advertía para la calificación del personal en las industrias y empresas en general. Y después del auge productivo presentaban problemas no indiferentes de búsqueda de mano de obra cada vez más calificada, no tanto en el plano de la capacitación en tareas específicas cuanto en el desarrollo de capacidades teórico - prácticas que colocaran al trabajador en posibilidad de entender y efectuar nuevos procedimientos tecnológicos, en ocasiones hasta sofisticados. Entre estas

42.-Reglamento interno. Consejo General Consultivo. IPN. Gaceta Politecnica 30 de Noviembre de 1998. Numero extraordinario.

43.- Victor Arredondo, Emilio Ribes, Elias Robles.Técnicas Instruccionales Aplicadas a la Educación Superior. Editorial Trillas. 1984.

tecnologías educativas destacan sin duda los procedimientos de la llamada instrucción programada (aprendizaje programado). Esta permite precisamente. Programar el aprendizaje adaptándole los contenidos a las habilidades y al ritmo individual, desarrollando los ejercicios programados mediante las maquinas de enseñar, esto se funda para Skinner en el presupuesto de que se aprende rápido y bien lo que en caso de responder exactamente, da lugar a una recompensa. Es decir el hombre espera la satisfacción de haber efectuado correctamente cierta tarea de haber dado la respuesta exacta y de obtener el reconocimiento del instructor. Esto refuerza la disposición para proceder igualmente bien por el contrario se deberá retroceder y tratar de enmendar inmediatamente el error que llevo a la respuesta equivocada. Por lo que Skinner dice se aprende fijando el comportamiento positivo.⁴⁴

Considerando lo anterior se debe contemplar los siguientes criterios cuando se elaboran los planes de estudio para las carreras que se ofrecen en las diferentes escuelas del IPN.

- 1- Buscar que contengan un porcentaje adecuado de las materias llamadas científicas básicas (matemáticas, física, química, biología etc.) que dependen de la rama del conocimiento profesional de que se trate. Distinguiéndose las ramas de ingeniería y ciencias físico - matemáticas, ciencias medico - biológicas y ciencias económicas y administrativas.
- 2- Ofrecer determinado número de materias humanísticas (sociología, humanidades, economía etc.) .
- 3- Incluir dentro del plan determinado número de materias básicas en la rama de que se trate (mecánica y termodinámica para la rama de ingeniería o química orgánica y química inorgánica para la rama medico - biológica)
- 4- Ofrecer un conjunto de materias llamadas tecnológicas y que cubra las áreas de estudios correspondientes a la carrera que se este cursando. En la carrera de ingeniería mecánica se tienen materias para cubrir las áreas de hidráulica,

44.- Historia Social de la Educación . Antonio Santoni Rugiu . pp. 483, 493.

térmica, manufactura y diseño; en ingeniería eléctrica se cubre las áreas de instalaciones eléctricas, máquinas eléctricas, control, potencias etc. ; En ingeniería industrial se trata de cubrir las áreas de mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, procesos, producto etc. En cada carrera se procura ofrecer materias que cubran las áreas en las que se espera, va a desempeñarse el profesionista de determinada carrera.

Una característica que podría decirse común a los planes de estudio de todas las escuelas del instituto es el hecho de que el conjunto de materias llamadas básicas para la rama del conocimiento que se estudia y las llamadas tecnológicas que sirven para cubrir las distintas áreas que conforman una carrera siguiendo un criterio de tipo horizontal; es decir se estudian en forma paralela todas las áreas ofreciéndose las materias que las cubren en forma secuencial, de tal modo que solo al terminar la carrera el estudiante podrá asegurarse que esta preparado en todas y cada una de dichas áreas.

También es de vital importancia mencionar que en el IPN dentro del reglamento se plantea la forma de evaluar en base a los objetivos planteados en cada programa de estudios, por lo tanto de aquí se asume que los programas están conformados por objetivos y se concibe como instrumento de planificación del trabajo docente que diera a la enseñanza un sentido científico, metódico y sistemático y que constituyera para el alumno un elemento orientador de su aprendizaje y se caracterizará por su dinamismo, flexibilidad y mediante una evaluación continua, permanente mejoramiento. Por lo que consisten los objetivos en fichas de trabajo que le permiten al alumno saber de manera precisa qué se espera de él, a que experiencias de aprendizaje se enfrentaría y la forma en que se mediría el logro de los objetivos.⁴⁵

Dado lo anterior la denominación de pedagogía por objetivos es para designar un conjunto de preocupaciones y aportaciones dentro del campo didáctico y esta es una forma de entender la programación de la enseñanza como

45.- Victor Arredondo, Emilio Ribes, Elias Robles. Técnicas Instruccionales Aplicadas a la Educación Superior. 1984.

un proceso que ha de partir de la aclaración previa de los objetivos que se pretenden conseguir, habiendo de especificarse estos lo más concretamente posible, e incluso preconizando el hacerlo en términos de conducta.

La pedagogía por objetivos nace al amparo del eficientismo social que ve en la escuela y en el currículo un instrumento para lograr los productos que la sociedad y el sistema de producción necesitan en un momento dado. Esta no es una pedagogía que responda a los problemas graves que presenta la educación la institución educativa o la sociedad. Pero se considera el fracaso escolar y la crisis de los sistemas educativos como fracasos de eficiencia en una sociedad competitiva, altamente tecnificada, cuyos valores fundamentales son de orden económico. Debido a esta situación, la preocupación radica en encontrar una respuesta eficaz como remedio fácil, en lugar de analizar el problema desde otras perspectivas, las técnicas de gestión científica ayudarán a hacer del modelo de objetivos un planteamiento eficiente para la enseñanza incorporando aportaciones de la organización científica del trabajo.⁴⁶

⁴⁶ J. Gimeno sacristán. La Pedagogía por objetivos, obsesión por la eficiencia. Todo el libro

2.2. ANALISIS CURRICULAR

"Características de la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica."

Objetivo:

Construir un espacio abierto para la formación superior que propicie el aprendizaje permanente, que promueva, genere y difunda conocimientos por medio de la formación y la investigación en el ámbito del conocimiento tecnológico de la electrónica y las comunicaciones que respondan al rigor científico e intelectual.

La formación de recursos humanos con alto sentido ético y de compromiso con su comunidad en el campo tecnológico de la electrónica y la comunidad, capaz de

- Abordar con creatividad, orden y método problemas tecnológicos, seleccionar y elaborar documentación pertinente y diseñar, construir y evaluar desde diferentes puntos de vista dispositivos o sistemas que resuelvan problemas.
- Analizar dispositivos o sistemas para comprender su funcionamiento, mejorar su empleo y los fundamentos de su diseño.
- Planificar y desarrollar proyectos tecnológicos de nuevos dispositivos o sistemas; enunciando los recursos materiales y humanos necesarios para su realización.
- Opinar sobre los problemas éticos, culturales y sociales, con total autonomía y plena responsabilidad, por estar provistos de una especie de autoridad intelectual que la sociedad necesita para ayudarla a reflexionar, comprender y actuar.
- Utilizar su capacidad intelectual y prestigio moral para defender y difundir activamente valores universalmente aceptados.
- Aportar su contribución a la definición y tratamiento de los problemas que afectan al bienestar de las comunidades, las naciones y la sociedad mundial.
- Comunicar las ideas y decisiones aceptadas a desarrollar un proyecto para explorar su impacto y viabilidad; mediante lenguaje oral, corporal y escrito.

-Valorar la importancia del trabajo en equipo, promoviendo la cooperación, la tolerancia, la solidaridad y la responsabilidad.

-Analizar y valorar los efectos que el desarrollo tecnológico provoca en el mundo del trabajo, el medio socioeconómico y el medio ambiente.

PERFILES:

“PERFIL DE INGRESO”

Debe contar con conocimientos sólidos en fundamentos de:

- Álgebra, Cálculo vectorial y Cálculo Integral y diferencial.
- Mecánica clásica, Electrotecnología, Óptica y Física Cuántica.
- Química Inorgánica, Química orgánica y Termodinámica.
- Sistema Operativo Gráfico, Procesador de Texto y Procesador de Gráficos.
- Electrónica Básica.

Debe ser competente para realizar:

- Una comunicación fluida y coherente en forma escrita y oral.
- Trabajo individual y en equipo de manera ordenada y sistemática.

Interpretación de diagramas mecánicos, eléctricos, electrónicos y computacionales.

- E interpretar mediciones eléctricas y electrónicas básicas.

Debe tener una actitud permanente de ser:

- Responsable de su desempeño académico y social.
- Solidario y dispuesto a servir a su comunidad.
- Respetuoso de las normas sociales y éticas.
- Creativo en sus participaciones, con espíritu de investigación.

“PERFIL DE EGRESO”

Debe contar en el campo tecnológico de la electrónica y las comunicaciones, con conocimientos profundos sobre:

- Técnicas matemáticas para el análisis, modelado y solución de problemas.
- El manejo de herramientas computacionales.
- Los fenómenos físicos fundamentales.
- El comportamiento de los dispositivos y los sistemas.
- Diseño y construcción de circuitos y sistemas analógicos y digitales.
- Desarrollo, implantación y supervisión de proyectos.
- Creación, administración y expansión de negocios.
- Métodos y técnicas para la investigación.
- Funcionamiento y operación de instrumentos.

Debe poseer la capacidad competente para realizar:

- Una comunicación fluida y coherente en forma escrita y oral en su idioma y otro foráneo.
- Trabajo individual y en equipo de manera ordenada y sistemática.
- La interpretación y la creación de diagramas mecánicos, eléctricos, electrónicos y computacionales.
- Trabajo en un marco de seguridad e higiene y protección al medio ambiente.
- Medición, interpretación y uso de parámetros eléctricos o electrónicos.

Debe tener una actitud permanente de ser:

- Responsable en su desempeño profesional y social.
- Solidario y dispuesto a servir a su comunidad.
- Responsable de los preceptos, sociales, ambientales y éticas.
- Creativo a sus proyectos, con espíritu de investigación y capacidad de liderazgo.
- Analítico y crítico de su entorno social y profesional con capacidad de decisión y mando.
- Positivo al responderá los cambios tecnológicos y en los métodos de trabajo.

En los albores del nuevo siglo, se observa una demanda de educación superior sin precedentes, acompañada de una gran diversificación de la misma, y una mayor toma de conciencia de la importancia fundamental que este tipo de educación reviste para el desarrollo sociocultural y económico y para la construcción del futuro, de cara al cual las nuevas generaciones deberán estar preparadas con nuevas competencias y nuevos conocimientos e ideales.

En cuanto al mundo del trabajo, en el terreno de la electrónica y las comunicaciones, los índices de crecimiento económico, la expansión de las actividades productivas y la mayor difusión y empleo de la tecnología de la información y comunicaciones; marcan una creciente demanda futura de especialistas de estas ramas tecnológica.

De los estudios de campo y las exposiciones ofrecidas en el Foro para la Reforma Curricular de la Carrera de ICE, se identificaron las siguientes problemáticas que hay que atender:

- Prevalece un modelo educativo centrado en la enseñanza.
- Débil articulación entre la formación profesional y el mundo del trabajo
- Carencia de dominio de una lengua extranjera.
- Insuficiente vinculación con el entorno productivo social.
- Matrícula insuficiente de alumnos extranjeros
- Movilidad escasa de estudiantes y académicos entre instituciones.
- Recursos muy limitados de apoyo al trabajo académico de profesores y alumnos.
- Existe un número reducido de cuerpos académicos consolidados e insuficientes articulados.

El plan de Desarrollo Educativo y muchas voces han llamado la atención sobre la necesidad de reformar las estructuras y la práctica académica con el fin de fomentar:

- Los vínculos entre las unidades de enseñanza y de investigación.
- La extensión del ámbito de la actividad del profesorado que permita al personal docente emprender investigaciones,
- La vinculación de la educación con el mundo de trabajo.

Lo que exige que se

- Admita que la educación superior es la puerta de acceso de la sociedad al conocimiento.
- Considere estratégico el apoyo a la educación superior pública.
- Reconozca que el trabajo académico entraña la colaboración con la industria.
- Incorporen criterios gerenciales en los lineamientos del plan de estudios.
- Establezca la investigación cooperativa, los proyectos de desarrollo, y la enseñanza de tiempo parcial.

- Amplié, diversifique y se hagan más flexibles los programas, de manera que contemplen las salidas laterales en las figuras de técnico superior o profesional asociado.
- Asiente que al transmitir conocimientos se aspira a enseñar al estudiante a procesar información, dotándolo de estrategias que le permitan aprender a aprender, hoy donde la información que hay es cada día más vasta.

En este modelo las instituciones de educación superior y las empresas firman convenios para aplicar la capacitación y la práctica en el lugar del trabajo.

Se mejora la calidad de la educación en forma integral y transformar el actual sistema cerrado en un sistema abierto, más flexible, eficiente, diversificado e innovador; en un sistema que responda con oportunidad y calidad a las demandas del desarrollo humano integral, de la sociedad del conocimiento y de las nuevas formas de organización y trabajo; y en un sistema que responda, asimismo, a los cambios del entorno científico, tecnológico, económico y social.

Los programas son escolarizados, semiescolarizados o presenciales y abiertos basados en un nuevo enfoque educativo.

Se fomenta el uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación en la impartición de los programas de estudio.

Con base a lo anterior, que contiene aspectos generales del ambiente de la educación superior y específicos del campo de la electrónica y comunicaciones, se elabora la fundamentación, la pertinencia y los lineamientos de esta propuesta de reestructuración curricular de la carrera de ICE.

Los nuevos tiempos exigen que se forme a una masa crítica de personas calificadas y cultas, para soportar un auténtico desarrollo endógeno y sostenible; de manera que nuestro país pueda acortar la distancia que lo separa de los países desarrollados industrializados.

El nuevo plan de estudios de la carrera de ICE debe hacer frente a los retos que suponen las nuevas oportunidades que abren las tecnologías, que mejoran la manera de producir, organizar y difundir y controlar el saber y de acceder al mismo y garantizar un acceso equitativo a estas tecnologías en todos los semestres del programa.

No hay que olvidar, sin embargo, que la nueva tecnología de la información no hace que los docentes dejen de ser indispensables, sino que modifica su papel

en relación con el proceso de aprendizaje, y que el diálogo permanente que transforma la información en conocimiento y comprensión pasa a ser fundamental. La electrónica es sin duda uno de los símbolos del siglo XX, su aparición y desarrollo marcará para siempre la historia de la humanidad. Desde la invención del tubo electrónico a principios del siglo, esta importante disciplina tecnológica comenzó a cambiar de manera espectacular todo lo que sucede en el mundo y particularmente todo lo que realiza el ser humano.

Mediante el intercambio de conocimientos, la cooperación y las nuevas tecnologías se pueden brindar nuevas oportunidades para hacer frente a la transformación y la renovación con nuevos valores que trascienden las consideraciones meramente económicas y asuman dimensiones éticas.

Por consiguiente, la dimensión internacional debe estar presente en el plan de estudios y en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los estudiantes se colocan en el primer plano de las prioridades de nuevo plan, en la perspectiva de una educación a lo largo de toda la vida a fin de que se puedan integrar plenamente a la sociedad mundial del conocimiento del siglo que viene.

El progreso del conocimiento mediante la investigación es una función esencial de todos los sistemas de educación superior, por lo que el nuevo plan tiene el deber de promover los estudios de postgrado. También debe contemplar reforzar sus funciones de servicio a la sociedad; brindando a los estudiantes la posibilidad de desarrollar plenamente sus propias capacidades con sentido de la responsabilidad social, educándolos para que tengan una participación activa en la sociedad; que son principios que se sintetizan en el lema del Instituto Politécnico Nacional.

Esta reestructuración de los planes de estudio deberá tomar en consideración la actualización y mejora de las competencias pedagógicas mediante programas adecuados de formación del personal, que aseguren condiciones profesionales y financieras apropiadas a los docentes a fin de garantizar la excelencia de la investigación y la enseñanza.

La colaboración y las alianzas entre las partes interesadas (el personal docente, los investigadores, los estudiantes y el personal administrativo y técnico, el mundo laboral y los grupos comunitarios) constituyen un factor importante a la hora de realizar transformaciones.

El nuevo enfoque de educación superior que se caracteriza por la flexibilidad curricular en todos los programas de estudio; que permite al estudiante tomar decisiones propias para la integración de su programa formativo, que introduce la innovación constante en métodos y contenidos educativos y propone menor actividad presencial del estudiante para que dedique mayor tiempo al aprendizaje y atención integral desde el ingreso hasta el egreso, habrá de tomarse en consideración puntualmente.

Elementos del nuevo plan serán:

- La vinculación de la formación del estudiante con el campo de aplicación y con las actividades de desarrollo y generación del conocimiento.
- ~ La coexistencia de entornos pedagógicos de educación escolarizada, abierta, semiabierta a distancia y virtual.
- El complemento de la oferta educativa con programas formativos novedosos de orientación general.
- La movilidad de los estudiantes y profesores entre carreras y escuelas de la misma institución y entre instituciones del país y del extranjero.
- El tránsito fluido del estudiante entre la institución educativa y el mundo del trabajo y el postgrado.
- Un nuevo rol de los académicos como facilitadores y promotores del aprendizaje de los alumnos, del trabajo en grupo y cuyo eje será el desarrollo y apropiación del conocimiento.

Finalmente cabe destacar la recomendación que se hace en los documentos consultados en el sentido de que para el cumplimiento de su misión y propósito, todas las instituciones de educación superior tendrán plena libertad y autonomía para gobernarse, definir su perfil institucional y sus programas académicos, administrar su patrimonio y organizarse en la forma que considere más conveniente.

En conclusión se puede decir que las comunicaciones y la electrónica contribuyen en los siguientes aspectos:

- Son un factor estratégico para el desarrollo de la humanidad.
- El mundo futuro tendrá un alto grado de automatización
- Los medios electrónicos son y serán los mecanismos principales para informar, organizar y dar entretenimiento a la población.

- El desarrollo de los países esta estrechamente ligado al nivel de desarrollo de su infraestructura de comunicaciones y el grado de automatización de su industria.
- La creación y surgimiento de nuevas industrias y negocios esta determinada por el grado de empleo de la tecnología de comunicaciones y electrónica
- El contacto entre grupos locales, nacionales y mundiales se propicia mediante las redes de comunicación.

Esquema de las especificaciones para los aprendizajes de la materia de química 1 y química 2 de la carrera de I de la ESIME unidad Culhuacan del IPN

Los esquemas de las especificaciones que se muestran son el resultado de la interpretación de los programas de estudio de la materia de química 1 y 2 de la carrera de ICE donde se analizan los tipos de aprendizajes básicos que se requieren a través de la práctica docente.

De acuerdo al nuevo modelo educativo que se quiere poner en marcha según el Programa de Desarrollo institucional 2000 - 2006. Del IPN en el cual se argumenta una estrategia que les permita aprender a aprender o bien un aprendizaje significativo en donde consideramos que el aprendizaje desde el punto de vista de aprender a aprender supone adquirir habilidades pertinentes para hallar información: aprender a obtener información sobre un tema determinado. Aprender a aprender significa dominar los principios generales básicos: reglas generales aplicables a un conjunto de problemas. Aprender a aprender se consigue mediante la asimilación de los principios formales de la investigación metodológica. Aprender a aprender consiste en desarrollar la autonomía del aprendizaje auto dirección del aprendizaje. Aprender a aprender es una actitud metodológica y de descubrimiento.

Por lo que el aprender a aprenderse entiende como el procedimiento personal más adecuado para adquirir un conocimiento. Ellos supone que este procedimiento puede ser enseñado e indica una actitud de acercamiento procedimental a un problema determinado. En este sentido estamos de acuerdo con la metodología activa como facilitadora de la actitud. La dimensión constructiva del conocimiento resulta muy útil para ello.

2.2.1 CAMPO DISCIPLINARIO

Este aspecto es de vital importancia ya que es necesario conocer cuales serán los núcleos conceptuales básicos de química que el alumno después de haber cursado su nivel medio superior y llegar al nivel superior debe haber aprendido ya que esto serán una base para posteriormente conocer sus ideas previas.

Para algunos investigadores los tres núcleos o estructuras conceptuales que el alumno debe dominar para comprender la química son la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de propiedades no observables de la materia y la cuantificación de relaciones. La primera de ellas, la idea de discontinuidad, es fundamental para comprender como está formada la materia y por tanto interpretar y comprender sus propiedades. El segundo núcleo, la conservación de propiedades observables, es necesario junto con el anterior para comprender las transformaciones a las que se ve sometida la materia, los cambios físicos y los cambios químicos. Por último, al hablar de cuantificación de relaciones queremos referimos a la representación cuantitativa de las leyes físico-químicas y a su aplicación práctica. Estos tres problemas aparecen latentes en las ideas de los estudiantes sobre los distintos conceptos de químicos y en las dificultades que encuentran para comprenderlos y aplicarlos.

La química describe la materia como formada por unas partículas a las que llamamos átomos, de los que existen 109 tipos diferentes. Estos átomos pueden combinarse entre si formando moléculas, denominadas elementos cuando los átomos son de un solo tipo y compuestos cuando se unen átomos de dos o más tipos diferentes. Los átomos, a su vez están formados por otras partículas más pequeñas: protones, neutrones y electrones, que van a ser los responsables de las propiedades químicas de la materia.

La noción de discontinuidad es necesaria para comprender y explicar diversos aspectos de la estructura de la materia: los estados en que se presenta (sólido, líquido y gaseoso), los cambios de estado, la difusión de los gases, los

fenómenos de disolución etc. Así como la comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia, es necesaria para la interpretación de los cambios químicos (reacciones químicas), para entender como a partir de unas determinadas sustancias, a las que llamamos reactivos, se obtienen otras totalmente diferentes, llamadas productos. La noción de partícula va a permitir explicar los cambios químicos como una reestructuración de los átomos de las sustancias participantes. Los átomos de los compuestos de partida, durante la reacción química, se separan individualmente o en grupo para volver a combinarse de otra forma diferente, dando lugar a los productos de la reacción. Así mismo, cuando se realizan medidas o se establecen relaciones cuantitativas dentro de la química, va a ser muy importante la interpretación corpuscular de la materia. Los cálculos se ven muy simplificados cuando se realizan a través del número de partículas de una sustancia. Por ello se introduce el concepto de mol, que representa una medida de un número fijo de partículas de la sustancia de que se trate y alrededor del cual gira gran parte de los cálculos que se realizan en la química elemental.

La cuantificación constituye el tercer gran problema en la comprensión de la química. Este problema está directamente relacionado con los dos anteriores, la continuidad / discontinuidad y la conservación, y no podrá superarse mientras no se haya superado estos dado que la mayor parte de los cálculos que han de realizarse en el estudio de la química están basados en la medida del número de partículas (átomos, moléculas, etc.) que interviene en un proceso y en su conservación a lo largo de él. La aplicación cuantitativa de las leyes químicas constituye una de las partes más importantes de esta ciencia, quizás, la que más dificultad representa para los alumnos.

Nociones fundamentales que el alumno debería adquirir y /o consolidar durante el ciclo obligatorio.

- La materia está constituida por partículas.
- Entre las partículas hay vacío.

- Las partículas están en continuo movimiento.
- Las relaciones de energía
- La velocidad media de las partículas aumenta al elevar la temperatura y disminuye al descender la misma.
- Las partículas de una misma sustancia conservan su forma y tamaño.
- En los gases, las partículas:
 - Están muy separadas, y, en comparación con su tamaño, las distancias entre ellas son grandes.
 - Están desordenadas.
 - Están distribuidas por todo el espacio o recipiente en el esté contenido el gas.
 - Se mueven más rápidamente que en los líquidos y en los sólidos.
- En los líquidos, las partículas:
 - Están menos separados que en los gases, pero más que en los sólidos.
 - Están menos desordenados que en los gases, pero más que en los sólidos.
 - Se mueven con menor velocidad que en los gases, pero más que en los sólidos.
- En los sólidos, las partículas:
 - Están muy próximas.
 - Están ordenadas.
 - Vibran en vez de moverse.⁴⁷

Así como también es evidente que se debe considera el tipo de aprendizaje que se quiere que el alumno tenga es decir definir si es a nivel concepto, habilidad destreza por lo que se hace la siguiente revisión.

Por lo que el aprender a aprender se entiende como el procedimiento personal más adecuado para adquirir un conocimiento. Ellos suponen que este procedimiento puede ser enseñado e indica una actitud de acercamiento procedimental a un problema determinado. En este sentido estamos de acuerdo con la metodología activa como facilitadora de la actitud. La dimensión

47: J.I. Pozo, M.A. Gomez Crespo, M., Limon, A. Sanz Serrano. Proceso cognitivo en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre química. C.I.D.E., pp. 104-119.

constructiva del conocimiento resulta muy útil para ello.

Para nosotros la estructura cognitiva constituye una macrocapacidad, que denominamos inteligencia. Esta se compone de un conjunto de capacidades organizadas e interrelacionadas, que son producto por un lado de la herencia y por otro del contexto social. La mediación cultural y el aprendizaje, sobre todo socializado, facilita el desarrollo y actualización de las diversas capacidades. Estas capacidades en unos casos son amplias y las denominamos capacidades, en otros son menos amplias y las denominamos destrezas y en otros son aún menos amplias y las llamamos habilidades. De este modo consideramos la inteligencia y su estructura cognitiva como un conjunto de capacidades, destrezas y habilidades.

La estructura cognitiva constituye la inteligencia como conjunto de capacidades que en unos casos pueden ser potenciales, al no desarrollarse adecuadamente y en otros reales, si su desarrollo ha sido oportuno.

Nuestros supuestos básicos para tratar de construir una didáctica como intervención en procesos cognitivos (capacidades, destrezas y habilidades) y afectivos (valores y actitudes) desde un paradigma socio-cognitivo o cognitivo - contextual son los siguientes:

Los componentes cognitivos de un aprendiz capaz de aprender son sus capacidades, sus destrezas y sus habilidades y los componentes afectivos son sus valores y sus actitudes. Aclaremos contextualmente estos términos:

a) Capacidad: entendemos por capacidad una habilidad general que utiliza o puede utilizar un aprendiz para aprender, cuyo componente fundamental es cognitivo. La inteligencia consta de un conjunto de capacidades que se suelen clasificar en cognitivas (razonamiento lógico, clasificar, deducir, inducir, planificar el conocimiento, sintetizar, globalizar,...) psicomotoras (orientación espacial, orientación temporal, aplicar expresión corporal, manipular explorar,...) de comunicación (expresión oral, expresión escrita, expresión gráfica, expresión plástica,...) y de inserción social (participar, integración en el medio, convivir relacionarse, comprensión de la realidad social,...) no obstante hemos de afirmar que algunas capacidades pueden estar indistintamente en un grupo u otro o en

ambos a la vez, como ocurre con expresión corporal y expresión plástica, que pueden ser capacidades de comunicación psicomotoras o ambas a la vez. Toda capacidad puede ser potencial o real. En el primer caso no se ha desarrollado adecuadamente por falta de mediación oportuna, pero puede desarrollarse y constituye una parte del aprendizaje potencial escolar. En el segundo su desarrollo ha sido adecuado y por tanto dicha capacidad se utiliza al aprender y de este modo el aprendiz es capaz de aprender. Forma parte del aprendizaje real escolar. Las capacidades se desarrollan por el aprendizaje y las aulas son sociedades de aprendizaje. El derecho a aprender está reconocido en muchas constituciones y en todas las reformas educativas actuales. Los objetivos generales de los diseños curriculares oficiales, en todos los casos, se formulan en términos de capacidades, existiendo un amplio consenso en este tema en todas las reformas educativas. De este modo podemos hablar de objetivos por capacidades.

También se suele utilizar en algunos casos el término competencias que en se suele entender como capacidades y en otros incluye todos los elementos del curriculum, en cuanto se interiorizan, generando alumnos y aprendices competentes, que saben y saben hacer.

Los sentidos que suele tener en este contexto son diferentes y entre otros los siguientes:

- Competencia como autoridad, al indicar los asuntos y cometidos que quedan bajo la autoridad o bajo la competencia de un profesional concreto. Se suele afirmar que tal competencia como capacitación indicando el grado de preparación, de saber hacer, de conocimientos y pericia de una persona como consecuencia del aprendizaje. Capacidades y destrezas básicas a utilizar en un oficio determinado.

- Competencia como competición al manifestar en terminología de ventas y marketing cómo está la competencia y el nivel de competencia existente ante determinado producto. Gracias a la competencia disminuyen los precios y hay que ir por delante para ganar a la competencia.

- Competencia como cualificación al indicar la competencia y la calidad profesional de un gestor, de un profesor o de un trabajador.

- Competencia como suficiencia al certificar la competencia laboral para un puesto determinado o al indicar los mínimos o las competencias mínimas de un curriculum profesional.

B) Destreza: Entendemos por destreza una habilidad específica que utiliza o puede utilizar un aprendiz para aprender, cuyo componente fundamental es cognitivo. Un conjunto de destrezas constituye una capacidad. Así por ejemplo, diremos: la capacidad de razonamiento lógico se descompone en destrezas, que entre otras son calcular, operar, medir, contar, inducir, comparar, representar,... Lo mismo que las capacidades, también las destrezas pueden ser potenciales, si no se han desarrollado adecuadamente y pueden desarrollarse, o reales, si su desarrollo es adecuado. A nivel práctico diremos que la intervención educativa cognitiva se realiza y actualiza en las destrezas, ya que las capacidades son muy amplias. La expresión oral y escrita se desarrolla a partir de sus destrezas, tales como dicción vocabulario, secuenciación, elaboración de frases, elaboración de textos, puntuación,... En las reformas educativas se habla mucho de capacidades mezclando las capacidades grandes (expresión oral) con las pequeñas (dicción, vocabulario) lo cual crea dificultades para el diseño.

C) Habilidades: Entendemos por habilidad un paso o componente mental, cuya estructura básica es cognitiva. Un conjunto de habilidades constituye una destreza.

D) Actitud: Consideramos la actitud como una predisposición estable hacia... cuyo componente fundamental es afectivo. Se manifiesta en la atracción o en el rechazo. No obstante la actitud también posee elementos cognitivos (saber algo de) y elementos comportamentales (las actitudes se desarrollan por conductas prácticas) son las actitudes las que dan tonalidad afectiva a las destrezas. Las actitudes surgen al descomponer los valores en sus elementos fundamentales.

E) Valores: Consideramos el valor, desde la perspectiva de la intervención en el aula como un conjunto de actitudes. Una constelación de actitudes constituye un valor, cuyo componente fundamental es afectivo. La interpretación correcta de los valores, en el marco de la intervención radica en los meta valores, que son los

criterios interpretativos de un valor y que constituyen sus dimensiones básicas (individual, social, ética y/o moral, religiosa, trascendente...)

Los valores y las actitudes están recogidos en casi todas las reformas educativas.

Aprender por medio de contenidos. Entendemos por contenidos (conocimientos) las diversas formas de saber que se reducen a : saber sobre hechos (contenidos factuales) y saber conceptos o contenidos conceptuales. La construcción de la ciencia a partir del método científico supone una permanente transición de los hechos a los conceptos (inducción) y de los conceptos a los hechos (deducción). Este no es otra cosa que un proceso cíclico del aprendizaje científico. En esta misma línea estaría el proceso cíclico de aprendizaje constructivo y significativo. Aprender constructivamente según Piaget no es otra cosa que contraponer hechos con conceptos y conceptos con hechos. Los conceptos los pone la inteligencia y los hechos los aporta la naturaleza. Aprender significativamente, según Ausubel, es construir jerarquías conceptuales de abajo - arriba (aprendizaje significativo supraordenado), de arriba - abajo (aprendizaje significativo subordinado) o en horizontal (aprendizaje significativo coordinado) y esto no es otra cosa que construir jerarquías hecho - concepto y concepto- hecho. Los contenidos conceptuales pueden integrar conceptos, teorías, principios, sistemas conceptuales, hipótesis, leyes, y los contenidos factuales suelen organizarse en torno a hechos ejemplos experiencias próximos al aprendiz.⁴⁸

Para poder elaborar, el contenido del cuestionario aplicado a los alumnos después de hacer el análisis correspondiente se detallaron los temas considerados básicos, este obviamente con el perfil de un aprendizaje significativo. También se tomaron en cuenta algunas referencias de investigaciones realizadas en otros países donde hicieron estudios para conocer el grado de elaboración de los conceptos químicos considerados como básicos en la enseñanza de las ciencias.

48 Martiniano Roman Perez. Eloisa Diez Lopez. Aprendizaje y Currículum. Diseños curriculares aplicados. pp. 66-77

CONTENIDOS

TEMA

APRENDIZAJES

Clasificación de la materia

- Desarrollar el concepto de materia
- Comprender el concepto de elemento
- Desarrollar el concepto de compuesto.
- Comprender los estados de la materia.
- Clasificar a los elementos

Propiedades de la materia

- Comprender el concepto de cambio químico y cambio físico.
- Desarrollar el concepto de energía.
- Aplicar el concepto de energía en los cambios químicos.
- Comprender el concepto de conservación de la masa y conservación de la

Estructura de la materia

- Desarrollar el concepto de átomo.
- Desarrollar el concepto de electrón, neutrón
- Comprender y represente el número atómico.
- Desarrollar y represente el concepto de masa atómica.
- Desarrollar el concepto de comportamiento ondulatorio de la materia.⁴⁹

⁴⁹ Brown, Lemay, Bursten. Química la ciencia central. Editorial Printice Hall.

Desarrollar la estructura electrónica de los elementos.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender el concepto de números cuánticos. - Comprender el átomo de Bohr.
Nomenclatura de los compuestos inorgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender el concepto de número de oxidación.
Composición cuantitativa de las sustancias.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender y represente el concepto de mol.
Ecuaciones Químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar el concepto de ecuación química. - Comprender y comparar en que consiste el balanceo de las ecuaciones químicas.
Enlace químico	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender el concepto de enlace químico - Comprender y clasificar los conceptos de enlace iónico, covalente, covalente polar, no polar y coordinado.

Estado gaseoso de la materia

- Comprender las propiedades generales De los gases
- Desarrollar el concepto de teoría cinético molecular.
- Analizar la medición de la presión de los gases.
- Reflexionar respecto al concepto de vacío.⁵⁰

Propiedades de Sólidos Y líquido

- Comprender el concepto de sólido líquidos.
- Analizar y representar los cambios de estado de la materia.
- Diferenciar entre un sólido y un cristal.

Ionización ácido base sales

- Desarrollar el concepto de ácido y base.
- Comprender el concepto de pH.

Equilibrio químico

- Analizar y representar el concepto de equilibrio químico
- Desarrollar y calcular como influye el efecto de la concentración sobre la velocidad de reacción y el equilibrio.
- Comprender el concepto de la constante de equilibrio.

Oxidación Reducción

- Comprender el concepto de oxidación reducción. Y el balanceo de ecuaciones por oxidación reducción.
- Desarrollar y represente las celdas electroquímicas, electrolíticas y voltaicas.

Química nuclear

- Reflexionar con respecto a la diferencia entre radiactividad natural e inducida.
- Desarrollar el concepto de series de desintegración radiactiva.
- Analizar el concepto de fusión nuclear y fisión nuclear.
- Comprender los efectos biológicos de la radiación.

Química de la vida

- Comprender el concepto de compuesto orgánico.
- Clasificar a los hidrocarburos
- Desarrollar el concepto de alcano alqueno y alquino.
- Comprender y representar a los polímeros.
- Clasificar a los grupos funcionales en alcoholes, éteres, ésteres, aminas, cetonas, aldehídos etc.
- Emplear los conocimientos de la química en comprensión de los fenómenos naturales y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

51

III SUSTENTO TEORICO

Debido a la gran importancia que tiene la ciencia en este caso la química en la formación básica de los ingenieros en comunicaciones y electrónica ya que posteriormente se retoman conceptos básicos de la disciplina en otras materias y es necesario que el alumno lleve esos conocimientos y se puede lograr que sea un profesionalista más preparado.

Por eso la necesidad de una cultura científica más adecuada y todavía más patente en lo que respecta a la concepción de la propia naturaleza del conocimiento científico. El conocimiento científico no es precisamente sentimiento, especulación o reflexión subjetiva. Es una descripción verificable de la realidad que existe al margen de cualquier consideración personal.

En el terreno del aprendizaje esta concepción se refleja, aunque con concreciones prácticas notablemente distintas e incluso contrapuestas, en la corriente conductista y en el aprendizaje por descubrimiento autónomo. En el terreno de la investigación educativa puede verse esta influencia en muchas investigaciones desarrolladas en el seno del paradigma proceso- producto y en diseños experimentales que pretende reflejar aspectos concretos del comportamiento humano.

Este modo de concebir el conocimiento científico, que tiene su origen en el empirismo de Bacon, ha pervivido bajo diferentes formas hasta el presente siglo. En efecto, esta concepción de la ciencia, que todavía se transmite en nuestro ambiente cultural, se halla anclada en el denominado paradigma mecanicista.

Se considera el objetivo básico del aprendizaje científico el desarrollo de una mejor relación del hombre con su entorno físico, no es de ningún modo, indiferente desde el punto de vista del aprendizaje de las ciencias, la concepción de la sociedad y de la relación del hombre con la naturaleza. Esto supone que dicho aprendizaje no puede ir separado del desarrollo de determinados valores humanos.

Actualmente no podemos decir que no hemos avanzado ya que por una parte, las aportaciones de la epistemología de las ciencias, al romper con el empirismo y abordar el problema de como evoluciona el conocimiento científico y por otra, las orientaciones cognocitvistas en psicología, que abordan los procesos internos de pensamiento, descubren la relevancia del pensamiento infantil e intenta explicar su desarrollo como un proceso interactivo con el entorno, así como una nueva visión de la relación entre lenguaje y desarrollo conceptual han propiciado una tradición centrada en la investigación sobre el pensamiento del alumno sobre las ideas que genera y sobre como estas interactúan con el aprendizaje escolar.⁵²

Entre las teorías cognitivas del aprendizaje en la que nos centraremos en esta investigación esta la propuesta por Ausubel y esto es así por dos razones. En primer lugar porque la teoría de Ausubel, esta centrada en el aprendizaje producido en un contexto educativo, es decir en el marco de una situación de instrucción. Pero además, Ausubel está firmemente convencido de que enseñar ciencia es ante todo transmitir al alumno la estructura conceptual de la disciplina. Según Ausubel, un aprendizaje es significativo cuando puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. En otras palabras un aprendizaje es significativo cuando puede incorporarse a las estructuras de conocimiento que posee el alumno. Para ello es necesario que el material que debe aprenderse posea un significado en si mismo, es decir, que haya una relación no arbitraria o simplemente asociativa entre sus partes. Pero es necesario, además, que el alumno pueda asimilar ese significado.

El aprendizaje memorístico o por repetición es aquel en el que los contenidos están relacionados entre si de un modo arbitrario, es decir careciendo de todo significado para la persona que aprende.

Ausubel está señalando que el aprendizaje de estructuras de conocimiento

52.- Juan Antonio Llorens Molina. Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular. Pag. 11-22

complejas implican una comprensión y no puede alcanzarse por procedimientos meramente asociativos (o memorísticos). No obstante Ausubel admite que en muchos momentos del aprendizaje - escolar o extraescolar - puede haber aspectos memorísticos. Pero el aprendizaje memorístico va perdiendo cada vez más importancia a medida que el niño se desarrolla, ya que el aumento en los conocimientos facilita el establecimiento de relaciones significativas con cualquier material. En cualquier caso, según Ausubel, el aprendizaje significativo será siempre más eficaz que el meramente repetitivo.

Según Ausubel para que se produzca el aprendizaje significativo se precisan dos condiciones. En primer lugar, es necesario que el propio material presentado no sea arbitrario, es decir que posea significado. Un material posee significado lógico o potencial si sus elementos están organizados y no sólo yuxtapuestos. En otras palabras el material debe tener una estructura, que normalmente se corresponde con la lógica de la disciplina científica de que se trate. Pero no siempre los materiales estructurados se aprenden significativamente. Para ello es necesario, además, que la estructura cognitiva del alumno contenga ideas inclusoras, esto es, ideas con las que pueda ser relacionado el nuevo material. Así la transformación del significado lógico en significado psicológico no está asegurada solo con estructurar los materiales. Según Ausubel el significado psicológico es siempre idiosincrásico y se alcanza cuando una persona concreta asimila un significado lógico (un concepto científico) dentro de su propia estructura cognitiva individual. En otras palabras el aprendizaje significativo es producto siempre de una construcción individual, que, sin embargo no es incompatible con la idea ausubeliana de que la mayor parte de los significados se reciben no se descubren.

Por lo tanto el aprendizaje significativo se produce cuando se relaciona nueva información con algún concepto inclusor ya existente en la estructura cognitiva del individuo, que resulte relevante para el nuevo material que se intenta aprender.⁵³

53. Juan Ignacio Pozo. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Pag. 205-224

Se ha considerado que el alumno aprende más o menos dependiendo de su capacidad y el aprendizaje se concebía fundamentalmente, como un proceso de adquisición de información y, solo en segundo lugar, como un proceso de desarrollo de destrezas. Sin embargo hoy sabemos que los alumnos mantienen un conjunto diverso de ideas previas sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas y se reconoce unánimemente que estas ideas previas son uno de los factores clave que, como se argumenta más adelante, deben tenerse en cuenta como condición necesaria (aunque no suficiente) para un aprendizaje significativo de las ciencias.

Los investigadores en enseñanza de las ciencias comenzaron a estudiar las ideas previas de los alumnos motivados en gran parte por la recomendación de Ausubel sobre la importancia de elegir los conocimientos previos de los alumnos como punto de partida para la instrucción.

La posición de los investigadores sobre las ideas previas de los alumnos cuando afirman que los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre como y por qué las cosas se comportan como lo hacen. Parece claro que el profesor de ciencias debe contar con que sus alumnos ya poseen un conocimiento científico alternativo.⁵⁴

3.1 CONCEPTO DE IDEA PREVIA

Como se constituyen las ideas previas de los alumnos ¿Qué es eso de las ideas previas?

Las ideas previas son las entidades del conocimiento específico que existe en la estructura cognitiva del que aprende y a las cuales se enlazan los conocimientos nuevos siendo imprescindibles para que se produzca el aprendizaje significativo. Pero ¿de donde provienen esos conceptos? , ¿Cómo se forman? ¿Que hacer cuando ellos no existen o bien cuando los que existen son ideas erradas?

La dos primeras preguntas tienen varias respuestas posibles. Una de ellas se

54. Campanario Juan Miguel y Otero Jose C. Mas allá de las ideas previas como dificultad de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. Enseñanza de la ciencias. 2000, 18 (2) pag 155-169

basa en el aprendizaje mecánico. (El cual se define como la incorporación de nueva información en la estructura cognoscitiva del que aprende sin que establezca ninguna relación con los conceptos ya existentes en ella, en cuyo caso, dicha información es almacenada de manera arbitraria sin que haya interacción con aquella, es decir el conocimiento así adquirido se distribuye arbitrariamente en la estructura cognoscitiva sin relacionarse con ningún concepto pertinente específico). Aquí se supone que este aprendizaje es siempre necesario cuando un individuo adquiere informaciones por primera vez en un área del conocimiento completamente nuevo para él. Esto es el aprendizaje mecánico se produce hasta que algunos elementos de conocimientos pertinentes a nuevas informaciones en esa misma área existan en la estructura cognitiva y puedan servir de conceptos integradores aunque sean poco elaborados. En ese momento el individuo empieza a relacionar los conceptos aislados que había aprendido mecánicamente, enriqueciendo y desarrollando los conceptos integradores, los cuales servirán de enlace a nueva información. Entonces, el aprendizaje a posteriori de la información relacionada es significativo.⁵⁵

Otra posible respuesta es que los niños pequeños adquieren conceptos básicos a través de un proceso conocido con el nombre de formación de conceptos, el cual involucra generalizaciones de instancias específicas. Al llegar a la edad escolar, posee un conjunto adecuado de conceptos que permitirán la adquisición de nuevos conceptos por el proceso de asimilación, diferenciación progresiva y reconciliación integradora. Cuando un nuevo concepto o proposición es aprendido por subordinación, que es el proceso por el cual una nueva información adquiere significado a través de la interacción con las ideas previas reflejando una relación de subordinación del nuevo material en relación con la estructura cognoscitiva previa, dicha idea previa existente en la estructura cognoscitiva del aprendiz también se modifica. La ocurrencia reiterada de este proceso lleva a la diferenciación progresiva del concepto integrador, el cual

⁵⁵ Ibid 56

siempre esta presente en el aprendizaje subordinado. En el aprendizaje superordenado (se dice también es posible que la información nueva a ser aprendida, sea de mayor exclusividad con conceptos integradores a_1, a_2, a_3 , ya establecidos en la estructura cognitiva del individuo y que al interactuar con ellos los asimila, estas ideas son identificadas como instancias específicas de una nueva ideas superordenada A definida por un nuevo conjunto de atributos esenciales que abarca ideas específicas y a este tipo de aprendizaje se le llama superordenado) y en el aprendizaje combinatorio (es donde existe una información nueva que es potencialmente significativa para ser incorporada a la estructura cognitiva como un todo y no con aspectos específicos de esa estructura.), las ideas establecida en la estructura cognitiva pueden, en el curso de nuevos aprendizajes, ser reconocidas como relacionadas. Así las nuevas informaciones son adquiridas y las viejas pueden reorganizarse y adquirir nuevos significados. Este proceso es lo que Ausubel ha llamado reconciliación integradora.

Ausubel mantiene que las nuevas ideas pueden se totalmente aprendidas solo en la medida en que puedan relacionarse a conceptos existentes en la estructura cognitiva, los cuales proporcionan enlaces adecuados. Si el nuevo material no puede ser relacionado con dicha estructura por no existir ideas previas, entonces no puede ser retenido ni aprendido. Para evitar esta circunstancia, el profesor debe organizar la secuencia del conocimiento de tal manera que de no existir dichos conceptos, ellos puedan ser construidos. Conjuntamente, el aprendiz debe tomar parte activa en este proceso y tratar de buscar las ideas que existen en su mente donde pueda incluir la nueva información, pero también se puede dar el caso de que los conceptos existentes en la estructura cognitiva del aprendiz sea o bien una concepción errada – producto de la instrucción – o una concepción intuitiva.⁵⁶

En los últimos años la imagen de los adolescentes y adultos como

56.- Violeta Arancibia, Paulina Herrera, Catherine Strasser. Psicología de la Educación. Pag. 84-91.

“animales racionales” ha cambiado profundamente en la psicología del pensamiento.

De seres dotados de una lógica, formal o natural, innata o construida, hemos pasado a ser personas dominadas por tendencias intuitivas poco “lógicas” de dudosa racionalidad y plagadas de sesgos en nuestro razonamiento. Se ha ido imponiendo cada vez más la idea de que las personas nos regimos más por criterios de conveniencia pragmática que de coherencia lógica. En nuestros análisis causales no buscamos tanto ser rigurosos y exhaustivos en nuestras explicaciones como tener ideas eficaces, es decir altamente predictivas. Esta imagen poco rigurosa o racional siempre que la racionalidad se defina con criterios lógicos de nosotros mismos tiene implicaciones importantes con respecto a las búsquedas causales que realizan los alumnos y a las ideas previas que forman mediante su razonamiento causal.⁵⁷

Si una buena parte de las ideas previas de los alumnos son espontáneas en el sentido de que son fruto de sus intentos de dar sentido a la actividad cotidiana, los procesos que están en el origen de esas ideas previas tienen que ver con la psicología del sentido común.

Uno de los conceptos que mayor influencia ha tenido en la reciente evolución de la psicología del pensamiento ha sido la noción de heurístico desarrollada por Tversky y Kahneman. (heurístico (descubrir) que sirve para averiguar y ayudar a mostrar como deben buscarse las propiedades de y las relaciones entre objetos)

Según estos autores, las personas en lugar de usar reglas formales rigurosas para razonar, solemos utilizar reglas aproximativas, de carácter más bien intuitivo, que nos ayudan a cerrar tareas complejas o a alcanzar conclusiones en situaciones inciertas en las que la aplicación de un análisis lógico sistemático sería muy costosa. Estas reglas aproximativas, que ellos denominan heurísticos, conllevarían ciertos sesgos que nos alejarían de las conclusiones formalmente correctas - o científicamente validas- pero serían pragmáticamente útiles en la vida cotidiana. Aunque no están aún del todo claros ni el estatuto psicológico de

⁵⁷ *ibid* 58

los heurísticos, ni su generalidad o ámbito de aplicación – ya que las investigaciones se han realizado casi exclusivamente con adultos –, en el análisis causal de los fenómenos científicos, por la complejidad de éstos, se pueden identificar una serie de reglas, de carácter heurístico, cuya construcción y aplicación o dominios específicos se conoce con un cierto detalle, y que constituyen una auténtica metodología de la superficialidad, por oposición a la metodología científica rigurosa.

La mayor parte de las reglas de razonamiento causal cotidiano, estudiadas tanto en el razonamiento infantil como en el adulto, están directa o indirectamente emparentadas con las leyes empiristas de la causalidad enunciadas por Hume. Los empiristas partían del supuesto de que todas nuestras ideas y conocimientos proceden de las impresiones que los estímulos dejan en nuestros sentidos. Este origen sensorial perceptivo de las ideas requiere una serie de reglas que asocian unos hechos con otros y unas ideas con otras. Esas reglas parecen adquirirse tempranamente (en torno a los 4-5 años) y siguen formando parte de la psicología de sentido común que usamos los adolescentes y adultos.

El hecho de entender las ideas de los alumnos como constructor personales no debe hacernos olvidar que su construcción tiene lugar en un contexto social que induce o favorece cierto tipo de ideas. Diversos autores destacan como una de las fuentes de las ideas de los alumnos la influencia del medio cultural transmitida esencialmente a través del lenguaje. La mayor parte de estos estudios parten de la idea de que el lenguaje constituye un observable de los procesos cognitivos y de las influencias culturales y suelen recurrir a técnicas sencillas basadas en asociaciones de palabras o en definición de términos. A través de estas u otras técnicas similares se obtiene el significado que para los alumnos tienen, previamente a la instrucción, ciertos términos y se diseñan procedimientos para acercar ese significado al científicamente aceptado. Se define la fuente social de las ideas de los alumnos no solo a través del lenguaje sino también de otros procesos y estructuras – familia, medios de comunicación, escuela – que organizan la acción social.⁵⁸

58.- Pozo, I. A. Sanz, A., Gómez Crespo, M.A. y Limón, M. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. Revista Enseñanza de las ciencias 1991, 9, 1 pag. 83-94

Partiendo de la teoría de los intereses constitutivos del conocimiento de Habermas se puede abordar el estudio de las ideas previas como una construcción social, por tanto la forma y objetivos de esa construcción están determinados por intereses humanos fundamentales que suponen conceptos de persona y de su mundo.

En consecuencia se establecen dos ideas básicas:

a) la teoría de J. Habermas trata sobre los intereses humanos fundamentales que influyen en la forma de cómo constituir o construir el conocimiento y determinan las categorías mediante las que lo organizamos.

b) de la consideración de que el saber no existe como algo aparte de la persona y es descubierto por ésta, sino que el conocimiento es construido por las personas en su conjunto, por lo tanto, las ideas previas deben considerarse como una construcción social y la forma y sentido de esta construcción es influido por intereses humanos fundamentales que suponen concepciones de personas y sociedades.

Habermas señala tres intereses cognitivos básicos que corresponden a tres formas de saber de la sociedad:

Los intereses técnicos, propios de las ciencias empíricas – analíticas, en estas el saber se rige por el interés humano de explicar para lograr un control del medio. Las explicaciones se hallan por deducción a partir de enunciados hipotéticos que pueden verificarse empíricamente a través de la observación. Este interés da lugar a una forma de acción: acción instrumental, basada en un saber empírico.

Los intereses prácticos, de las ciencias histórico – hermenéuticas, propios de las disciplinas sociales, consideran la comprensión del medio para que el sujeto pueda ser capaz de interactuar con el y comprender el significado de la situación. Habermas señala el interés práctico es un interés fundamental por comprender el ambiente mediante la interacción. Basado en una interpretación consensuada del significado.

La acción se interpretará en un sentido global para la elaboración de juicios, es decir, el sujeto situado en el universo actúa con otro sujeto dando lugar a una

interacción (acción comunicativa) donde la comprensión del significado y la observación consideran al conocimiento del ser humano como sujeto y no como objeto. En este estudio es de considerar la interacción maestro-alumno y al conocimiento como un proceso.

Los intereses emancipadores propios de las teorías críticas, dan lugar a una acción autónoma y responsable del sujeto. Lo anterior implica ver a las ideas previas de los alumnos como un proceso de construcción de significados y unas ideas previas emancipadoras darían lugar a una interacción recíproca entre auto-reflexión y acción, es decir en el interés emancipador, la autonomía y la responsabilidad son acciones basadas en decisiones basadas en un saber crítico.⁵⁹

3.2 EPISTEMOLOGIA

Se considera que la epistemología en su versión contemporánea, se propone el estudio de la naturaleza del conocimiento científico y de las circunstancias de su producción. Ya desde los tiempos de la antigüedad clásica griega era dominante el pensamiento epistemológico realista que concibe el conocimiento como una copia de la realidad: el conocimiento se considera el reflejo – como la imagen en un espejo – de ese mundo externo que existe con independencia del observador. El enfoque tradicional de la enseñanza tiene raíces profundas en esta epistemología realista que se complementa armónicamente con el paradigma empirista; bajo este punto de vista, la actividad del sujeto que trata de conocer (el sujeto cognoscente) queda subordinada al objeto de su conocimiento y su actividad – primordialmente perceptual- y solo puede producir un conocimiento que es reflejo fiel de una realidad externa estructurada.

Reaccionando al punto de vista realista – empirista, Kant postula en su crítica de la razón pura que cuando el sujeto entra en contacto con su objeto de conocimiento, recibe impresiones sensibles que somete a un proceso organizador, mediante estructuras cognitivas innatas. Lo que resulta es el conocimiento. Las

59 - Jürgen Habermas. conocimiento e interés pag. 319-325

impresiones sensoriales adoptan las formas que le son impuestas por las estructuras cognitivas que las procesan: el resultado de este procesamiento es el conocimiento. De esta manera Kant nos advierte sobre las condiciones de posibilidad del conocimiento objetivo: para alcanzarlo se requiere de ciertas formas innatas de sensibilidad, estas son el espacio, el tiempo, la causalidad, la permanencia del objeto. En otros términos, aunque la realidad existe con independencia del sujeto, el conocimiento que éste puede tener de aquella está mediado por la capacidad cognoscitiva intrínseca del sujeto.*

Hay dos consecuencias fundamentales del enfoque kantiano: la primera es que el conocimiento deja de ser concebido como representación de la realidad externa y en su lugar, es visto como resultado inseparable de las experiencias del sujeto y de su actividad cognoscitiva: en la segunda, el sujeto deja de ser cognitivamente pasivo frente al objeto de su conocimiento. El sujeto da estructura a sus experiencias. Esto ya lo había adelantado la corriente racionalista, pero a costa de llegar al extremo de poner todo el peso de la construcción del conocimiento en el sujeto cognoscente, marginando el objeto.

El conocimiento desde la perspectiva de la relación sujeto – objeto se encuentran implícitas tres corrientes del pensamiento filosófico: el positivismo – neopositivismo (empirismo), el idealismo (racionalismo) y el materialismo dialéctico. De esta forma la teoría del conocimiento moderna tiene su origen en dos corrientes opuestas: empirismo y racionalismo.⁶⁰

Para el empirismo inglés, el modelo más importante era la observación. Los empiristas (Bacon, Locke, Berkeley y Hume) veían en la experiencia y la observación la única fundamentación sólida de la ciencia. El conocimiento verdadero se obtiene a partir de experimentos con la observación de sus efectos. Hume postula como indispensable el proceso inductivo para establecer principios universales: se deben explicar todos los efectos por las causas más reducidas y

⁶⁰ *Ibid* 63

simples. Para el empirismo la fuente de todo conocimiento es la experiencia es el origen de todo saber.

El idealismo está presente en las teorías del conocimiento que dan un énfasis en la actividad del sujeto, ya que para el idealismo la subjetividad es la condición de posibilidad del conocimiento y el fundamento de la realidad.

Existen dos tipos de idealismo: en primer término, el platónico – socrático en el que el conocimiento tiene una raíz metafísica, que considera como la única posibilidad de conocimiento el proceso de participación de una entidad real e idéntica.

El segundo el que considera como única posibilidad de conocimiento la subjetividad, primeramente desarrollada por Descartes. En su obra discurso del método, postula que la razón es el único instrumento para alcanzar la verdad, su punto de partida, la única certeza inicial, es el sujeto cognoscente (pienso luego existo). El criterio de verdad es interior a la razón misma, el conocimiento verdadero debe ser claro y distinto, sometible a la prueba de la razón.

Para Descartes los principios lógicos, los conceptos de sustancia y de causa por ejemplo, eran sembrados por Dios en nuestra razón y vienen con nosotros al nacer. Kant basándose en los modelos aportados por la física newtoniana enfatiza la universalidad de la lógica y de las matemáticas. En su obra Crítica de la Razón Pura sostiene que la razón no puede comprender más de lo que ella misma produce según su bosquejo. Para Kant el conocimiento no consiste en un proceso deductivo de las ideas innatas como en Descartes, pero tampoco es una reproducción de la experiencia como lo concebían los empiristas.⁶¹

De esta forma Kant representa el intento por superar la problemática planteada por Hume: para conocer un objeto el pensamiento debe adecuarse a él, pero no puede encontrar en los objetos, como datos de los sentidos, relaciones necesarias y universales. Kant señala como para explicar el conocimiento necesario no es posible partir del principio de que el conocimiento consiste simplemente en la adecuación del pensamiento al objeto. Si son los objetos los

⁶¹ ibid 63

que deben conformarse al entendimiento puede explicarse el conocimiento a priori en el cual existe algo predeterminado al objeto antes de que nos sea dado.

Con relación al racionalismo de Kant plantea, por una parte, que los a priori se encuentran en el sujeto en germen y se desarrollan con la experiencia, no nacen con el; por otra parte, en contraposición a la necesidad de encontrar el origen del conocimiento, parte de que éste es un hecho. De esta forma realiza una crítica a la metafísica que en realidad es una crítica al racionalismo en el sentido de que el sujeto no puede conocer lo que está más allá de la experiencia.

Independientemente de las posiciones epistemológicas, tanto el empirismo como el racionalismo mantienen una visión ontológica común en tanto que autónomos e independientes, el sujeto se opone al objeto y pretende aprehenderlo a través del proceso de conocimiento. Con relación a ello Kant no resuelve el problema, vuelve a separar el objeto del sujeto al diferenciar lo no cognoscente la razón pura del fenómeno lo cognoscente la razón práctica, al darle mayor importancia al sujeto, al YO PIENSO, a la unidad imaginaria de la apercepción, que acompaña a toda representación.⁶²

De esta forma se puede observar que Kant establecía la interrelación entre razón y experiencia o entre sujeto y objeto. Hegel en su obra fenomenología del espíritu cuestiona los conceptos subjetivo y objetivo y consecuentemente, la visión del conocimiento y verdad tanto de los empiristas como de la filosofía Kantiana que es el sistema filosófico que tiene como precedente, en la cual el conocimiento funge como un medio para aprender la realidad Hegel realiza una crítica de Kant en el sentido de que habiendo alcanzado conclusión de que el sujeto y objeto deben coexistir para que se dé el conocimiento, dió marcha atrás y los separa.

Hegel dinamizó la relación sujeto objeto dándole el carácter de movimiento dialéctico y continuo, también estableció una innovación importante con respecto a las teorías del conocimiento anteriores, estas estaban basadas en modelos aportados por las matemáticas y las ciencias naturales que generalizaban para diferentes dominios del saber. Así los empiristas se apoyaron en la observación de

62.- De Castro E. (1999) "La construcción Fenomenológica del sujeto" en Crítica del sujeto, en Colección Samanos, Fac. de Filosofía y Letras UNAM, Mex, P54.

los experimentos, Descartes en la geometría analítica (para probar la existencia de Dios) y Kant para analizar la razón práctica y establecer los fundamentos de la filosofía trascendental.

En cambio Hegel en su fenomenología rechaza la concepción de Kant de que las cosas en si, no son objeto de la razón, solo los aspectos de las cosas (los fenómenos pensados según proyecciones de nuestra razón) en cambio propone la concepción que la cosa en si se desarrolla hasta que incluye todos los fenómenos, hasta que se convierte en cosa para si. Esto es valido también para la dialéctica que instaure entre las cosa y la conciencia (el ser consciente) y el ser o el sujeto y el objeto. En la fenomenología del espíritu que pretende ser la exposición del saber, este no se verá solo en la experiencia y la razón, sino que incluye todo tipo de saberes. Hegel expone el desarrollo dialéctico desde la percepción (concebida como desarrollo posterior a la conciencia), el espíritu (moral) y el pensamiento religioso hasta el conocimiento absoluto.

A partir de lo anterior se puede afirmar que Hegel parte de la unidad de lo real en cuyo proceso se va diferenciando y constituyendo la relación sujeto – objeto. Plantea la pérdida del enfrentamiento entre dos entidades diversas ya que no se considera a la naturaleza de forma aislada, sino con relación al ser humano (humanizada). La realidad, al ser considerada como una “totalidad” impide el aislamiento de sus partes que se determinan en la medida de que son relacionadas unas con otras. En este punto ya no se puede hablar de lo externo como lo dado objetivo, sino como lo cultural, entendido como un proceso de interacción entre las partes, de esta forma la realidad se constituye es histórica y un producto social, lo que implica necesariamente una práctica que puede ser enfocada de diferentes formas.

Marx , al desarrollar el materialismo dialéctico retoma la concepción de Hegel, pero a la relación sujeto-objeto no le da mayor importancia como a las relaciones sociales. Dentro de estas, el hombre como sujeto práctico (transformador) es quién tiene la primicia y como sujeto condicionado en las relaciones de producción, por tanto es un sujeto de clase.

Con relación a la didáctica de las ciencias naturales y en el caso del trabajo presente de la química, se encuentran dos modelos distintos de comprender el desarrollo académico: por una parte, se encuentra la racionalidad técnica o instrumental, basada en la epistemología positivista, donde la enseñanza de la química y de otras ciencias, queda reducida a una actividad técnica "neutral", que pretende el logro eficiente de objetivos predeterminados por expertos, quedando la labor del docente supeditada a la aplicación de técnicas didácticas. Por el contrario en la racionalidad práctica, la actividad docente no está subordinada a la teoría, ni se encuentra una separación de los contenidos académicos (los medios) con los fines o para qué se aprenda una ciencia.

Por tanto el docente trasciende su actividad técnica para convertirse en un profesional crítico y comprometido con la sociedad, mientras la enseñanza de las ciencias queda reducida a un papel de transmisión de conceptos disciplinarios, sino también intervienen en la formación del individuo que conduzca a la construcción de normas y valores. Por lo que para los docentes es muy importante la reflexión sobre el papel que ocupa el conocimiento con relación a la obra de la educación y de las finalidades educativas porque le aportaría elementos para discutir y criticar su práctica docente.⁶³

Piaget originalmente biólogo, llegó a interesarse tempranamente por cuestiones epistemológicas. Lo interesante de Piaget es que aborda los problemas desde una nueva perspectiva y que ideó una nueva forma de investigar los problemas epistemológicos. Partió de la concepción de que hay una continuidad entre los procesos puramente biológicos en el niño recién nacido y los procesos cognitivos y de que a pesar de las grandes diferencias estructurales, ambos sistemas tienen como fuente común la adaptación del organismo al medio que lo rodea, y que estas adaptaciones diferencian de los epistemólogos hasta entonces, que solo científicos en el desarrollo del pensamiento del niño.⁶⁴ Piaget se interesó sobre todo en explicar como el sujeto desarrolla relaciones y estructuras lógicas

63.- J. Mardones y N. Ursua. Filosofía de las ciencias humanas y sociales. Materiales para una fundamentación científica, pag 15-38

64.- Moreno, Armella, Luis E. y Waldegg, Guillermina. La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad? Revista enseñanza de las ciencias 1998, 16 (3) 421-429.

hasta el nivel de lo que suele llamarse lógica natural de un adulto normal, que es la lógica sobre la cual trabajan los lógicos y mostrar como las relaciones y estructuras lógicas juegan un papel fundamental de instrumentos asimiladores que permiten al sujeto aprender y organizar sus objetivos de conocimiento. La teoría epistemológica piagetiana que fue elaborada en un trabajo interdisciplinario entre epistemólogos, lógicos, psicólogos y representantes de las disciplinas científicas ofrece contestaciones interesantes a viejos problemas de la teoría del conocimiento. Se parece a la teoría de Kant en cuanto postula una integración entre experiencia y razón, entre sujeto y objeto. Pero lo decisivo no solo es que dinamiza esta relación como interacción continua a partir de la acción del sujeto en un proceso evolutivo. Muestra que la experiencia empírica no surge solo de percepciones de los sentidos, de impresiones del objeto, sino que para poder asimilar cualquier objeto, para poder decir tal o cualquier cosa es así, para establecer un dato, un hecho o una ley (es decir la repetitividad de una conexión entre dos hechos) es necesario que el sujeto actúe y observe desde determinados instrumentos lógicos y conceptos previos sobre el objeto. Pero estas concepciones iniciales son producto de interacciones anteriores del sujeto en las cuales se construye tanto sus estructuras cognitivas como los objetos cognoscibles. Las operaciones lógicas o los conceptos de tiempo y espacio no son innatas y trascendentales, sino se constituyen por la acción del sujeto sobre los objetos. Se muestra como estas nociones a la vez se convierten en estructuras que permiten nuevas acciones de un nivel más elevado. De esta forma el sujeto construye paralelamente su lógica y sus esquemas asimiladores, a la vez que construye el objeto a partir de la integración entre sus diferentes cualidades. La inteligencia del sujeto, su razón pero también sus conocimientos empíricos y las conceptualizaciones correspondientes, son sistemas abiertos que se desarrollan en etapas sucesivas de estructuración con momentos y fases de equilibrio y de desequilibrio. Lo importante según los últimos trabajos de Piaget y García no es tanto la caracterización de las etapas (preoperatorio, operatoria, formal) desarrollo sino los mecanismos que permiten el pasaje de un nivel a otro, como por ejemplo el mecanismo de la abstracción reflexiva.

Los resultados son sumamente interesantes para la conceptualización de la actividad científica y de la investigación en general:

– la epistemología constructivista supera el viejo dualismo tajante entre saber científico y saber popular, metodología científica y formas cotidianas de conocimiento. Claro que hay diferencias, la actividad científica es una actividad especializada en la reflexión y contrastación, pero los mecanismos que permiten llegar de determinado nivel de conocimiento a otro, son parecidos.

– muestra que el desarrollo de conceptos y de teorías es un proceso constructivo. No hay una diferenciación tajante entre construcción de teoría y verificación sino que se trata de un proceso continuo (evolutivo) y entrelazado.

– La epistemología constructivista muestra la importancia de la teoría previa a la experiencia que permite enunciar determinadas hipótesis, diseñar ciertos experimentos y no otros, hacer legibles los datos que siempre son interpretados desde la teoría previa. No hay observación objetiva independiente de la razón y de las teorías del sujeto. Pero señala también la importancia de la experiencia. Solo la experiencia activa (o en caso de la investigación activa empírica) permite confrontar las estructuras del sujeto (o sus concepciones teóricas) con los retos del objeto. Sobre todo los desequilibrios entre los datos constituyen un reto importante. Son expresión de desequilibrios en nuestros esquemas de asimilación, siempre parciales. Solo al darnos cuenta del desequilibrio podemos avanzar en la búsqueda de esquemas o estructuras o teorías más integrales.

– Si bien los conceptos guían las operaciones concretas, no pueden entenderse solo a partir de estas operaciones. Cualquier concepto forma parte de una constelación de conceptos, de un sistema de otros conceptos que lo definen y lo sustentan, llámese la constelación esquema de acción conceptualización o teoría.

– También es interesante la diferenciación que la epistemología piagetiana establece entre abstracción empírica y abstracción reflexiva. La abstracción empírica permite abstraer - a partir de determinados esquemas conceptuales - determinadas cualidades del objeto: permite leer los datos, establecer los hechos. En cambio en la abstracción reflexiva el sujeto reflexiona sobre sus acciones (cognitivas y conceptuales) en la construcción del objeto, sobre sus esquemas de

asimilación y sobre la relación entre estos esquemas, lo que permite avanzar de determinado nivel teórico a otro más fino a más elevado.⁶⁵

Al abordar el problema del conocimiento desde la teoría crítica es importante señalar su fundamento en la comprensión de los análisis históricos de los procesos sociales, de comprender las relaciones entre valor, interés y acción para cambiar el mundo y no solamente describirlo. En consecuencia se establecen nuevos tipos de relaciones entre teoría y práctica, hechos y valores, la teoría crítica no es prescriptiva como en las ciencias empírico-analíticas. Para Habermas la finalidad de la teoría es capacitar a los individuos a través de la retrospectiva para que se conozcan a sí mismos en sus situaciones, y de esta forma traer a la conciencia el proceso de formación social que a su vez, establece las condiciones en las que puede desarrollarse el discurso práctico.

Habermas ha planteado el tema de la relación entre conocimiento e interés dando una salida al conflicto entre las ciencias naturales y las ciencias sociales, ya que a pesar de que difieren en sus enfoques acerca del conocimiento, comparten la conciencia del método. Para este filósofo los intereses que guían el conocimiento se constituyen en el medio o los elementos del trabajo, el lenguaje y la dominación.

Con relación a la función social del sujeto cambia el énfasis que otras teorías hacen de las acciones dirigidas hacia fines realizados por individuos aislados, a las acciones socialmente coordinadas al contexto social de las acciones teleológicas. Así el modelo de conocimiento planteado no es el del sujeto ante un mundo de objetos y otros sujetos como objetos, sino el de un conocimiento que tiene lugar en un contexto de formas de interacción simbólicamente mediadas por la acción del lenguaje, principalmente, y es en este contexto de interacción comunicativa en donde deben analizarse las condiciones del entendimiento intersubjetivo. Por tanto, rechaza el modelo individualista del sujeto cognoscente, aislado y fuera de la historia.

⁶⁵ Eduardo Weiss Epistemología DIE CINVESTAV Mayo 1991

Es importante destacar, en un intento por caracterizar al origen del conocimiento a través de los diferentes paradigmas, la importancia de tener una visión más completa de la problemática y situar al sujeto como un sujeto social, constructor de conocimientos (epistémico) determinado por una serie de factores como antagonismos que en sus múltiples articulaciones establece relaciones complejas con otros seres humanos dentro de un proceso dialéctico, histórico y social. Por lo tanto es imposible separar al sujeto de la acción y del plano de la realidad en que se desenvuelve.

Parafraseando a Zemelman "ningún conocimiento puede justificarse por si mismo si no es porque resume en si conciencia y acción. Por lo tanto es preciso captar la realidad como la forma que asume lo vivo, que esta ante nosotros como una realidad objetiva, o el sujeto que, por medio de su conciencia cognoscente procura aprehender lo esencial de lo real.⁶⁶

3.3 CONSTRUCCION DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO

Aunque se centre nuestro análisis en la comprensión de nociones científicas específicas en lugar de ocuparnos de los procesos de pensamiento en general, como hacen las investigaciones piagetianas, habremos de estudiar la forma en que las ideas específicas se organizan dentro de estructuras más generales.

Se considera que el pensamiento científico no constituye un sistema tan homogéneo como la teoría piagetiana predecía pero tampoco tan heterogéneo como algunos otros autores suponen. El problema de la heterogeneidad/homogeneidad del pensamiento, muy ligado al problema de los estadios en psicología evolutiva; también parece requerir teorías y modelos que expliquen tanto la generalidad como a especificidad del conocimiento, en los cual solo será posible en la medida en que se conceda a los conocimientos específicos una función mayor de la que las operaciones formales les atribuían.

En la investigación sobre enseñanza de la ciencia esa importancia creciente

⁶⁶ - Zemelman H. (1992) Los horizontes de la razón tomos 2 y 3 Anthopos Colegio de México pp. 255

de los conocimientos específicos sobre los procesos generales del pensamiento formal ha venido de la mano de los numerosos estudios realizados en los últimos quince años sobre las ideas previas o concepciones alternativas de los alumnos sobre muy diversos fenómenos científicos. Estos estudios constituyen de hecho un enfoque alternativo que ha venido en buena medida a reemplazar al piagetiano en la investigación sobre la enseñanza de la ciencia.

Existiendo una insatisfacción con el concepto piagetiano de estadio, unida a otros varios factores psicológicos y didácticos, hizo que las investigaciones se fueran orientando progresivamente hacia el estudio de las ideas de los alumnos sobre fenómenos científicos específicos.

En su lugar, ha aparecido un nuevo enfoque que, lejos de la coherencia y la firmeza de la obra de Piaget, está constituido por un número creciente de aportaciones, cuya abundancia y dispersión hace difícil un análisis riguroso.

En este caso no referiremos a estas ideas como concepciones alternativas de los alumnos sobre los fenómenos científicos.

Como señala Driver desde la cuna los niños están percibiendo el movimiento, el sonido, la luz de los objetos y prediciendo de modo más o menos fiable su comportamiento. Se forman así estas concepciones que aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, no tienen por qué serlo desde el punto de vista del alumno. De hecho pueden ser bastante predictivas con respecto a fenómenos cotidianos, aunque no sean científicamente correctas. Esta incorrección proviene en parte de que son nociones difusas o poco diferenciadas que los alumnos usan de modo vago en función del contexto. Además son bastante estables y resistentes al cambio, por lo que muchas veces persisten a pesar de muchos años de instrucción científica.⁶⁷

El rasgo propio de estas concepciones alternativas sería su carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia. Ello condiciona la metodología que puede utilizarse para estudiarlas, ya que en algunos casos se identifican estas concepciones a través del lenguaje, las más de las veces se descubren implícitas en las actividades o predicciones de los alumnos

⁶⁷ *ibid* 76

constituyendo teorías o ideas en acción, que los alumnos no pueden verbalizar.

Este vínculo de las ideas de los alumnos con la acción práctica cotidiana está muy conectada con los procesos psicológicos que están en el origen de estas concepciones espontáneas y que determinan en parte sus características. Diversos autores destacan el origen perceptivo de estas creencias, que les hace estar centradas en lo aparente, en lo observable y en lo que cambia, más que en otras variables o factores no observables que solo son accesibles por elaboración conceptual. Este carácter fenomenológico sitúa a estas concepciones más cerca del pensamiento concreto, e incluso del preoperacional, que de las operaciones formales. Además suelen basarse en una causalidad simple y lineal y en una definición de los conceptos en términos absolutos más que como una relación entre otros conceptos previamente definidos.

Sin duda lo que más a favorecido la rápida aceptación del enfoque de las concepciones alternativas ha sido la abundancia de datos mostrando que en la más diversas áreas y tareas los alumnos disponen de ideas previas que utilizan para dar significado a los hechos. Este verdadero alud de datos requería una concepción constructivista del conocimiento y un abandono de la idea asociacionista del aprendizaje que subyacía a ciertos modelos de enseñanza, como la pedagogía por objetivos. Dentro del constructivismo, a pesar de no ser siempre incompatibles con la teoría piagetiana de las operaciones formales, los datos parecen encajar muy bien con el que hemos dado en llamar enfoque de las concepciones alternativas, un edificio de consistencia desconocida, compuesto por numerosos apartamentos poco organizados entre sí.

Con respecto a lo que podemos llamar críticas metodológicas, se pueden clasificar a partir de dos criterios esenciales que debe reunir toda investigación: validez y fiabilidad.⁶⁸

Suele decirse que los datos recogidos en una investigación son válidos cuando miden lo que dicen medir. Algunos autores han puesto en duda estar estudiando las concepciones alternativas de los alumnos miden realmente las

⁶⁸ *ibid* 76

ideas previas de los alumnos y no otra serie de factores contextuales o situacionales de menor relevancia para la enseñanza de la ciencia. Ha advertido contra la tendencia excesiva a creer que toda respuesta dada por los alumnos en una situación de este tipo refleja verdaderamente una concepción alternativa.

La diferencia es que Piaget renunciaba a estudiar estas variables por consideraciones teóricas le interesaba el sujeto "epistémico", no el alumno real mientras que a este enfoque esas mismas consideraciones deberían llevarle a analizar con mayor cautela todos los factores contextuales que afectan al rendimiento de los alumnos en una tarea determinada, y con ellos a manipular y controlar las variables del sujeto y de la tarea que pueden afectar a ese rendimiento.

De hecho no todas las concepciones alternativas surgen con la misma fuerza o si se quiere con la misma fiabilidad. Sería preciso extremar el rigor en este aspecto, ya que solo así podremos atribuir significado a las diferencias observadas. Lamentablemente es menor aún el número de trabajos que intentan establecer relaciones variables. A pesar de sus limitaciones, el análisis correlacional puede proporcionar información sobre el grado de consistencia y homogeneidad de las diversas concepciones utilizadas por los alumnos y con ello, ofrecemos datos sobre uno de los aspectos esenciales en la comprensión de la ciencia: la organización que adoptan las ideas científicas en la mente de los alumnos.

El enfoque de las concepciones alternativas ha supuesto, por oposición al piagetiano, un énfasis mayor en los conocimientos específicos que en las estructuras cognitivas generales. Ello ha supuesto una cierta desintegración del alumno que ha pasado de poseer un sistema cognitivo organizado y predecible a disponer de un número no determinado de concepciones poco conectadas entre sí y por tanto difícilmente predecibles. Esta evolución, que como ya se ha señalado es paralela en algún sentido a la de la propia psicología cognitiva, supone que los modelos explicativos suelen estar centrados en las tareas más que en el sujeto.⁶⁹

⁶⁹ *ibid* 76

Los pocos trabajos que se han intentado establecer correlaciones entre las concepciones alternativas de los alumnos en diversas tareas han observado que estas no son completamente independientes, ya que tienen un nivel de coherencia variable, pero tampoco constituyen un sistema de conjunto único y general.

El problema de la falta de organización cognitiva del alumno no es algo exclusivo del enfoque de las concepciones alternativas sino que de una u otra forma, aqueja a muchas de las corrientes actuales en psicología cognitiva, capaz, en la línea del desarrollo de sistemas expertos, de diseñar modelos de solución de tareas muy predictivos en un contexto concreto pero ineficaces para otras situaciones.

Aunque ha habido numerosos intentos de representar el conocimiento científico con diversas técnicas, estas suelen estar directa e indirectamente vinculadas con modelos procesamiento de información, cuyas restricciones formales no suelen coincidir con la forma en que las personas representan las mismas tareas.

Desde el enfoque de las concepciones alternativas se caracteriza por una aceptación acrítica de algunos de los postulados y conceptos de la moderna psicología cognitiva, importando de ella términos y conceptos (constructivismo, esquema, procesamiento de Información, asimilación etc.) que la propia psicología cognitiva no ha conseguido aún aclarar suficientemente o con respecto a los cuales existen posiciones encontradas o incompatibles. Esta importancia acrítica, que es útil en la medida en que ayuda a comprender mejor a los alumnos, plantea a medio plazo problemas conceptuales en la investigación, ya que impiden profundizar más allá debido a la propia vaguedad de los conceptos empleados.⁷⁰

Desde el punto de vista de la psicología cognitiva actual, el propio concepto de concepción alternativa se hallaría muy próximo a muchos de sus constructos teóricos, pero sin que sea posible, dada su indefinición, hacerlo coincidir en ninguno de ellos, por lo que resulta muy difícil abordar, desde una perspectiva psicológica, la representación que tienen los sujetos de los fenómenos científicos

70 *ibid* 76

sus concepciones alternativas. La naturaleza y el funcionamiento de las representaciones constituyen un problema crucial, no solo desde el punto de vista psicológico sino también didáctico. Mientras que las concepciones alternativas se sitúan en el nivel de análisis del conocimiento intuitivo de las personas – es decir, lo que esas personas hacen o dicen con respecto a una situación concreta – el nivel representacional debería referirse más bien a las estructuras y procesos que subyacen a esas concepciones y que las hacen posibles. La distinción entre estos dos niveles que es básica en psicología cognitiva, por lo que ambos se confunden y se atribuyen en ocasiones propiedades del uno al otro.

El significado de concepto habitualmente usado en este enfoque sería más preciso si se incorporaran dos distinciones fundamentales establecidas por las modernas teorías de la representación y el aprendizaje cognitivo. En primer lugar, las concepciones alternativas se ajustan más a lo que hoy en día se conoce como una categoría natural – o concepto probabilística de límites difusos – que a una categoría lógica, bien definida como son los conceptos científicos. Esto implicaría que el cambio conceptual alentado por este tipo de modelos no supone solo el cambio de un concepto por otro sino sobre todo el cambio de una forma de conceptuar - la categoría natural – por otra – el concepto científico.⁷¹

Además las concepciones alternativas, lejos de ser conceptos estables y duraderos, presentes explícitamente en la memoria de los alumnos, serían representaciones implícitas, que en muchos casos el alumno construiría ad hoc o sobre la marcha para atender a las demandas de una tarea. Este carácter implícito –unido a una nueva forma de construcción personal, es uno de los rasgos más sobresalientes de los estudios actuales sobre las representaciones que usamos las personas y situaría en un lugar preferente los factores o variables contextuales que determinan la activación de una u otra representación en un momento dado. En otras palabras no se trataría tanto de investigar que concepción tienen los alumnos sobre un fenómeno determinado cuanto de analizar cual de sus representaciones implícitas activaran ante una tarea y que variables determinan esa activación. Desde esta perspectiva el cambio conceptual implicará no solo

⁷¹ *ibid* 76

facilitar la construcción de nuevas representaciones sino proporcionarles indicios para su activación selectiva, de forma que los alumnos no sólo tengan conocimientos científicos sino que además sepan usarlos en el momento adecuado.

La idea constructivista supone que las ideas de los alumnos son una construcción o elaboración cognitiva desarrollada por ellos, que influye en el logro de nuevos aprendizajes. La importancia concedida a este tipo de ideas no es exclusiva de los estudios sobre enseñanza de la ciencia. De hecho podríamos decir que el constructivismo – como epistemología o como teoría del conocimiento – está adquiriendo una importancia creciente, e incluso predominante, en muchas áreas de investigación psicológica y educativa.

Así el enfoque más influyente dentro de la psicología científica actual, la llamada psicología cognitiva, a pesar de sus múltiples variantes y alternativas, se caracteriza por asumir que la explicación de la conducta se halla en la representación que las personas tienen del mundo y no solo en las características reales que éste tenga.

Aunque la ciencia busque con denuedo la objetividad, las posiciones epistemológicas actuales subrayan la importancia de las teorías científicas frente a la simple experimentación. Desde los paradigmas de Kuhn a los programas de investigación de Lakatos la influencia de las teorías ha ido imponiéndose sobre la función atribuida a los datos. No hay observación pura, la percepción esta cargada conceptualmente y no son los datos los que cambian las teorías científicas sino la aparición de otras teorías mejores. (Lakatos.)⁷²

No existe mucha explicación con respecto a las causas de la aparición de esas ideas. Posiblemente en el análisis más influyente realizado desde esta perspectiva, identifican cinco características generales de las ideas de los alumnos que pueden entenderse como posibles causas de su aparición. Estas ideas serían:

- a) el pensamiento de los alumnos está dominado por la percepción
- b) el pensamiento de los alumnos limita su atención a unos pocos aspectos de la situación, generalmente los más aparentes.

72 *ibid* 76

- c) los alumnos utilizan un razonamiento causal lineal.
- d) los alumnos poseen conceptos indiferenciados
- e) el pensamiento de los alumnos depende del contexto en que se active.

Existe una falta de una teoría integradora es una grave limitación que aqueja en la actualidad al enfoque de las concepciones alternativas ya que le impide predecir o explicar los abundantes y sugestivos datos que encuentra, restringiendo notablemente sus posibilidades de actuar sobre ellos. Tal vez esta debilidad teórica se deba a que los principios establecidos por Driver, Guesne y Tiberghien, sitúa las causas de la aparición de estas ideas en el funcionamiento cognitivo de los alumnos. Sin embargo, aunque en los últimos años hayan avanzado mucho los estudios sobre procesos cognitivos tales como la percepción, atención, conceptualización, pensamiento o razonamiento causal, lo han hecho en un contexto teórico y experimental muy alejado al de los estudios sobre aprendizaje y enseñanza de la ciencia.

La teoría de Piaget supone una mente altamente organizada, estructurada de un modo homogéneo de acuerdo a ciertas capacidades lógicas subyacentes, por lo que ha sido rechazada por los estudiosos de las concepciones alternativas. Lo cierto es que, como el propio Flavell apuntaba veinte años más tarde a la luz de los datos acumulados hasta entonces la mente del niño no parece ser tan homogénea como Piaget predecía pero tampoco tan heterogénea como para estar constituida por un número no determinado de concepciones dispersas. Frente al duro cemento de las operaciones lógicas y los estadios piagetianos las concepciones de los alumnos son hoy ideas aisladas, inconexas, cuyo único nexo de unión y de referencia teórica son las disciplinas científicas con respecto a las cuales son alternativas.⁷³

Este paso de una estructura cognitiva general a un número no determinado de conocimientos específicos aqueja hoy en día a buena parte de la psicología cognitiva y más específicamente de la psicología del pensamiento. La transición de modelos semánticos consistentes en conocimientos específicos para áreas concretas no ha solucionado los problemas endémicos que aquejan a la psicología

⁷³ Ibid 76

del pensamiento. Los modelos semánticos específicos en los que por sus características, podrían incluirse las concepciones alternativas explican muchas veces las desviaciones de las reglas formales, pero dejan de explicar su propia regularidad e incluso los casos en que los sujetos no se desvían de los modelos sintácticos o formalmente correctos. De hecho una de las denominaciones habituales de las concepciones alternativas es la de concepciones erróneas, dando por supuesto que todas las ideas de los alumnos dignas de ser estudiadas son científicamente correctas.

Una verdadera teoría sobre la comprensión de la ciencia por los alumnos será aquella que explique con unos mismos principios las ideas desviadas y no desviadas. El logro de esta teoría no solo es importante para la construcción de modelos explicativos de la conducta del alumno sino muy especialmente para favorecer su aprendizaje de la ciencia. Si la idea básica del constructivismo resumida en la frase de Ausubel el alumno aprende a partir de sus conocimientos previos, es imprescindible conocer cómo están organizados y representados esos conocimientos, en qué consisten, antes de aventurarse como vamos a hacer nosotros ahora a responder a la pregunta de cómo cambiar esos conocimientos.

Al hablar de constructivismo es preciso hacer una distinción entre dos sentidos o acepciones distintas del término. Al constructivismo estático según el cual la percepción o comprensión que una persona tiene de un hecho dado, - sea este la disolución de un terrón de azúcar en agua, la caída de un bola por un plano inclinado etc, depende decisivamente de las ideas o constructor que esa persona tenga en el dominio correspondiente. Todas las teorías cognitivas, epistemológicas y educativas antes mencionadas son constructivistas en este sentido estático. Pero no todas ellas lo son por igual en un segundo sentido que podemos llamar dinámico: no solo construimos aquí y ahora, el mundo en el que vivimos a partir de nuestras ideas, concepciones o estructuras cognitivas. También construimos esas ideas, concepciones y estructuras, que, como consecuencia de ello, estarán en continuo cambio.⁷⁴

74 *ibid* 76

En tanto el enfoque de las concepciones alternativas como la teoría piagetiana parte de un constructivismo tanto estático como dinámico. El enfoque de las concepciones alternativas preocupado por mejorar la enseñanza de la ciencia, se ha visto obligado a profundizar en los mecanismos mediante los que aprenden ciencia los alumnos. Ante la ya comentada ausencia de teorías cognitivas del aprendizaje hasta tiempos muy recientes, es significativo que los modelos de aprendizaje basados en las concepciones alternativas hayan tenido su origen más epistemológico que psicológico. Dado que este enfoque parte de la idea de que el aprendizaje de la ciencia es ante todo un proceso de cambio conceptual, por el que las ideas se transforman en ideas científicamente aceptadas, el modelo que se ha tomado para esta evolución es la propia epistemología, que analiza los cambios conceptuales habidos en la historia de ciencia. Ya sea a partir de las ideas de Toulmin, de Kuhn o de Lakatos; los modelos de cambio conceptual en la enseñanza de la ciencia suelen asumir la necesidad de activar las concepciones de los alumnos para someterlas a conflicto y posteriormente, según los autores, sustituirlas o transformarlas en ideas científicamente aceptadas. Aunque estos modelos han dado lugar a diversas propuestas de metodología didáctica, todas ellas comparten unas ideas comunes, basadas en los tres puntos antes citados: activación de ideas de los alumnos, creación de un conflicto y superación del mismo mediante el acceso a una idea más avanzada.⁷⁵

Sin embargo, la idea de cambio conceptual que subyace a muchos de estos modelos parece ser demasiado simple. El papel del conflicto cognitivo no está tan claro como estos modelos suponen, ya que en el mejor de los casos parece ser una condición necesaria pero no suficiente para el cambio cognitivo.

Tampoco la similitud entre el cambio conceptual en los alumnos y en la historia de la ciencia es obvia, sino que está sujeta a controversias. Carey se ha preguntado repetidamente hasta qué punto los cambios producidos en el desarrollo cognitivo y en el aprendizaje de la ciencia son comparables a los habidos en la historia de la ciencia. Desde su punto de vista, podría hablarse de

⁷⁵ *ibid* 76

dos tipos de reestructuración distintos, que implican dos modelos de cambio conceptual bien diferentes. La reestructuración débil sería característica del paso de novato a experto y consistiría en la construcción de una nueva organización conceptual de un dominio, por la que aparecen nuevos conceptos más generales que engloban a los conceptos específicos, apegados a lo inmediato, que posee el novato. Desde el punto de vista del aprendizaje, se basaría en procesos de generalización y discriminación conceptual. El segundo tipo de reestructuración, fuerte, supone cambios más profundos que afectan al dominio de fenómenos explicado, la naturaleza de las explicaciones aceptadas por la teoría. El concepto de aprendizaje por reestructuración introduce una complejidad mayor a la idea del cambio conceptual. Frente a una idea un tanto lineal y mecánica según la cual el cambio conceptual es el cambio de una concepción por otra más aceptada científicamente – el cambio de un preconcepto por un verdadero concepto- la idea de reestructuración introduce dos componentes adicionales desde el punto de vista del aprendizaje. En primer lugar, la reestructuración implica un cambio gradual en el que no puede excluirse la importancia de otros tipos de aprendizaje asociativo y en el que el conflicto cognitivo no es el único, ni a veces el principal motor del aprendizaje. En segundo lugar, la idea de reestructuración implica que no se trata de cambiar un concepto por otro sino una estructura por otra en cualquier caso, la diferencia entre el cambio conceptual promovido desde las concepciones alternativas y el cambio conceptual defendido por Piaget y su posible compatibilidad en un punto intermedio, no debe ocultar la semejanza básica entre algunos de los procesos de cambio cognitivo postulados desde ambas posiciones. Desgraciadamente la referencia que suele hacerse a Piaget por los partidarios de este enfoque no suele basarse en las últimas elaboraciones de la teoría piagetiana de la equilibración sino en formulaciones más antiguas e imprecisas. Piaget intenta dar cuenta precisamente del papel del conflicto cognitivo y la toma de conciencia del proceso de equilibración. De hecho aunque la teoría de Piaget suele ser aceptada o rechazada por su formulación de los estadios cognitivos, diversos autores coinciden en que el concepto de

equilibración es, en términos de Lakatos, el núcleo firme de su teoría.⁷⁶

3.3.1 Teoría de la equilibración de Piaget

La teoría de la equilibración piagetiana pretende entender la formación del conocimiento desde sus orígenes en la niñez hasta la adolescencia, donde aparecen los orígenes del conocimiento científico. De ella podemos concluir que la evolución del conocimiento individual está caracterizada por la búsqueda de la coherencia. Para Piaget el sistema cognitivo actúa sobre lo real, a fin de satisfacer necesidades – se considera implícito el carácter motivacional de este proceder. Esta acción (que comprende no solo procedimientos prácticos, sino también acciones de pensamiento) se ejecuta partiendo de esquemas previos ya construidos por el sujeto.⁷⁷

De hecho, Piaget distinguía entre aprendizaje en sentido estricto por el que se adquiere del medio información específica, y aprendizaje en sentido amplio, que consistiría en el progreso de las estructuras cognitivas por procesos de equilibración.

De momento conviene destacar que para Piaget el progreso cognitivo no es consecuencia de la suma de pequeños aprendizajes puntuales, sino que está regido por un proceso de equilibración. Que considera que el comportamiento y el aprendizaje humanos deben interpretarse en términos de equilibrio, así el aprendizaje se producirá cuando tuviera lugar un desequilibrio o un conflicto cognitivo. En el caso de Piaget, son dos procesos completamente: la asimilación y la acomodación.

La asimilación es la integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el organismo. Así en términos psicológicos la asimilación sería el proceso por el que el sujeto interpreta la información que proviene del medio en función de sus esquemas o estructuras de conocimiento disponibles. Pero si el conocimiento implica solo asimilación no habría desarrollo ni aprendizaje, ya que nunca cambiaran esos esquemas o estructuras de

76.- J.I. Pozo, M.A. Gomez Crespo, M. Limon, A. Sanz Serrano. Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. CIDE pag. 27-51

77.- Laburu C. Crítica en la enseñanza de las ciencias constructivismo y contradicción. Enseñanza de las ciencias 1996, 14-1

conocimiento. Existe, por tanto un proceso complementario: la acomodación. Llamaremos acomodación a cualquier modificación de un esquema asimilador o de una estructura, modificación causada por los elementos que se asimilan. La acomodación supone no solo una modificación de los esquemas previos en función de la información asimilada sino también una nueva asimilación o reinterpretación de los datos o conocimientos anteriores en función de los nuevos esquemas construidos.

De esta forma vemos que ambos procesos se implican necesariamente: no hay asimilación sin acomodación pero.... La acomodación tampoco existe sin una asimilación simultánea. Según Piaget, el progreso de las estructuras cognitivas se basa en una tendencia a un equilibrio creciente entre ambos procesos. Uno de los últimos modelos del funcionamiento de ese proceso de equilibración de Piaget sostiene que el equilibrio entre asimilación y acomodación se produce y se rompe en tres niveles de complejidad creciente:

1. en el primer nivel, los esquemas que posee el sujeto deben estar en equilibrio con los objetos que asimilan, así por ejemplo, cuando la conducta de un objeto, no se ajusta a las predicciones del sujeto, se produce un desequilibrio entre sus esquemas de conocimiento y los hechos que asimilan.
2. En este segundo nivel tiene que existir un equilibrio entre los diversos esquemas del sujeto, que deben asimilarse y acomodarse recíprocamente. De lo contrario, se produce un conflicto cognitivo o desequilibrio entre dos esquemas.
3. Por último, el nivel superior del equilibrio consiste en la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados. Así cuando en la tarea citada algunos sujetos llegaban a diferenciar dos variables hasta entonces confundidas, era necesario que acabara integrándolas en su sistema de relaciones interdependientes. De lo contrario se producían continuos desequilibrios o conflictos. Es obvio que estos tres niveles de equilibrio están – también ellos – jerárquicamente integrados. Un desequilibrio en el tercer nivel acabará produciendo necesariamente conflictos en el segundo (contradicciones entre afirmaciones sucesivas del sujeto) y en el primero (predicciones erróneas).

Pero en los tres casos los desequilibrios muestran la insuficiencia de los esquemas disponibles para simular la información presentada y, por tanto, la necesidad de acomodar esos esquemas para recuperar el equilibrio.

Según Piaget habría dos tipos globales de respuesta a las perturbaciones o estados de desequilibrio. Las respuestas no adaptativas consistirían en no tomar conciencia del conflicto existente, esto es, en no elevar la perturbación a rango de contradicción. Es obvio que al no concebir la situación como conflictiva, el sujeto no hará nada por modificar sus esquemas. En este sentido la respuesta no es adaptativa, ya que no produce ninguna acomodación y por tanto ningún aprendizaje, no ayudando en absoluto a superar el conflicto latente. Las respuestas adaptativas serían aquellas en las que el sujeto es consciente de la perturbación e intenta resolverla. Las respuestas adaptativas pueden ser de tres tipos:

1. se produce cuando la regulación de la perturbación no se traduce en un cambio del sistema de conocimiento, ya sea porque la perturbación es muy leve y puede ser corregida sin modificar el sistema o porque, siendo fuerte, se ignora o no se considera (alpha)
2. Se integra el elemento perturbador en el sistema de conocimientos, pero como un caso de variación en el interior de la estructura organizada (beta)
3. Anticipación de las posibles variaciones que dejan de ser perturbaciones para convertirse en parte del juego de transformaciones del sistema (gamma).⁷⁹

Según Piaget estas respuestas poseen una eficacia creciente, de forma que las respuestas gamma dan lugar a un aprendizaje más profundo y, por tanto, permiten acceder a niveles superiores de equilibrio. Se considera que existe una estrecha correspondencia entre estos tres tipos de respuestas y las reacciones de los científicos ante las anomalías de los hechos, tan como han sido establecidas por Lakatos en el marco de su teoría. Se pueden encontrar una aplicación de una clasificación de respuestas a la contradicción basada en las posiciones de Piaget y Lakatos. Aunque los datos varían de una tarea a otra - así por ejemplo, es mayor el número de respuestas no adaptativas en la tarea

⁷⁹ ibid 78

histórica - , en ambos casos es muy escaso el número de sujetos que cambia el núcleo de su concepción (respuesta gamma) como consecuencia del desequilibrio producido. En otras palabras, raramente los desequilibrios dan lugar a una acomodación óptima de los esquemas de conocimiento científico. En el caso de Piaget como en el de Lakatos, estas condiciones están relacionadas con el grado de desarrollo y coherencia interna de la teoría que sea contrastada con los hechos y con la naturaleza de estos. Se trata de una interacción compleja. Pero, en el caso de Piaget, además se especifica con mayor detalle el proceso que conduce de una teoría a otra. Así Piaget y García encuentran que toda teoría en su desarrollo se ve sometida a tres tipos de análisis que suponen una reorganización jerárquica progresiva:

- a) Análisis intraobjetal, mediante el cual se descubren una serie de propiedades en los objetos o en los hechos analizados.
- b) Análisis interobjetal, por el cual se establecen relaciones entre los objetos o características antes descubiertas. Estas relaciones permiten explicar las transformaciones que se producen en situaciones causales.
- c) Análisis transobjetal, que consiste en establecer vínculos entre las diversas relaciones construidas, de forma que compongan un sistema o estructura total, reduciendo así las perturbaciones posibles.

Lo trascendente de esta secuencia según Piaget y García es que se repite siempre que una teoría es sustituida por otra, ya sea en la psicogénesis o en la historia de la ciencia. Cuando una teoría ha llegado a ser construida como sistema cerrado puede empezar a modificarse mediante un análisis interobjetal de las categorías absolutas definidas en esa teoría.

Otro aspecto esencial en este modelo de cambio conceptual es la importancia de la tematización o toma de conciencia. Esta tematización resulta imprescindible para la atribución a los objetos de las operaciones que de un modo no consciente les son aplicadas en toda situación causal y ocupa un lugar privilegiado en las últimas formulaciones teóricas de Piaget. Así la toma de conciencia resulta esencial para pasar de tener éxito a comprender un problema,

desempeñando un papel muy similar al del insight en la distinción de Wertheimer entre pensamiento reproductivo y productivo.⁸⁰

3.3.2 Falsacionismo metodológico de Lakatos

Según Lakatos toda teoría consta de dos componentes distintos: un núcleo firme, constituido por las ideas centrales de la teoría. Por ejemplo en el caso de la mecánica, ese núcleo firme estaría formado por las tres leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal. Ese núcleo está protegido por un cinturón protector de ideas auxiliares, cuya misión es precisamente impedir que el núcleo pueda ser refutado. Lakatos considera que ninguna teoría puede ser nunca falsada por ningún hecho. Las contra evidencias empíricas son simples anomalías. Todas las teorías, en la medida en que no lo explican todo conviven con anomalías aparentes. Ante ellas pueden reaccionar de dos formas: simplemente desentendiéndose de ellas y ocupándose de otros asuntos, o incorporándolas al cinturón protector. En cualquiera de los dos casos el núcleo de la teoría queda a salvo, ya que existe una heurística negativa que lo defiende. Sin embargo, Lakatos cree que ese núcleo puede ser modificado según criterios científicos y no arbitrarios. La falsación se produce cuando aparece una teoría mejor. No son los hechos los que falsan las teorías, sino otras nuevas teorías. De esta forma la falsación tiene un carácter histórico, genético, podríamos decir. Ahora bien, ¿Cuándo una teoría es mejor que otra? Según Lakatos ha de reunir tres condiciones:

1. Tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, esto es, predecir hechos nuevos.
2. Explicar el éxito de la teoría anterior es decir, todo lo que ella explicaba.
3. Lograr corroborar una parte de su exceso de contenido.

Precisamente lo que caracteriza según Lakatos, a una buena teoría (o programa progresivo en su terminología) es su capacidad de predecir e incorporar hechos nuevos, frente a aquellas otras teorías (programa regresivo) que se limitan a explicar lo ya conocido.

⁸⁰ ibid 78

La distinción entre núcleo firme y cinturón protector de las teorías y la idea de que estas no funcionan aisladamente, sino que siempre forman parte de un programa de investigación o de una sucesión de teorías más amplias, resultan sumamente útiles para el estudio de la génesis de las teorías científicas. De hecho, este modelo ha sido fructíferamente aplicado no solo a las ciencias físicas, sino también a otras ciencias en las que resulta más difícil identificar el programa de investigación imperante, como es la psicología.

Pero además de su utilidad para la epistemología de la ciencia, la teoría de Lakatos constituye un modelo muy sugestivo de aprendizaje cognitivo, plenamente compatible con muchos de los supuestos de la psicología cognitiva actual. Esta confluencia entre Lakatos y la psicología cognitiva es especialmente notoria en el caso de la obra de Piaget. Al analizar la teoría piagetiana del aprendizaje aludíamos ya a esta confluencia. Existe un considerable paralelismo entre las respuestas a las perturbaciones en el modelo de la equilibración de Piaget y las reacciones de los científicos ante las anomalías, según Lakatos.

Pero junto con esta convergencia creemos que la posición de Lakatos contiene aportaciones novedosas muy relevantes para la construcción de una teoría del aprendizaje de la ciencia. El análisis que hace Lakatos de las relaciones entre la acumulación continua de conocimientos y la reestructuración ocasional de los mismos es especialmente rico. La acumulación – sea por experimentación o por cualquier otro procedimiento posiblemente regido por leyes asociativas o reglas de inferencia—produce un ajuste progresivo de la teoría, consistente en incrementar el cinturón protector o heurística positiva de la misma. Pero los conocimientos recogidos en ese cinturón protector no están distribuidos aleatoriamente. Recogen las anomalías de la teoría o para ser exactos las anomalías de la realidad. Paradójicamente, esas anomalías están sujetas a ciertas regularidades, de forma que van dando lugar a un ajuste progresivo de la teoría, mediante diferenciaciones y generalizaciones que, sin embargo no alteran el núcleo firme de la misma. Algunas de las ideas contenidas en el cinturón protector pueden ser incompatibles con ese núcleo central. La reestructuración se producirá cuando el sujeto tome conciencia de esa incompatibilidad o al menos de

las regularidades existentes en el cinturón protector. En términos de los niveles piagetianos de conflicto cognitivo, analizados en su momento, diríamos que la reestructuración solo es posible cuando el conflicto se resuelve reordenando los esquemas de forma que ciertas ideas pasan de la periferia al centro de la teoría, modificando así no sólo su propio significado, sino también el de toda la teoría. El conflicto se resuelve reordenando los esquemas de forma que ciertas ideas pasan de la periferia al centro de la teoría, modificando así no solo su propio significado, sino también el de toda la teoría.

En suma a pesar de las críticas recibidas por su escaso poder prescriptivo, el modelo de Lakatos se adecua perfectamente a los datos que conocemos sobre la génesis del conocimiento científico. Es legítima, sin embargo, la duda de si este modelo epistemológico es válido también como modelo de aprendizaje de la ciencia. Pero hay razones para su validez. Hemos señalado ya la convergencia entre los supuestos de la teoría de Lakatos y la idea constructivista que guía la psicología cognitiva actual.

Como ya se ha mencionado las ideas de los alumnos tienen su origen en la percepción y en un razonamiento causal simple de las situaciones a las que se enfrentan.⁸¹

Un programa de investigación lakatosiano es una estructura que sirve de guía a la futura investigación tanto de modo positivo como de modo negativo. La heurística negativa de un programa conlleva la estipulación de que no se puede rechazar ni modificar los supuestos básicos subyacentes al programa, su núcleo central, está protegido de la falsación mediante un cinturón protector de hipótesis auxiliares, condiciones iniciales, etc. La heurística positiva está compuesta por líneas maestras que indican como se puede desarrollar el programa de investigación. Dicho desarrollo conllevará completar el núcleo central con supuestos adicionales en un intento de explicar fenómenos previamente conocidos y de predecir fenómenos nuevos. Los programas de investigación serán progresistas o degeneradores según consigan o no conducir al descubrimiento de

81 *Ibid* 78

fenómenos nuevos. Más que cualquier otra cosa, las características definitorias de un programa es su núcleo central. Toma la forma de hipótesis teóricas muy generales que constituyen la base a partir de la cual se desarrolla el programa. El núcleo central de un programa se vuelve infalible por la decisión metodológica de sus protagonistas. Cualquier insuficiencia en la confrontación entre un programa de investigación articulado y los datos observacionales no se ha de atribuir a los supuestos que constituyen el núcleo central, sino a alguna otra parte de la estructura teórica. El laberinto de supuestos que constituyen esta otra parte de la estructura es a lo que Lakatos se refiere como cinturón protector. No solo consta hipótesis auxiliares explícitas que completan el núcleo central, sino además de supuestos subyacentes a la descripción de las condiciones iniciales y también de enunciados observacionales.

La heurística negativa de un programa consiste en la exigencia de que durante el desarrollo del programa el núcleo siga sin modificar e intacto. Cualquier científico que modifique el núcleo central se apartará de ese determinado programa de investigación.

La heurística positiva, ese aspecto de un programa de investigación que indica a los científicos el tipo de cosa que deben hacer en vez de que no deben hacer, es algo más vaga y más difícil de describir de manera específica que la heurística negativa. La heurística positiva indica cómo se ha de completar el núcleo central para que sea capaz de explicar y predecir los fenómenos reales. Como dice el propio Lakatos : " la heurística positiva consiste en un conjunto parcialmente articulado de sugerencias o indicaciones sobre cómo cambiar y desarrollar las variantes refutables de programa de investigación cómo modificar, refinar el cinturón protector refutable" . El desarrollo de un programa de investigación no solo supondrá la adición de las oportunas hipótesis auxiliares, sino también el desarrollo de las técnicas matemáticas y experimentales idóneas.

Cuando se ha desarrollado un programa hasta un punto en que es conveniente someterlo a pruebas observacionales, según Lakatos son las confirmaciones y no las falsaciones las que tienen capital importancia. Se exige

que un programa de investigación tenga éxito, al menos de vez en cuando, a la hora de realizar predicciones nuevas que se confirmen. Existen dos maneras de valorar el mérito de un programa de investigación. En primer lugar, un programa de investigación debe poseer un grado de coherencia que conlleve la elaboración de un programa definido para la investigación futura. En segundo término un programa de investigación debe conducir al descubrimiento de nuevos fenómenos al menos de vez en cuando.

Un programa de investigación debe satisfacer ambas condiciones si pretende calificarse de científico.⁸²

Según una distinción filosófica clásica establecida por Ryle las personas disponemos de dos tipos de conocimiento bien diferenciados que cumplen funciones distintas. Tenemos un saber declarativo, consistente en nuestros conocimientos descriptivos o factuales sobre el mundo, pero también un saber procedural (procedimental), consistente en los procedimientos efectivos de que disponemos para actuar sobre el mundo. Se trataría de dos tipos de conocimiento que se adquieren, representan y activan de modo diferente.

Nuestro conocimiento declarativo describe cosas que sabemos y podemos expresar verbalmente, mientras que el conocimiento procedural está constituido por habilidades efectivas, cosas que sabemos hacer normalmente de modo automático, aunque no siempre podamos describirlas verbalmente. Pero recientemente, Wellington ha sugerido la posibilidad de distinguir un tercer tipo de conocimiento que podríamos llamar explicativo que no consistiría ni en descripciones de hechos ni en secuencias de acciones, sino en saber por qué se producen esos hechos, o por qué es preciso ejecutar las acciones de una forma determinada. El conocimiento explicativo – o saber por qué, no sería reducible a los anteriores e implicaría el dominio de modelos teóricos, analogías o marcos de referencia que darían significado a los hechos y a las acciones correspondientes a

82 - Alan F. Chalmers, ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. Pag. 111- 125.

los otros dos tipos de conocimiento. Sin embargo, tanto por razones epistemológicas como psicológicas, la comprensión de la ciencia por los alumnos, a cuyo análisis está dedicado este trabajo, estaría relacionada fundamentalmente con el conocimiento explicativo de los alumnos. Aunque no pueda desdeñarse la importancia de algunos conocimientos factuales ni el dominio de destrezas y habilidades de aprendizaje, la investigación sobre enseñanza de la ciencia ha estado centrada en los últimos tiempos en estudiar la forma en que los alumnos explican los más diversos fenómenos científicos.

Con el objeto de analizar el conocimiento explicativo que sobre la ciencia poseen los alumnos, situaremos éste, al igual que otros autores (Andersson, Carey, Piaget y García) en el contexto del pensamiento causal que posee el alumno.

Gran parte de los datos acumulados sobre las concepciones alternativas se basan en tareas que exigen al alumno ir más allá de la descripción de lo observado para adentrarse en el neblinoso mundo de las causas y los efectos.

La búsqueda de causas para lo observado implica introducirse en un nivel más complejo, que requiere el dominio de sistemas conceptuales y teóricos no siempre similares a lo percibido. Si la percepción nos proporciona hechos cargados de teoría la explicación requiere teorías salpicadas de hechos. Muchas de las dificultades en la comprensión de la ciencia por los alumnos parecen estar relacionadas con las limitaciones de los alumnos para dominar las explicaciones científicas.

El enfoque de las concepciones alternativas esta centrada en las explicaciones causales que dan los alumnos sobre los fenómenos científicos, por lo que el pensamiento causal puede ser un marco teórico desde el que interpretar los datos acumulados.⁸³

De hecho tener ideas previas influyentes y reacias al cambio no es algo que caracterice a los alumnos que estudian ciencias, sino que más bien es un rasgo que define al funcionamiento cognitivo del ser humano.

83 *Ibid* 78

Estas ideas, entendidas como una parte de nuestro pensamiento causal, cumplen una función muy importante en nuestro equilibrio cognitivo, que justifica su ubicuidad y resistencia al cambio.

3.3.3 Funciones del pensamiento causal.

Una de las formas de entender por qué tenemos ideas causales tan influyentes y persistentes sobre la realidad es comprender las funciones que el pensamiento causal tiene en nuestra vida ordinaria. Dejando a un lado reflexiones de otro calibre, nuestras ideas o conceptos sirven, en palabras de Bruner, Goodnow y Austin para liberarnos de la esclavitud de lo particular. De un modo más específico parecen cumplir dos funciones fundamentales para nuestra supervivencia física y mental. En primer lugar nos permiten predecir acontecimiento futuros, deseados o temidos. Buena parte de aquel conocimiento declarativo al que nos referíamos, consiste en secuencias de hechos que nos permiten anticipar situaciones futuras. Pero además de predecir esas situaciones las podemos controlar. Es considerado un organismo que no controla hechos relevantes de su entorno es un organismo indefenso y demasiado vulnerable. Pero en los seres humanos el problema no es sólo predecir y controlar sino también explicar o, si se prefiere, atribuir un efecto a una determinada causa.

3.3.3.1 Componente del pensamiento causal

Aunque existen posiciones teóricas divergentes al respecto, en las explicaciones causales que utilizamos cotidianamente las personas pueden identificarse tres componentes o elementos diferenciados: unos principios causales, de carácter general, que establecen un marco en el cual realizar nuestras explicaciones causales, unas reglas de inferencia, que utilizamos para buscar las posibles causas de un fenómeno observado y nos conducen a fijarnos en ciertos antecedentes, y unas ideas o expectativas sobre cuáles son las causas más probables de ciertos hechos, extraídas de los conocimientos o saberse producto de nuestra experiencia anterior.⁸⁴

⁸⁴ ibid 78

Los principios generales de la causalidad serían los que menor interés tendrían para la enseñanza de la ciencia, ya que, de existir, serían unas leyes generales del pensamiento causal de las que las personas dispondríamos, posiblemente con un fuerte componente innato, que determinarían tanto nuestras búsquedas causales como nuestras ideas o teorías explicativas sobre cualquier tipo de fenómeno. Estas leyes generales de la causalidad incluirían principios tales como que la causa nunca puede suceder al efecto o que en condiciones causales constantes, se producen siempre los mismos efectos. Junto con la propia controversia teórica sobre su existencia y su posible carácter innato, los principios, aunque dan forma a los otros dos componentes, tienen escasa relevancia para la enseñanza de la ciencia, ya que, en cualquier caso, se hallan muy desarrollados a la edad de dos o tres años.

Se considera que se buscan las causas según ciertas reglas o criterios habitualmente usados en nuestro pensamiento causal. Cuando carecemos de expectativas determinadas sobre las causas de un fenómeno o cuando esas expectativas son muy débiles y ese es el caso de los alumnos ante muchas tareas tendemos a buscar esas causas siguiendo ciertas reglas de razonamiento que han sido abundantemente estudiadas por la filosofía occidental a partir de Hume y que, más recientemente, han sido investigadas con bastante detalle por los psicólogos evolutivos y cognitivos.⁸⁵

Aunque respetan los principios generales de la causalidad, estas reglas tienen una eficacia limitada y, de hecho no son asumidas hoy en casi ninguna tarea de teorización científica, sin embargo, resultan útiles en la vida cotidiana, ya que son de fácil aplicación y suelen conducir a explicaciones que, si no científicamente correctas, permiten una cierta predicción y control sobre los acontecimientos, que, como vimos anteriormente, es una de las funciones del pensamiento causal. Posteriormente se analizarán a detalle las reglas de inferencia causal habitualmente usadas por los alumnos en su búsqueda de explicaciones para los fenómenos científicos, ya que consideramos que estas reglas son el fundamento psicológico de lo que algunos autores han denominado

⁸⁵ *ibid* 97

la metodología de la superficialidad, origen de buena parte de las concepciones alternativas de los alumnos. Acabamos de señalar que las reglas de inferencia se utilizan para buscar causas a fenómenos contrarios a nuestras expectativas o para los cuales carecemos de explicaciones previas.

Los estudios más recientes sobre el pensamiento causal humano destacan cada vez más la importancia de las expectativas y de las teorías explicativas que las personas tenemos con respecto a los más diversos dominios. Esto mismo ha sucedido en el estudio de la comprensión de la ciencia por los alumnos, en el que el interés se ha centrado últimamente en sus concepciones alternativas, aunque no siempre se ha diferenciado entre sus teorías explicativas – por qué sucede algo- y sus expectativas- sé que algo sucede pero no sé por qué. Mientras que el conocimiento cotidiano – y las concepciones alternativas son en buena medida conocimiento cotidiano- es muchas veces descriptivo, el conocimiento científico debe ser explicativo. El cambio conceptual desde este punto de vista, implica también el paso de un tipo de conocimiento a otro, lo que trae consigo no solamente la sustitución de unas ideas por otras, sino el cambio de un tipo de conceptos a otros y la aparición de nuevas formas de representación y organización del conocimiento.

Como puede observarse, tanto las reglas de inferencia – entendidas como procedimientos para indagar en la realidad – como las ideas o teorías causales – esos conocimientos previos de los alumnos en los que según la posición constructivista debe basarse la enseñanza – constituyen núcleos esenciales de la educación científica. No se trata de privar uno en detrimento de otro, sino más bien de conocer la conexión que existe entre ellos y el modo en que unas – las reglas—y otras—las ideas adquieren y desarrollan.⁸⁶

En casi todas las áreas, incluida la enseñanza de la ciencia, los estudios sobre el pensamiento causal estuvieron centrados inicialmente en las reglas de razonamiento que usaban niños de distintas edades, para más adelante ir descubriendo la necesidad de estudiar también sus ideas causales, que no podían ser reducidas a aquellas. Esos estudios sobre el desarrollo de las reglas de

⁸⁶ *ibid* 97

inferencia causal en los niños, nos permite distinguir entre reglas simples (contigüidad espacial y temporal, semejanza y covariación simple) y reglas complejas (covariación múltiple, control de variable y correlación). La diferencia entre unas y otras no atiende tanto a criterios lógicos o formales como a criterios cuantitativos. Se considera solo un 50% de los adolescentes y adultos suelen utilizar el control de variables en tareas que lo requieren e incluso es menor el porcentaje de sujetos que usan un razonamiento correlacional para establecer las causas de un fenómeno.

Esta escasez en el uso de reglas causales complejas – o si se prefiere de estrategias de pensamiento formal – lleva aparejada una confianza en otras reglas más simples o superficiales. Dado que usar una regla compleja, como la correlación o el análisis sistemático de variables, es costoso desde un punto de vista cognitivo. La mayor parte de las personas adultos incluidos, seguimos confiando en otras reglas más simples que aunque potencialmente erróneas, son habitualmente eficaces.

Estas reglas de uso cotidiano, conocidas como heurísticos o reglas de andar por casa, por oposición al carácter algorítmico o sistemático de las reglas complejas, vendrían a coincidir básicamente con las leyes empiristas de la causalidad o reglas causales simples y serían el sustrato básico de la metodología de la superficialidad, utilizada por lo alumnos para inferir relaciones causales sobre los fenómenos científicos.

Una de las variables más determinantes en el uso que las personas hacemos de nuestras reglas de razonamiento parece ser el contenido de las tareas a las que las aplicamos. No razonamos causalmente igual en un área que en otra. La experiencia previa no solo nos proporciona conocimientos que guían nuestra búsqueda de causas sino también destrezas que incrementan nuestra capacidad cuantitativa de procesamiento, haciendo más fácil la aplicación de reglas más complejas.⁸⁷

Las principales limitaciones de los adolescentes con respecto a la comprensión de la ciencia se deberían no tanto a que no fueran capaces de

⁸⁷ *ibid* 97

razonar de modo complejo superando una búsqueda causal superficial, por ejemplo mediante un riguroso control de variables cuanto a carecer de teorías más elaboradas, alternativas a sus concepciones alternativas, sobre los fenómenos científicos – que les informen sobre qué variables hay que controlar y a su falta de destreza en utilizar los procedimientos de que disponen cuando hay que controlar variables.

En todo caso el cambio metodológico, entendido como una superación de esa metodología de la superficialidad, sería un complemento inseparable del cambio conceptual. Aunque la comprensión de los conceptos científicos sea un objetivo irrenunciable de la enseñanza de la ciencia, ya que sin esos conceptos es imposible un acercamiento científico a la realidad, no basta con promover en los alumnos un cambio conceptual si este no va acompañado de un cambio en las reglas usadas para inferir – o buscar causas – en situaciones nuevas. De poco valdría, si es que fuera posible, hacer accesibles a los alumnos las teorías científicas más avanzadas sin modificar también la metodología que utilizan para extraer nuevas causas. Esa metodología constituida por reglas de razonamiento cotidiano, se halla en el origen de las propias concepciones alternativas que, según algunos autores obstaculizan la comprensión de conceptos científicos. Si queremos que los alumnos comprendan mejor los hechos científicos es necesario acudir al origen de esas concepciones. Ya que de causalidad estamos hablando, de poco vale actuar sobre el efecto sin modificar la causa. El problema es que, en el caso del aprendizaje de la ciencia, todo parece indicar que conceptos y procedimientos se implican mutuamente, por lo que no es posible una enseñanza de la ciencia que prescindiera de uno de ellos.⁸⁸

Las corrientes de investigación actuales asumen, de que para enseñar ciencia hay que modificar las ideas de los alumnos, no basta con conocer estas – por importante y necesario que esto sea – sino que además es necesario acudir a sus orígenes, ya que de lo contrario eliminaríamos el síntoma pero no las causas. Dejando a un lado otro tipo de reflexiones sociológicas, epistemológicas y curriculares, aquí nos centraremos en los procesos cognitivos del alumno que

⁸⁸ *ibid* 97

favorecen la aparición de esas ideas. Existen un buen número de sugerencias sobre las causas psicológicas de que los alumnos tengan las ideas que tienen sobre los hechos científicos. Desde la predominancia de lo perceptivo o el uso de un razonamiento causal simple hasta la influencia de la cultura y la sociedad, canalizada especialmente a través del lenguaje, sin olvidar los efectos nocivos de ciertas formas de didáctica de la ciencia que a veces no solo no modifican las ideas previas de los alumnos sino que además generan nuevas ideas científicamente erróneas.

Todas las causas antes mencionadas pueden, a nuestro entender, clasificarse en tres grandes grupos, que originarían tres tipos de concepciones levemente diferenciadas, aunque en continua interacción:

a) concepciones espontáneas: se formarían en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a datos recogidos en el caso del mundo natural mediante procesos sensoriales y perceptivos.

b) concepciones transmitidas o inducidas; el origen de estas concepciones no estaría tanto dentro del alumno como en su entorno social, de cuyas ideas se impregnaría el alumno. La cultura es entre otras muchas cosas un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales, de modo que la educación y la socialización tendrían entre sus metas prioritarias la asimilación de esas creencias por parte de los individuos. Dado que el sistema educativo no es hoy el único vehículo – y a veces ni siquiera el más importante – de transmisión cultural, los alumnos accederían a las aulas con creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos.⁸⁹

c) concepciones analógicas: a pesar de la ubicuidad de las concepciones alternativas, existen algunas áreas de conocimiento con respecto a las cuales los alumnos carecerían de ideas específicas ya sea espontáneas o inducidas, por lo que para poder comprenderlas, se verían obligados a activar, por analogía, una concepción potencialmente útil para dar significado a ese dominio. Cuanto menos sea la conexión de un dominio con la vida cotidiana mayor será la probabilidad de

⁸⁹ *ibid* 97

que el alumno carezca de ideas específicas al respecto. De esta forma, la comprensión debe basarse en la formación de analogías, ya sea generadas por los propios alumnos o sugeridas a través de la enseñanza.

Esta distinción no implica que desde un punto de vista cognitivo las diferentes concepciones funcionen por separado. Así, por ejemplo, las analogías deben formarse a partir de concepciones ya existentes, normalmente formadas a través de las otras vías.

Del mismo modo, las concepciones socialmente inducidas deben ser asimiladas por cada persona en función de sus conocimientos previos, en los cuales obviamente las concepciones espontáneas desempeñan una función primordial. Por ello, aunque expondremos por separado las características de cada uno de estos tipos de concepciones, lo haremos buscando también su conexión.

En su comprensión de los fenómenos químicos los alumnos buscan explicaciones a los cambios aparentes pero no a los estados, lo que les impide comprender conceptos como el de reacción química.

La asimetría establecida por los alumnos entre los estados - que no precisan explicación - y los cambios que deben ser explicados - es común a nuestro pensamiento cotidiano. De hecho podríamos decir que las personas tendemos a no hacer demasiadas indagaciones causales sobre lo que nos parece normal o natural. Solemos poner en marcha nuestras reglas de búsqueda causal cuando nos encontramos con un hecho sorprendente e inesperado, con algo nuevo. Adquirir una actitud científica es en parte aprender a hacerse preguntas sobre el estado de las cosas, sobre lo normal y cotidiano.⁹⁰

El centrarse en los cambios más que en los estados supone para los alumnos una importante limitación para construir algunos de los esquemas esenciales para la comprensión de la ciencia, como son las nociones de conservación y equilibrio. Todo cambio implica a un tiempo transformación y conservación y la comprensión de una relación causal implica captar la relación entre ambos. Difícilmente van a comprender los alumnos lo que se conserva si se

⁹⁰ *ibid* 97

fijan solo en los que se transforma. Y así también se dificulta la comprensión de nociones de equilibrio, basadas en principios de acción y reacción, relación entre estados sucesivos que, más allá de ciertas transformaciones, mantienen o conservan un cierto equilibrio. Sin entender estas nociones no es posible por ejemplo, comprender el concepto de reacción química.

Junto a este principio general, que se refiere a cuándo hay que explicar algo, existen otras reglas más específicas que vendrían a informar sobre cuáles son las causas más probables de un hecho. Una primera regla sería accesibilidad, correspondiente al heurístico del mismo nombre enunciado por Tversky y Kahneman. De acuerdo con esta regla, dado un efecto tenderemos a atribuirlo a aquella causa que resulte más accesible a nuestra memoria, es decir que recuperemos con mayor facilidad. Aunque las leyes y procesos que rigen la recuperación de la información de nuestra memoria son muy complejos, a efectos de la presente exposición podemos destacar tres factores que influyen en la facilidad de recuperación de una idea, hecho o principio de nuestra memoria.

En primer lugar, recuperaremos un dato o una idea cuanto más recientemente la hayamos procesado o utilizado. Si ayer se rompió un cristal a causa de un portazo, es probable que si se rompe ahora otro cristal lo atribuya a la misma causa, siempre que ello no vaya en contra del resto de las reglas de inferencia. Este efecto de recencia en la recuperación de información de la memoria a largo plazo le confiere una cierta contemporaneidad a las concepciones del alumno, que en algunos casos cobran significado en la realidad social inmediata.⁹¹ Este efecto se complementa con otro de frecuencia, según el cual propondremos más probablemente aquellas causas a las que recurrimos un mayor número de veces. En otras palabras, cada vez que atribuyo un hecho a una causa, aumento la probabilidad de volver a recurrir a esa causa. Dado que la experiencia cotidiana de todas las personas no es exactamente igual, este factor puede producir ciertas diferencias individuales en la explicación causal, en función de nuestra pericia en un área. Por último, un tercer factor que afecta a la probabilidad de recuperación de una información es el grado en que esa información es

⁹¹ ibid 78

destacada o sobresaliente. La sapiencia de la información depende especialmente de la forma en que la recibimos y procesamos. Numerosos estudios han mostrado que en las personas adultas la información percibida directamente por ejemplo, ver un accidente de tráfico o sufrir un atraco afecta más a la persona que la información más abstracta, codificada conceptualmente – por ejemplo – estadísticas sobre el número de accidentes de tráfico o de atracos, de tal forma que es la información más vivida la que se recupera más fácilmente, incrementando la probabilidad subjetiva de que ese fenómeno vuelva a ocurrir. Este efecto vendría a mostrar que las representaciones más abstractas se recuperan más difícilmente que las más concretas en contextos concretos y obviamente se vería incrementado en el caso de los niños y de las personas poco instruidas, ya que una de las funciones de la educación parece fomentar los sistemas de representaciones más abstractos.

En la comprensión de la ciencia por los alumnos se ha destacado repetidamente que sus concepciones se centran casi exclusivamente en lo observable, que su pensamiento está dominado por lo perceptible. Así la luz solo existe cuando sus efectos son observables, los rozamientos no se conciben como fuerzas y los gases tienen propiedades cuando están coloreados, pero no cuando no son visibles. De esta forma los alumnos parecen partir de una regla basada en la accesibilidad, que afirmaríamos algo así como que lo que no se percibe, no se concibe, encontrándonos ante un caso más de *decalage vertical*, tal como lo define Piaget. La construcción del conocimiento supondría así una superación progresiva de las apariencias proporcionadas por diferentes formas de representación, desde la no conservación del objeto permanente en los bebés – que funcionaría mediante una regla fuera de la vista, fuera de la mente – o la superación de los engaños perceptivos propios del periodo preoperacional mediante las conservaciones observables y finalmente la construcción de las conservaciones no observables.⁹²

Además del heurístico de accesibilidad, Tversky y Kahneman formulan un segundo heurístico, que ellos denominan representatividad y al que nosotros

⁹² *ibid* 97

recurriendo a la terminología clásica de Hume – nos referiremos como regla de semejanza. Dejando a un lado otras situaciones en las que las personas aplicamos esta regla, en nuestros análisis causales tendemos a creer que existe una semejanza básica entre las causas y los efectos, por lo que ante un efecto novedoso tendemos a buscar causas similares a él en algunos aspectos. Una de las implicaciones de esta regla es que las personas tendemos a creer que existe una semejanza entre los hechos y los modelos que los explican.

Una consecuencia de esta regla será que tenderemos a atribuirle a la realidad desconocida las propiedades de los modelos conocidos o más accesibles. Así los niños e incluso los adultos tendemos a atribuir propiedades animistas al mundo inanimado o, en el área de biología, a explicar la conducta de los organismos con criterios antropocéntricos, atribuyéndoles intenciones y metas similares a las que atribuimos a nuestra propia conducta y a la de los demás. Pero esta regla de semejanza tiene una segunda consecuencia sobre nuestros juicios causales. Además de creer en ocasiones que las causas son de la misma naturaleza que los efectos observados, tendemos a creer muchas veces que existe una semejanza o correspondencia cuantitativa entre ambas. Así, un cambio cuantitativo del efecto se debe corresponder con un cambio cuantitativo similar en la causa y viceversa.

Esta creencia en la relación cuantitativa entre causa y efecto afecta al razonamiento causal de los alumnos de otra forma. Según la teoría de la atribución causal de Kelley, las personas dispondríamos de esquemas causales simples y múltiples, pero sólo utilizaríamos estos últimos cuando la intensidad del efecto fuera muy alta, ya que supondríamos que esa intensidad se debería a la concurrencia de varias causas y no a la acción de una sola. La mayor parte de los autores coinciden en señalar que el razonamiento espontáneo de los alumnos sobre fenómenos científicos se basa en una causalidad lineal y simple.⁹³

Otra de las reglas habituales en el razonamiento causal cotidiano de los alumnos es la contigüidad espacial entre causa y efecto. La causa debe estar próxima, sino en contacto directo con el efecto. Aunque en algunos dominios podemos admitir la

93 ibid 97

causalidad indirecta o mediada, tendemos a buscar las causas cerca o en contacto con los efectos, o, en palabras de Andersson, cuanto más cerca, mayor es el efecto.

La regla de contigüidad temporal entre causa y efecto, según la cual no sólo estaría próximos en el espacio sino también en el tiempo. Aunque el horizonte temporal del alumno va aumentando con la edad de tal forma que progresivamente va representándose periodos de tiempo más largos, hay una tendencia a buscar las causas de los hechos en los fenómenos inmediatamente anteriores a los efectos. Esta tendencia suele ser útil en la causalidad mecánica pero plantea dificultades cuando los fenómenos que deben explicarse se inscriben en periodos notablemente largos.

Una última regla tiene que ver con el uso que las personas hacemos de la covariación. La covariación entre dos hechos, por sistemática que sea, no implica una relación causal entre ellos, las personas, alumnos incluidos, tendemos a atribuir causalidad a los hechos que suceden sistemáticamente juntos. En su forma más elemental, una simple concurrencia entre dos hechos puede bastarnos para establecer una conexión causal entre ellos. Las dificultades que muestran los alumnos para controlar variables, debidas sobre todo a problemas conceptuales y metacognitivos, están relacionadas con la dificultad de usar explicaciones causales múltiples y con la de analizar covariaciones múltiples en lugar de simples concurrencias. De entre los métodos de razonamiento científico, el razonamiento correlacional es probablemente uno de los menos desarrollados no solo entre los alumnos adolescentes sino también entre los adultos universitarios, estando sujeto a múltiples limitaciones y deficiencias. Dada la complejidad de hacer un análisis correlacional o un análisis de covariación múltiple, tendemos a confiar, por razones pragmáticas, en una regla más sencilla y superficial como es la regla de covariación simple entre un hecho y un antecedente, aunque la verdadera causa fluya muchas veces por debajo de esa superficie en la que se quedan muchos análisis causales, basadas en las reglas que acabamos de describir.⁹⁴

94 ibid 78

A pesar de la importancia de estas reglas, posiblemente no agoten todas las que los alumnos utilizan en su razonamiento cotidiano para formar sus concepciones espontáneas. Para promover un verdadero cambio conceptual hay que conocer los procesos causales de las concepciones de los alumnos. Según el análisis que hemos realizado las reglas de inferencia causal determinarían en gran medida los contenidos de las ideas de los alumnos, además de condicionar su estructura. La necesidad de un cambio conceptual y metodológico en los alumnos requiere un conocimiento más detallado de los métodos mediante los cuales los alumnos elaboran sus concepciones, para así promover el uso alternativo de procedimientos científicos más rigurosos que vayan más allá del análisis causal proporcionado por las reglas intuitivas.

Concepciones inducidas

El hecho de entender las ideas de los alumnos como constructor personales no debe hacernos olvidar que su construcción tiene lugar en un contexto social que induce o favorece cierto tipo de ideas. Los alumnos no construyen sus conocimientos aislados de la sociedad, sino que elaboran su conocimiento en un contexto cultural determinado. Entre las fuentes socioculturales del conocimiento del alumno cabe destacar no sólo la familia y el sistema educativo sino también la creciente influencia de los medios de comunicación en la formación de las concepciones a través de la divulgación científica.

A pesar de que la mayor parte de las investigaciones sobre comprensión de la ciencia centran su análisis en el alumno individual, los estudios en este campo no han sido ajenos a esta influencia, sociocultural. Diversos autores destacan como una de las fuentes de las ideas de los alumnos la influencia del medio cultural, transmitida esencialmente a través del lenguaje. Muchos de los términos científicos poseen un significado bien diferente en el lenguaje cotidiano, por lo que la enseñanza de esos conceptos debería partir de un conocimiento de los significados culturalmente compartidos y transmitidos a través del lenguaje.⁹⁵

La mayor parte de estos estudios parten de la idea de que el lenguaje

⁹⁵ *ibid* 78

constituye un observable de los procesos cognitivos y de las influencias culturales y suelen recurrir a técnicas sencillas basadas en asociación de palabras, o en definición de términos. A través de estas u otras técnicas similares se obtiene el significado que para los alumnos poseen, previamente a la instrucción, ciertos términos y se diseñan procedimientos para acercar ese significado al científicamente aceptado, para lo cual es preciso determinar previamente las diferencias entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico.

Sin embargo, aun cuando existen algunos análisis de las relaciones entre pensamiento y lenguaje en la comprensión de la ciencia, estas relaciones son bastante más complejas de lo que estos estudios parecen suponer. Difícilmente el lenguaje puede considerarse hoy un observable de los procesos cognitivos ni reducirse, como hacen estos estudios a sus aspectos semánticos. Lo que en realidad parecen abordar estos trabajos es el campo semántico de las categorías de sentido común o categorías naturales en la terminología de la psicología cognitiva con las que los alumnos acceden al aula. Los datos obtenidos son muy relevantes, ya que muestran el diferente significado que para los alumnos tienen, en ciertos contextos, los términos usados por la ciencia. Sin embargo es difícil explicar estos resultados por la influencia única del lenguaje. Esos diversos significados serían el producto de distintas micro culturas constituidas por conjuntos de experiencias o prácticas cotidianas, junto con las ideas transmitidas a través de la familia y los medios de comunicación social. Siguiendo el curso de este argumento, llegaríamos a definir la fuente social de las concepciones de los alumnos no sólo a través del lenguaje sino también de otros procesos y estructuras – familia, medios de comunicación, escuela – que organizan la acción social.⁹⁷

Sin duda, a pesar de todas las críticas que recibe y de las limitaciones a que está sometida, la enseñanza de la ciencia proporciona una buena cantidad de conocimientos e ideas de los alumnos. Estas concepciones inducidas por el sistema educativo son, sin embargo asimiladas por los alumnos a sus

97 *ibid* 97

concepciones preexistentes produciéndose diversos tipos de interacción entre el nuevo conocimiento y las concepciones previas.

Concepciones análogas:

Se discute a veces si los alumnos, o las personas en general, disponemos de concepciones previas sobre cualquier fenómeno o si, por el contrario, hay algunos dominios en los que las personas carecemos de ideas, por lo que podríamos aprender en ellos siguiendo el modelo de *tabula rasa*. Desde el punto de vista de la psicología cognitiva es imposible comprender algo sin activar alguna idea o esquema en la que asimilar la nueva información, pero ello no significa que dispongamos de ideas específicas para todos los dominios. Lo que solemos hacer ante un dominio nuevo es activar, por analogía o similitud, un esquema o una idea correspondiente a otro dominio que nos sirve para comprender la nueva situación. Aunque no se haya estudiado aún de un modo exhaustivo hay ya un cierto número de trabajos recientes sobre la forma en que las personas formamos este tipo de analogías, e incluso unos pocos trabajos sobre el uso de las analogías en la comprensión de conceptos científicos. Según Holland “la utilidad de una analogía depende del reconocimiento y explotación de alguna similitud significativa entre la situación presente y la fuente de la analogía. Las preguntas fundamentales con respecto a la analogía se refieren de hecho a cómo puede reconocerse esa similitud significativa. Aparentemente en los estudios sobre formación de analogías se observa que las personas con poco conocimiento en un área tienden a buscar esa similitud en un nivel más superficial, ligado a los aspectos perceptivos o inmediatos de la situación, que estructural o profundo. Un reciente estudio sugiere que las analogías basadas en similitudes superficiales - supuestamente las más usadas de modo espontáneo por los alumnos - tienen menor capacidad de generalización que las analogías estructurales o conceptuales, por lo que el uso de analogías espontáneas por los alumnos puede tener un efecto limitado sobre su comprensión de la ciencia.”⁹⁶

Uno de los recursos didácticos para el cambio conceptual podría ser de hecho el aprovechamiento de la instrucción a través de modelos y analogías.

⁹⁶ *ibid* 97

Este uso tendría una doble vertiente: proporcionar a los alumnos modelos o analogías ya formadas para la comprensión de dominios nuevos y formarles en la generación espontánea de analogías. En el primer caso – el más común en la didáctica y en la investigación sobre enseñanza de la ciencia, se trataría de buscar un esquema o idea ya presente en la mente del alumno. En este caso es fundamental destacar no sólo la similitud sino también las diferencias, para evitar una transposición literal del modelo. De hecho, este uso didáctico de los modelos suele acarrear a medio plazo errores conceptuales en los alumnos debido a la dificultad de superar la propia metáfora que supone el modelo.

El segundo uso didáctico de la analogía es más complejo y aunque existe una buena tradición de estudios de laboratorio sobre la formación espontánea de analogías útiles a los alumnos sino de ayudarles a formarlas por si mismos de tal forma que la analogía se convierta en una estrategia de aprendizaje. Para ello es preciso que el alumno active, de entre sus conocimientos, una idea o concepción que le permita captar los rasgos esenciales de una situación nueva. De hecho esto es lo que hacen habitualmente los alumnos cuando quieren entender algo, pero lo hacen de un modo no deliberado y basándose muchas veces en rasgos irrelevantes de la situación. ⁹⁷

97. J. I. Pozo, M.A.Gomez Crespo, M.Limon, A. Sanz Serrano. Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre química. Ci.D.E. pag. 27-84.

IV METODOLOGIA

4.1 METODO

La finalidad de esta investigación es realizar un estudio sobre algunas de las ideas previas de los alumnos de química 2 de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica del Instituto Politécnico Nacional, con respecto a como elabora sus conceptos básicos de química y como poder determinar si estas ideas previas interfieren en los procesos de aprendizaje de conceptos más elaborados de esta disciplina. Y a su vez que esto nos permita establecer un análisis de una pedagogía, que permita un aprendizaje significativo de conceptos básicos relacionados con la disciplina.

El termino metodología designa el modo en que enfocamos los problemas y buscamos las respuestas en las ciencias sociales se aplica a la manera de realizar investigación. En las ciencias sociales han prevalecido dos perspectivas teoricas principales, la primera, el positivismo y la segunda.perspectiva teórica principal la describimos como fenomenologia . el fenomenólogo quiere entender los fenómenos sociales desde la propia perspectiva del actor. Examina el modo en que se experimenta el mundo. La realidad que importa es lo que las personas perciben como importante. El fenomenólogo busca comprensión por medio de métodos cualitativos tales como la observación participante, la entrevista a profundidad y otros, que generan datos descriptivos. El fenomenólogo lucha por lo que Max Weber denomina verstehen, esto es, comprensión en un nivel personal de los motivos y creencias que están detrás de las acciones de la gente.

Las raíces de la fenomenologia hay que situarlas en la escuela de pensamiento filosófico creada por Husserl en los primeros años del siglo XX. Según Husserl, la tarea de la filosofía fenomenologica es construir a la filosofía como una ciencia rigurosa, de acuerdo con el modelo de las ciencias físico naturales del siglo XIX pero diferenciándose de esta por su carácter puramente contemplativo.

Como diferencia fundamental de la investigación fenomenológica, frente a otras corrientes de investigación cualitativa, destaca el énfasis sobre lo individual y

sobre la experiencia subjetiva: la fenomenología es la investigación sistemática de la subjetividad.

Para Van Manen , el sentido y las tareas de la investigación fenomenológica se pueden resumir en los siguientes ocho puntos:

1.- La investigación fenomenológica es el estudio de la experiencia vital, del mundo de la vida, de la cotidianidad. Lo cotidiano, en sentido fenomenológico, es la experiencia no conceptualizada o categorizada.

2.- La investigación fenomenológica es la explicación de los fenómenos dados a la conciencia. Ser consciente implica una transitividad, una intencionalidad. Toda conciencia es conciencia de algo.

3.- La investigación fenomenológica es el estudio de las esencias. La fenomenología se cuestiona por la verdadera naturaleza de los fenómenos. La esencia de un fenómeno es un universal, es intento sistemático de desvelar las estructuras significativas internas del mundo de la vida.

4.- La investigación fenomenológica es la descripción de los significados vividos existenciales. La fenomenología procura explicar los significados en los que estamos inmersos en nuestra vida cotidiana, y no las relaciones estadísticas a partir de una serie de variables, el predominio de tales o cuales opiniones sociales, o la frecuencia de algunos comportamientos.

5.- La investigación fenomenológica es el estudio científico-humano de los fenómenos. La fenomenología puede considerarse ciencia en sentido amplio, es decir, un saber sistemático, explícito, autocrítica e intersubjetivo.

6.- La investigación fenomenológica es la práctica atenta de las meditaciones. Este estudio del pensamiento tiene que ser útil e iluminar la práctica de la educación de todos los días.

7.- La investigación fenomenológica es la exploración del significado del ser humano. En otras palabras: qué es ser en el mundo, qué quiere decir ser hombre, mujer o niño en el conjunto de su mundo de la vida, de su entorno sociocultural.

8.- La investigación fenomenológica es el pensar sobre la experiencia originaria.

En definitiva, la fenomenología busca conocer los significados que los individuos dan a su experiencia, lo importante es aprehender el proceso de interpretación por el que la gente define su mundo y actúa en consecuencia. El fenomenólogo intenta ver las cosas desde el punto de vista de otras personas, describiendo, comprendiendo e interpretando.

Como destaca Mélich la fenomenología trata de desvelar qué elementos resultan imprescindibles para que un proceso educativo pueda ser calificado como tal y qué relación se establece entre ellos. El resultado de un estudio fenomenológico es una narración que dibuja un modelo, una descripción de las invariantes estructurales de un determinado tipo de experiencia.

Al analizar distintas aproximaciones al estudio de las prácticas en la educación permanente, Apps presenta el método fenomenológico, siguiendo las aportaciones de Spiegelberg, como el desarrollo de seis fases: 1) descripción del fenómeno, 2) búsqueda de múltiples perspectivas, 3) búsqueda de la esencia y la estructura, 4) constitución de la significación, 5) suspensión de enjuiciamiento, y 6) interpretación del fenómeno.

La fase de la descripción supone partir de la experiencia concreta y describirla de la manera más libre y rica posible, sin entrar en clasificaciones o categorizaciones, pero trascendiendo lo meramente superficial. Al reflexionar sobre los acontecimientos, situaciones o fenómenos, se pueden obtener distintas visiones: la del investigador, la de los participantes, la de los agentes externos. Se trata de obtener toda la información posible desde diferentes perspectivas y fuentes, incluso cuando son contradictorias.

A lo largo de la tercera fase, a partir de la reflexión, el investigador intenta captar las estructuras del hecho, actividad o fenómeno objeto de estudio, y las relaciones entre las estructuras y dentro de las mismas. Es el momento de encajar las piezas del puzzle. Establecer categorías y las relaciones existentes entre ellas.

Durante la constitución de la significación (cuarta fase), el investigador profundiza más en el examen de la estructura centrándose en como se forma la estructura de un fenómeno determinado en la conciencia.

La quinta fase se caracteriza por la suspensión de los juicios mientras se recoge información y el investigador se va familiarizando con el fenómeno objeto de estudio. Se trata de distanciarse de la actividad para poder contemplarla con libertad, sin las construcciones teóricas o las creencias que determinen una manera u otra de percibir.

Por último, en la fase de interpretación, se trata de sacar a la luz los significados ocultos, tratar de extraer de la reflexión una significación que profundice por debajo de los significados superficiales y obvios presentados por la información acumulada a lo largo del proceso.

No obstante debemos ser conscientes de la diversidad metodológica que se da en el seno de la aproximación fenomenológica. En este sentido Cohen y Omery presentan tres corrientes fundamentales : la descriptiva (representada por Husserl o la escuela desarrollada en el entorno de la Universidad de Duquesne), la interpretativa (representada por la hermenéutica heideggeriana) o una combinación de ambas (representada por la fenomenología alemana o escuela de Utrecht)

Una buena forma de conocer el método fenomenológico es a través del análisis de las investigaciones que se han realizado con el mismo, sobre todo aquellas que explicitan de forma clara el proceso metodológico seguido.

El método fenomenológico ha realizado importantes aportaciones a la corriente cualitativa en la investigación educativa, en este sentido Amal, Del Rincón y La Torre las concretan en:

a) La primacía que otorga a la experiencia subjetiva inmediata como base para el conocimiento.

b) El estudio de los fenómenos desde la perspectiva de los sujetos, teniendo en cuenta su marco referencial, y

c) Su interés por conocer cómo las personas experimentan e interpretan el mundo social que construyen en interacción.⁹⁸

98 Gregorio Rodríguez Gómez Javier Gil Flores .Metodología de la investigación cualitativa. PP. 185-196

Para Husserl, la fenomenología es un método que intenta entender de forma inmediata el mundo del hombre, mediante una visión intelectual basada en la intuición de la cosa misma, es decir, el conocimiento se adquiere validamente a través de la intuición que conduce a los datos inmediatos y originarios. Este conocimiento intuitivo reproduce objetos de lógica pura, objetos lógicos u objetos del pensamiento que son esencias puras (eide). La filosofía es una ciencia eidética, que describe las esencias puras y la fenomenología es la ciencia descriptiva de las esencias de la conciencia pura. Por lo tanto la fenomenología es un método, que llamamos fenomenológico a un método que entiende inmediatamente el mundo vital del hombre mediante una interpretación totalitaria de las situaciones cotidianas. El fenomenólogo es en consecuencia, un científico que participa él mismo en este mundo vital por sus experiencias cotidianas, las cuales son valoradas por él para su trabajo científico... O sea que el fenomenólogo toma totalmente en serio sus vivencias cotidianas como objeto de la ciencia, y por ello llega a enunciados que de otro modo serían imposibles para la ciencia. El método fenomenológico conoce por medio de la percepción cotidiana y que cada percepción es un objeto lógico; pero tales percepciones no son ahistoricas, de una vez y para siempre, sino que corresponden al objeto percibido en el momento, el cual es un fenómeno presente. ¿Qué se entiende por fenómeno presente? "Una percepción no es, así, un fenómeno instantáneo, sino que abarca cierta duración: el presente y el presente que acaba de pasar. Una percepción presente está hecha del surgimiento del presente y de su retroceso, retroceso inmediato, sí, pero cuya resonancia ulterior es indefinida. Sin cesar aparecen nuevos momentos ulteriores hacen retroceder y retienen y aún contienen. La experiencia original del tiempo no es de una sucesión, sino de un tránsito continuo, de un flujo. Ahora bien, quien dice flujo renuncia por ello mismo a todo elemento de estabilidad. Nada es fijo nada es permanente; todo es fluente y pasa."⁹⁹

El fenómeno presente es el objeto de reflexión de las vivencias reflejadas en la conciencia. Ahora bien, entre la vivencia reflejada en la conciencia y la

⁹⁹ Diccionario filosófico pp. 1712 - 1717

reflexión sobre el objeto se interpone la "epoje" que literalmente significa suspensión del juicio. ¿Qué significa la suspensión del juicio, es decir, la abstracción de realizar una operación lógica?. Significa que la opinión que siempre emitimos sobre cualquier objeto con la simple percepción. Debemos abstenemos de hacerlo, ponerlo entre paréntesis, para ver la problemática que encierra el objeto sobre el cual, la opinión inmediata parecía encerrarlo todo.

La "epoje", también identificada como la reducción fenomenológica, es el paréntesis entre lo obvio de la percepción inmediata y la problemática de lo aparentemente obvio. Es la abstracción de opinar sobre lo inmediato para pasar a reflexionar sobre ello.

En ese momento, ese instante que separa la percepción de la reflexión. Esto nos lleva a identificar el método fenomenológico como un método individualista, su fuerza radica en el carácter de ser una ciencia de la vida que acumula experiencias personales de cada momento. Por lo tanto, el método fenomenológico no hace afirmaciones de validez supratemporal, sino que los enunciados son validos para determinado tiempo y espacio, pero además tiene la validez universal de la vivencia individual, es decir, es universalmente aceptable que esa vivencia es así, para ese individuo. Al ser un método individual, derivado de las experiencias de la vida particular, de experiencias personales de la vida, los conocimientos sobre esas experiencias no pueden ser estandarizables y por ende tampoco pueden ser accesibles a cualquier investigador social; ya que la comprobación ínter subjetiva de los enunciados fenomenológicos se hace a través de la vivencia propia; de la interpretación de las otras vivencias a partir de la propia. Es decir, yo entiendo las otras vivencias desde lo universal que pueden ser las mías mediante la interpretación. Mi comprobación es así, una comprobación hermeneutica.

Para Husserl según Freud: las ciencias humanas tienen por objeto el análisis de la persona y de la comunidad, pero no como una psicología interindividual, sino como una dimensión sui generis de existencia humana, caracterizada por el entorno y por la relación mutua entre los seres.

Estas particularidades no son mas que planteamientos bastante amplios de la metodología postulada por la fenomenología husserliana, su pensamiento filosófico es mucho más vasto que la intención de síntesis aquí expuesta.¹⁰⁰

Por lo tanto, el propósito de los fenomenólogos consiste en el retorno a las cosas mismas, yendo más allá de la verborrea de los filósofos y de sus sistemas carentes de fundamento real. Para llevar a cabo esta tarea, habrá que partir de datos indudables, que sirvan de base para construir después el edificio filosófico.

En suma, hay que buscar evidencias estables como cimiento de la filosofía: sin evidencias no habrá ciencia, afirma Husserl en las investigaciones lógicas. Los límites de la evidencia apodíctica constituyen los límites de nuestro saber. Por lo tanto, hemos de buscar cosas que resulten tan manifiestas, fenómenos que sean tan evidentes que sea imposible negarlos.

Tal es el intento fundamental de la fenomenología, que los fenomenólogos tratan de llevar a cabo a través de la descripción de los fenómenos que se anuncian y se presentan ante la conciencia después de haber realizado la *epoché*: una vez que se han colocado entre paréntesis nuestras convicciones filosóficas, los resultados de las ciencias y las persuasiones que se hallan arraigadas en aquella actitud natural que nos obliga a creer en la existencia de un mundo de cosas. En otras palabras, es necesario suspender el juicio sobre todo lo que no es apodíctico o incontrovertible, hasta que se logren hallar aquellos datos que resistan a los reiterados embates de la *epoché*. Este punto de llegada de la *epoché*, el residuo fenomenológico – como lo denominara Husserl – se encuentra en la conciencia, según los fenomenólogos. La existencia de la conciencia en algo inmediatamente evidente.

A partir de dicha evidencia, los fenomenólogos tratan de describir los modos típicos en que las cosas y los hechos se presentan ante la conciencia, modos típicos que constituyen las esencias eidéticas. La fenomenología no es una ciencia de hechos, sino de esencias. Al fenomenólogo no le interesa el análisis de esta norma moral o de aquella sino le interesa comprender porque esta norma o aquella son morales. Sin duda, el fenomenólogo también realizara análisis más

específicos sobre aquello que caracteriza esencialmente, por ejemplo, el pudor, la santidad, el amor, la justicia, el remordimiento o los tipos de sociedad, pero en todos los casos su ciencia es una ciencia de esencias. Estas esencias se convierten en objeto de estudio cuando el investigador, colocándose en la situación de espectador desinteresado, se libera de las opiniones preconcebidas y sin dejarse arrastrar por la banalidad o lo obvio, sabe ver y logra intuir (y describir) aquello universal por lo cual un hecho es de una manera y no de otra.

La fenomenología aspira a ser precisamente esto: una ciencia con un fundamento estable, dedicada al análisis y a la descripción de las esencias. Sobre esta base podemos entender por qué se distingue la fenomenología de un análisis psicológico o de un análisis científico. A diferencia del psicólogo el fenomenólogo no maneja datos de hechos, sino esencias; no estudia hechos particulares, sino ideas universales; no se interesa por la conducta moral de es ya persona o de aquella, sino que pretende conocer la esencia de la moralidad y comprobar quizás si la moral es o no un fruto del resentimiento. El fenomenólogo, en definitiva, realiza funciones muy distintas a las de los científicos. La conciencia es intencional, siempre es conciencia de algo que se presenta de un modo típico: el análisis de estos modos típicos es la tarea propia del fenomenólogo, que se pregunta e indaga acerca de qué es lo que la conciencia trascendental entiende por amor, percepción, religiosidad, justicia, comunidad, simpatía y así sucesivamente.

En este punto la fenomenología podía tomar dos posibles direcciones: una de tipo idealista, y la otra realista. Husserl recorrerá la senda del idealismo. Así el pensador que estableció como programa de la fenomenología el retorno a las cosas mismas, acabará encontrándose con aquella única realidad que esta representada por la conciencia: la conciencia trascendental y que constituye los significados de las cosas, de las acciones, de las instituciones y el sentido del mundo. Téngase presente que aquí trascendental quiere decir, en sentido kantiano, aquello que está en nuestra conciencia en la medida en que es

independiente de la sensibilidad, y por lo tanto a priori, pero se encuentra funcionalmente ordenado a la constitución de la experiencia.

La fenomenología nace con Husserl como una polémica antipsicologista, y una de las ideas fundamentales de Husserl y de la fenomenología es la de la intencionalidad de la conciencia.

La proposición en sí es el puro significado lógico de un enunciado y no depende del hecho de que sea expresado o pensado. La verdad en sí es la que brinda cualquier proposición válida, haya sido o no expresada o pensada. Por tanto, la validez de un principio lógico como el de contradicción por ejemplo, continua existiendo pensemos o no en dicho principio, lo expresemos de palabra o por escrito, o no lo expresemos en absoluto.

Husserl afirma que las leyes lógicas son rigurosamente universales y necesarias, y por esta razón no pueden depender de las leyes psicológicas, que no son en absoluto necesarias, porque constituyen generalizaciones obtenidas por inducción. Husserl escribe: "Los hechos de conciencia son singularidades reales, determinadas temporalmente, que surgen y desaparecen. No obstante, la verdad es eterna, o más bien, es una idea y como tal, supratemporal." Por ejemplo, el principio de no contradicción no es una conjetura inductiva, sino una verdad universal y necesaria. Con esto llegamos a la noción de lógica pura.

Hay verdades fácticas y verdades universales y necesarias. Estas últimas son las verdades lógicas, son comunes a todas las ciencias. Cada ciencia en particular tiene sus propias premisas, que le sirven para organizar sus argumentaciones y demostraciones. Sin embargo, para que sean válidas tales argumentaciones es válida cuando las premisas son verdaderas y la deducción es correcta. Por ello, la lógica pura es "la teoría de las teorías, las ciencias de las ciencias."

Las proposiciones universales y necesarias son condiciones que hacen posible una teoría, y se distinguen con respecto a las proposiciones que se obtienen inductivamente a partir de la experiencia. Husserl está convencido de que nuestro conocimiento comienza con la experiencia de cosas existentes, de hechos. La experiencia nos ofrece de forma continuada datos de hecho, sobre los cuales nos afanamos en la vida cotidiana y de los cuales se ocupa la ciencia

también un hecho es lo que sucede aquí y ahora; un hecho es algo contingente, podría existir o no existir. A través del hecho siempre se capta una esencia. Lo individual se anuncia a la conciencia mediante lo universal. Cuando la conciencia capta un hecho aquí y ahora, también capta la esencia. Por lo tanto las esencias son los modos típicos en que aparecen los fenómenos. El conocimiento de las esencias no es un conocimiento mediato, que se obtenga a través de la abstracción o la comparación de varios hechos: para comparar varios hechos es preciso haber captado ya una esencia, un aspecto según el cual tales hechos son semejantes. El conocimiento de las esencias es una intuición. Se trata de una intuición diferente de aquella que nos permite captar los hechos particulares. Es lo que Husserl llama intuición eidética o intuición de la esencia. Se trata de un conocimiento distinto al que es propio del hecho. Los hechos singulares son casos de esencias eidéticas. Estas no son por lo tanto, objetos misteriosos o evanescentes. Es verdad que únicamente los hechos particulares son reales y que los universales no son reales, a diferencia de los hechos particulares.

La fenomenología pretende ser ciencia de esencias y no de datos de hechos. Es fenomenología, ciencia de los fenómenos, pero su finalidad reside en describir los modos típicos a través de los cuales los fenómenos se presentan a la conciencia. En consecuencia la fenomenología es ciencia de experiencia, pero no de datos de hecho. Los objetos de la fenomenología son las esencias de los datos de hecho, son los universales que intuye la conciencia cuando los fenómenos se presentan ante ella. En esto consiste la reducción eidética: en la intuición de las esencias, cuando en la descripción del fenómeno que aparece ante la conciencia sabemos prescindir de los aspectos empíricos y de las preocupaciones que nos ligan a ellos.¹⁰¹

La fenomenología, pues es la ciencia de las esencias, de los modos típicos en que aparecen y se manifiestan los fenómenos ante la conciencia, cuya característica fundamental es la intencionalidad. En efecto la conciencia es siempre conciencia de algo. Cuando percibo, imagino, pienso o recuerdo algo. Esto demuestra, dice Husserl que la distinción entre sujeto y objeto es algo

101 *ibid* 99

inmediatamente dado: el sujeto es un "yo" capaz de realizar actos de conciencia, por ejemplo, percibir, imaginar, juzgar o recordar; el objeto, en cambio, es aquello que se manifiesta en estos actos: cuerpos coloreados, imágenes, pensamientos, recuerdos.

Por lo tanto, la conciencia es intencional. Husserl escribe "La intencionalidad es aquello que caracteriza la conciencia de un modo cargado de contenido". En Husserl el carácter intencional de la conciencia no implica por sí mismo una concepción realista. En otras palabras: la conciencia se refiere a otro, pero esto no significa que este otro exista de veras fuera de mí. En suma la intencionalidad de la conciencia no prejuzga la controversia entre realismo e idealismo.

Lo que cuenta, en cambio, es describir aquello que efectivamente aparece ante la conciencia, lo que se manifiesta en ella y dentro de los límites en que se manifiesta.

Por consiguiente, el principio de todos los principios que Husserl enuncia en las ideas es el siguiente: cada intuición que originariamente presenta alguna cosa es de derecho una fuente de conocimiento; todo lo que se ofrece a nosotros originariamente en la intuición (lo que se nos ofrece) hay que asumirlo tal como se nos ofrece, pero únicamente dentro de los límites en los que se ofrece.

Husserl fundamenta la fenomenología como ciencia rigurosa, como ciencia que mira las cosas, las cosas mismas; una ciencia que se dedica a ver como son las cosas. El lema de fenomenología es ¡vayamos a las cosas!. Con la finalidad de ir a las cosas, a las cosas de carne y hueso- con objeto de hallar elementos sólidos y datos indudables, cosas tan evidentes que no puedan ponerse en duda, y sobre las cuales pueda fundamentarse una concepción filosófica consistente- Husserl propone como método de la filosofía la *epoche* o reducción fenomenológica.¹⁰²

La *epoche* posee cierta analogía con la duda escéptica de la cual toma su nombre. Y con la duda metódica cartesiana. Sin embargo, llevar a cabo una *epoche* no significa estrictamente dudar. Realizar una *epoche* quiere decir más

102 *ibid* 99

bien suspender el juicio sobre todo lo que nos dicen las doctrinas filosóficas con sus debates metafísicos que carecen de conclusión., sobre lo que nos dicen las ciencias, sobre lo que cada uno de nosotros afirma y supone en su vida cotidiana, en definitiva, sobre las creencias que configuran lo que Husserl denomina actitud natural. La actitud natural del hombre esta formada por diversas convicciones, útiles y necesarias para la vida cotidiana, la primera de las cuales consiste en que vivimos dentro de un mundo de cosas existentes. Estas convicciones, sin embargo, no poseen una evidencia obligatoria y por consiguiente hay que ponerlas entre paréntesis. No se trata de que el filósofo dude de ellas las deja a un lado, no las utiliza como fundamento de su filosofía, porque si la filosofía aspira a ser una ciencia rigurosa, debe emplear como fundamento solo aquello que resulte evidente sin duda alguna. Por lo tanto mi convicción de que el mundo existe no me permite deducir ninguna proposición filosófica, ya que la existencia del mundo, fuera de la conciencia que la capta, no es el absoluto indudable. Como hombre el filósofo cree en la existencia del mundo y también como hombre, no puede menos que creer muchas otras cosas en su vida práctica. Como filosofo, sin embargo, no puede tomarlas como punto de partida. Tampoco puede partir desde los resultados de la investigación científica, debido a que las ciencias, aunque dentro de su propio ámbito avanzan de manera crítica y rigurosa, interpretan los datos de la experiencia común y los aceptan ingenuamente, sin preguntarse si estos resisten a la acción de la epoche, es decir, si constituyen realidades indudables. Según Husserl, la conciencia, o subjetividad, es lo que resiste ante los ataques de la epoche, aquello que no puede colocarse entre paréntesis. La conciencia, pues, es el residuo fenomenológico.que es capaz de resistir ante los continuados asaltos de la epoche. Husserl continúa diciendo que la conciencia no es solo la realidad más evidente sino también una realidad absoluta.

La perspectiva fenomenológica es esencial para nuestra concepción de la metodología cualitativa. De la perspectiva teórica depende lo que estudia la metodología cualitativa, el modo en que lo estudia, y en que se interpreta lo estudiado.¹⁰³

103 *ibid* 99

El tipo de la investigación es cualitativa, se refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas habladas o escritas y las conductas observables. Ray Rist señala que la metodología cualitativa consiste en más que un conjunto de técnicas para recoger datos. Es un modo de encarar el mundo empírico. La investigación cualitativa es inductiva es decir se desarrollan conceptos, intuiciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas. En este tipo de estudios se sigue un diseño de investigación flexible. Comienzan sus estudios con interrogantes solo vagamente formulados. En la investigación cualitativa no es tan importante la precisión de los datos. Sin embargo, un estudio cualitativo no es un análisis impresionista informal basado en una mirada superficial a un encerrado o las personas.

En la metodología cualitativa el investigador ve al escenario y a las personas en una perspectiva holística; las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como un todo. El investigador cualitativo estudia a las personas en el contexto de su pasado y de las situaciones en la que se hallan. Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de su estudio. A su vez tratan de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas. Para la perspectiva fenomenológica y por lo tanto para la investigación cualitativa es esencial experimentar la realidad tal como otros la experimentan. Los investigadores cualitativos se identifican con las personas que estudian para poder comprender como ven las cosas. El investigador cualitativo suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones es decir ve las cosas como si ellas estuvieran ocurriendo por primera vez. Todas las perspectivas son valiosas. Este investigador no busca la verdad o la moralidad sino una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas. A todas se las ve como iguales. En los estudios cualitativos, aquellas personas a las que la sociedad ignora a menudo obtienen un foro para exponer sus puntos de vista. Por lo tanto los métodos cualitativos son humanistas los métodos mediante los cuales estudiamos a las personas necesariamente influyen sobre el modo en que las

vemos. Cuando reducimos las palabras y actos de la gente a ecuaciones estadísticas, perdemos de vista el aspecto humano de la vida social. Si estudiamos a las personas cualitativamente, llegamos a conocerlas en lo personal y a experimentar lo que ellas sienten en sus luchas cotidianas en la sociedad. Aprendemos sobre conceptos tales como belleza dolor, fe, sufrimiento, frustración y amor, cuya esencia se pierde en otros enfoques investigativos. Se considera que un estudio cualitativo no es un análisis impresionista, informal, basado en una mirada superficial a un escenario o a personas. Es una pieza de investigación sistemática conducida con procedimientos rigurosos aunque no necesariamente estandarizados. Las evaluaciones cualitativas están siempre sujetas a los errores de juicio humano. No obstante, parecería que vale mucho más la pena una conjetura perspicaz acerca de lo esencial, que una medición precisa de lo que probablemente revele carecer de importancia.¹⁰⁴

Se considera que este estudio pertenece a una investigación cualitativa de estudio de caso. Los casos que son de interés en la educación los constituyen en su mayoría personas y programas se asemejan en cierta forma unos a otros y en cierta manera son únicos también y nos interesan tanto por lo que tiene de único como por lo que tiene de común. El caso puede ser un niño, puede ser un grupo de alumnos o un determinado movimiento de profesionales que estudian alguna situación de la infancia. El caso es uno entre muchos. En cualquier estudio dado nos concentramos en ese uno. Podemos pasar un día o un año analizando el caso, pero mientras estamos realizando estudio de casos. Considerando que el caso es algo específico algo complejo en funcionamiento.

Louis Smith uno de los primeros etnógrafos educativos, definía el caso como un sistema acotado con lo que insistía en su condición de objeto más que de proceso.

MacDonald y Walter hablan del estudio de casos como un examen de un caso en acción. Patton lo considera como una forma particular de recoger, organizar y analizar datos. Todas las definiciones vienen a coincidir en que el

104. . S. J. Taylor. Introducción a los métodos cualitativos de la investigación. Pag. 15-27

estudio de casos implica un proceso de indagación que se caracteriza por el examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad del caso objeto de interés.

Como forma de investigación, el estudio de casos se define por el interés en el /los casos individuales (Stake). En este sentido, Stenhouse considera el estudio de casos como "método que implica la recogida y registro de datos sobre un caso o casos y la preparación de un informe o una presentación del caso.

Un caso puede ser una persona, una organización, un programa de enseñanza, una colección, un acontecimiento particular o un simple depósito de documentos. La única exigencia es que posea algún límite físico o social que le confiera entidad. En el entorno educativo, un alumno, un profesor, una determinada política educativa, pueden constituir casos potenciales objeto de estudio.

Con respecto al el caso de estudio en este trabajo se dice que cuando se necesita aprender sobre ese caso en particular se dice que tenemos un interés intrínseco en el caso y podemos llamar a nuestro trabajo estudio intrínseco de casos.

Parece que el estudio de casos es una base pobre para poder generalizar. Solo se estudia un caso, o unos pocos casos, pero se estudian en profundidad.

El cometido real del estudio de casos es la particularización, no la generalización. Se toma un caso particular y se llega a conocerlo bien, y no principalmente para ver en que se diferencia de los otros, sino para ver qué es, qué hace. Se destaca la unicidad, y esto implica el conocimiento de los otros casos de los que el caso en cuestión se diferencia, pero la finalidad primera es la comprensión de este último.

Según Fred Erickson, autor muy respetado de escritos sobre estudios cualitativos, la característica más distintiva de la indagación cualitativa es el énfasis en la interpretación. Cuando diseñamos los estudios, los investigadores cualitativos no confinamos la interpretación a la identificación de variables y al desarrollo de instrumentos con anterioridad a la recogida de datos, ni al análisis e interpretación para el informe final. Por el contrario, destacamos la presencia de un intérprete en el campo para que observe el desarrollo del caso, alguien que

recoja con objetividad lo que está ocurriendo, y que a la vez examine su significado y reoriente la observación para precisar o sustanciar esos significados.

La interpretación es una parte fundamental de cualquier investigación. Podríamos discutir con quienes sostienen que en la investigación cualitativa hay más interpretación que en la cuantitativa pero la función del investigador cualitativo en el proceso de recogida de datos es mantener con claridad una interpretación fundamentada. Los investigadores sacan sus conclusiones a partir de las observaciones y de otros datos. Erickson las llamó asertos, una forma de generalización. Sabiendo que existen otras interpretaciones además de las de los investigadores, el buen investigador presenta una o más esas otras, quizá atribuyéndolas a una fuente real o a una fuente genérica (por ej. Según algunos miembros de la comunidad).

No es raro que los investigadores en estudio de casos hagan asertos sobre unos datos relativamente escasos, invocando el privilegio y la responsabilidad de la interpretación. Prestar tanta atención a la interpretación puede ser un error, pues parece sugerir que el trabajo de estudio de casos tiene prisa por sacar conclusiones. El buen estudio de casos es paciente, reflexivo, dispuesto a considerar otras versiones del caso. Proclamamos que el estudio de casos es empático y no intervencionista.

Con respecto al supuesto hipotético planteado en la investigación de la adquisición de nuevos conceptos como es el caso de los conocimientos químicos más complejos, condujo esta investigación a analizar los conocimientos previos de los alumnos para, en base a éstos, establecer una propuesta pedagógica que tome en cuenta las características de los sujetos de aprendizaje.

Desde un punto de vista de aprendizaje significativo (Ausubel) se considera que el alumno concibe a éste como la organización e integración de información en la estructura cognitiva del individuo. Donde para Ausubel la variable más importante que influye en el aprendizaje es aquello que el alumno ya conoce.¹⁰⁵

Un aprendizaje es considerado significativo cuando puede relacionarse de

105. Raul Rojas Soriano Guía para realizar investigaciones sociales. pp. 197-203

modo arbitrario y sustancial con lo que el sujeto ya sabe, es decir, un aprendizaje es significativo cuando puede incorporarse a las estructuras de conocimiento que posee el alumno.

Para Ausubel es necesario saber cuando se produce el aprendizaje significativo y se precisan dos condiciones:

- 1.- El material presentado no sea arbitrario que posea significado quiere decir que tenga un significado lógico o potencial. Esto significa que sus elementos están organizados y no solo yuxtapuestos
- 2.- La estructura cognitiva del alumno contenga ideas inclusoras, esto es, ideas con las que pueda ser relacionado el nuevo material.

El aprendizaje significativo se produce cuando esa nueva información con algún concepto inclusor ya existente en la estructura cognitiva del individuo resulta relevante para el material que se intenta aprender.¹⁰⁶

En el área de educación en ciencias las ideas previas de los estudiantes sobre fenómenos naturales deben ser tenidas en cuenta si se pretende un aprendizaje significativo de los conceptos que involucran las ciencias. En este caso las ciencias naturales.

Los investigadores en enseñanza de las ciencias comenzaron a estudiar las ideas previas de los alumnos motivados en gran parte por la recomendación de Ausubel sobre la importancia de elegir los conocimientos previos de los alumnos como punto de partida para la instrucción. Parece claro pues que el profesor de ciencias debe contar con que sus alumnos ya poseen un conocimiento científico alternativo.¹⁰⁷

Por lo tanto para que haya aprendizaje significativo es necesario que el aprendiz pueda relacionar el material de aprendizaje con la estructura de conocimiento que ya dispone. Se trata de que cada alumno construya su propia Química, Física .

El objetivo del aprendizaje significativo es que la interacción entre los

106. . Juan Ignacio Pozo . Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal . pp. 205-208

107 Gutiérrez Elena Ester. Capuano, Vicente Conrado. ¿Que piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? Enseñanza de las ciencias. 2000, num. 18 vol 2 pag 247-254

materiales del aprendizaje (el texto, la explicación, la experiencia) y los conocimientos previos activados para darle sentido , se modifiquen esos conocimientos previos, surja un nuevo conocimiento. Sin embargo con mayor frecuencia de lo que la explicación Ausubeliana del aprendizaje significativo haría suponer cuando los alumnos intentan comprender una nueva situación a partir de sus conocimientos previos, es esa información la que cambia, la que es interpretada en términos de los conocimientos previos sin que estos apenas se modifiquen.

Este es uno de los problemas fundamentales para el aprendizaje de la ciencia. El alumno como cualquiera de nosotros interpreta cualquier situación o concepto que le presenta desde sus conocimientos previos, su física, química o biología personal o intuitiva. Y como consecuencia de ello, la enseñanza de la ciencia apenas cambia esos conocimientos previos en términos de los cuales interpretan los conceptos científicos que se les enseñan; ya que en lugar de reinterpretar sus conocimientos previos, función de los conceptos científicos, suelen hacer lo contrario, asimilar la ciencia a sus conocimientos cotidianos.

Existe una resistencia de los conocimientos previos a modificar como consecuencia de la instrucción y la tendencia a asimilar los aprendizajes escolares a las propias intuiciones dentro de la didáctica de las ciencias. El interés se ha desplazado desde las condiciones y procesos del aprendizaje significativo a la naturaleza y contenido de esos conocimientos previos y la forma en que pueden ser cambiados. El aprendizaje significativo ha dado paso al estudio del cambio conceptual, entendido como el cambio de esos conocimientos previos de los alumnos.¹⁰⁸

En base a lo anterior se realizó un estudio cualitativo a partir de la técnica de encuesta la cual consiste en recopilar información sobre una parte de la población denominada muestra, por ejemplo: datos generales opiniones,

108. Campanario Juan Miguel y Otero, Jose C. Mas allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. Enseñanza de las ciencias 2000 num. 18 vol 2 pp. 155-169

sugerencias o respuestas que se proporcionen a preguntas formuladas sobre los diversos indicadores que se pretenden explorar a través de este medio. La información recogida se puede utilizar para un análisis de correlación para probar hipótesis descriptivas. Los instrumentos que pueden emplearse para levantar una encuesta son el cuestionario. Para la construcción del cuestionario se presupone seguir una metodología sustentada en: el cuerpo de teoría, el marco conceptual en que se apoya el estudio, la hipótesis que se pretende probar y los objetivos de la investigación. Como ya se menciono anteriormente.

Con ya se menciona se realizara un estudio cualitativo a partir de la aplicación de la técnica de encuesta por medio de un cuestionario el cual se aplicara a los alumnos de segundo semestre de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. En este caso en cuestionario se elaboro tomando en cuenta lo anterior, pero con el propósito de conocer sus ideas previas de los conceptos básicos de Química.

La encuesta es una técnica que consiste en recopilar información sobre una parte de la población denominada muestra, por ejemplo: datos generales, opiniones, sugerencias o respuestas que se proporcionen a preguntas formuladas sobre los diversos indicadores que se pretenda explorar a través de este medio. La información recogida puede utilizarse para un análisis de correlación para probar hipótesis descriptivas.

Dicha encuesta se realizara para determinar de que institución de nivel medio superior provienen y conscientizar del tipo de cuestionario se les va aplicar ya que el cuestionario es el instrumento que se puede utilizar para levantar una encuesta, y con que fin para que este sea contestado de manera natural sin inhibiciones. La construcción del cuestionario presupone seguir una metodología sustentada en: el cuerpo de teoría, el marco conceptual en que se apoya el estudio, la hipótesis que se pretende probar y los objetivos de la investigación.

Por lo que el siguiente paso corresponderá a la elaboración del cuestionario en el cual se tiene que tomar en cuenta el aspecto disciplinario es decir que

conceptos se debe de considerar como básicos y en consecuencia elabora el cuestionario y para ello se hace el siguiente análisis.¹⁰⁹

Quizá la tarea más difícil del investigador es la de diseñar buenas preguntas, las preguntas de la investigación, que dirijan la atención y el pensamiento lo suficiente pero no en exceso.

El diseño de toda investigación requiere una organización conceptual, ideas que expresen la comprensión que se necesita, puentes conceptuales que arranquen de los que ya se conoce, estructuras cognitivas que guíen la recogida de datos, y esquemas para presentar las interpretaciones a otras personas. En las ciencias sociales, la organización más común para la investigación se construye en torno a hipótesis, especialmente hipótesis nulas.

En el estudio cualitativo de casos pretendemos lograr una mayor comprensión del caso. Apreciamos la singularidad y la complejidad del caso, inserción en sus contextos, su interrelación con ellos. Las hipótesis y las declaraciones de objetivos delimitan el enfoque y reducen en gran medida el interés por la situación y la circunstancia. Es importante recordar que en el estudio intrínseco de casos, el caso es dominante es decir el caso tiene la mayor importancia.

Los investigadores cualitativos destacan la comprensión de las complejas relaciones entre todo lo que existe. La distinción entre investigar para impulsar la comprensión ha sido desarrollada muy bien por el filósofo finlandes Georg Henrick von Wright. Von Wrihy aseguraba que se requieren las explicaciones para incrementar la comprensión, y que a veces la comprensión expresa en términos de explicación – pero los dos objetivos son epistemologicamente bastante distintos. Insistía en una diferencia importante para nosotros, la diferencia estudios de casos que tratan de identificar las relaciones de causa y efecto, y los que tratan de comprender la experiencia humana. Von Wright también hablaba de empatía, el conocimiento de la situación de otro mediante la experiencia propia de la misma. La investigación cualitativa intenta establecer una comprensión empática

109. Raul Rojas Sonano Guia para realizar investigaciones sociales. Pp. 197-221

para el lector, mediante la descripción, a veces la descripción densa, transmitiendo al lector aquello que la experiencia misma transmite.

Siguiendo las orientaciones de Dilthey, el investigador en estudios cualitativos de caso intenta facilitar la comprensión al lector, ayuda a comprender que las acciones humanas importantes pocas veces tienen una causa simple y que normalmente no se producen por motivos que se puedan averiguar. Basta con reconocer algunos de los acontecimientos simultáneos. Para el pensador cualitativo, la comprensión de la experiencia humana es una cuestión de cronología, más que de causas y efectos.

Para los investigadores cualitativos la unicidad de los casos y de los contextos individuales es importante para la comprensión. La particularización es un objetivo importante, llegar a entender la particularidad del caso.

Para perfeccionar la búsqueda de comprensión, los investigadores cualitativos perciben lo que ocurre en clave de episodios o testimonios, representan los acontecimientos con su propia interpretación directa con sus historias.

El investigador cualitativo emplea los relatos para ofrecer al lector la mejor oportunidad de alcanzar una comprensión del caso que se base en la experiencia.

Los defensores de lo cualitativo, como Egon Guba e Yvonna Lincoln 1982 y Elliot Eisner y AIn Peshkin (1990) otorgan mayor prioridad a la interpretación directa de los acontecimientos y menor a la interpretación de los datos de las mediciones. Los modelos cualitativos habituales requieren que las personas más responsables de las interpretaciones estén en el trabajo de campo, haciendo observaciones, emitiendo juicios subjetivos, analizando y resumiendo, a la vez que se dan cuenta de su propia conciencia.

Lo característico de los estudios cualitativos es que dirigen preguntas de la investigación a casos o fenómenos, y buscan modelos de relaciones inesperadas o previstas. Las variables dependientes se definen por criterios de experiencia más que por criterios de operatividad. Las condiciones situacionales no se conocen ni se controlan de antemano. Se prevé que incluso las variables independientes se desarrollan en forma inesperada. Es esencial que la capacidad interpretativa del equipo de investigadores no pierda nunca contacto con el

desarrollo de los acontecimientos y con lo que se va revelando, en parte para reorientar las observaciones y proseguir con los temas que afloren. Por eso la distribución de recursos es diferente.

Frederick Erickson sostenía que la principal característica de la investigación cualitativa es el lugar central que ocupa la interpretación. Decía que los resultados de la investigación no son tanto descubrimientos como asertos después de una intensa interacción del investigador con las personas, objeto del estudio o no, participantes y su subjetividad, por descriptivo que sea el informe, en última instancia el investigador termina por dar una visión personal.

De los estudios cualitativos de casos se esperan descripciones abiertas, comprensión mediante la experiencia y realidades múltiples. No se puede sencillamente diseñar la búsqueda de significados complejos ni alcanzarlos de forma retrospectiva. Parece que se requiere una atención continua, una atención que raras veces se puede mantener cuando los instrumentos principales para la recogida de datos son listas de control o puntos de encuestas interpretables. En el estudio cualitativo de casos es de gran importancia la función interpretativa constante del investigador.

Además de su orientación alejada de la explicación de causa efecto y su propensión a la interpretación personal, la indagación cualitativa se distingue por su acento en el trato holístico de los fenómenos. Ya he señalado que la epistemología del investigador cualitativo es existencial (no determinista) y constructivista. Estas dos visiones van unidas habitualmente a la idea de que los fenómenos guardan una estrecha relación entre si debida a acciones fortuitas, y que la comprensión de los mismos requiere la consideración de una amplia variedad de contextos: temporales y espaciales, históricos, políticos, económico, culturales, sociales y personales.

Así pues se considera que el caso, la actividad y el suceso son únicos, a la vez que comunes. La comprensión de cada uno de ellos exige comprender otros casos, otras actividades y otros sucesos, pero también comprender la unicidad de cada uno. Se intuye que el conjunto de características, la secuencia de los

acontecimientos son diferentes. Se considera que la unicidad es de importancia fundamental para la comprensión del caso particular.¹¹⁰

4.2 ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO

Los contenidos han de ser considerados los que se encuentran en el apartado de análisis disciplinario para elaborar el instrumento que es un cuestionario el cual se les aplicara a un determinado número de alumnos del segundo semestre, sin interesamos la edad, el sexo ni su situación académica el tiempo de la aplicación será de 40 min. Los cuestionarios estarán contemplando 15 preguntas relacionadas con algunos de los temas analizados anteriormente.

A su vez el instrumento es decir el cuestionario no es fácil de elaborar se tiene que considera ciertos aspectos.

Un cuestionario se define como una forma de encuesta caracterizada por la ausencia del encuestador, por considerar que para recoger información sobre el problema objeto de estudio es suficiente una interacción impersonal con el encuestado. El cuestionario es una técnica de recogida de información que supone un interrogatorio en el que las preguntas establecidas de antemano se plantean siempre en el mismo orden y se formulan con los mismos términos. Esta técnica se realiza sobre la base de un formulario previamente preparado y estrictamente normalizado. Allí se anotan las respuestas, en unos casos de manera textual y en otros de forma codificada suelen contener entre cinco y veinticinco preguntas abiertas- cerradas. La forma que adopta un cuestionario debe entenderse como una traducción o concreción de los supuestos, creencias o modelos de partida utilizados para explicar una determinada realidad. Es decir, las preguntas que figuran en este tipo de técnicas reflejan lo que se piensa acerca del problema que se esta investigando, su esquema o marco conceptual. Por lo tanto

110 R. E. Stake Investigación con estudio de casos. todo el libro.

para este tipo de instrumento es necesario que en su elaboración y administración se respeten algunas exigencias fundamentales:

- a) El cuestionario es un procedimiento de exploración de ideas y creencias generales sobre algún aspecto de la realidad;
- b) El cuestionario se considera como una técnica más, no la única ni la fundamental en el desarrollo del proceso de recogida de datos;
- c) En la elaboración de cuestionario se parte de los esquemas de referencia teóricos y experiencias definidos por un colectivo determinado y en relación con el contexto del que son parte;
- d) La administración del cuestionario no produce rechazo alguno entre los miembros de determinado colectivo, sino que es mayoritariamente aceptado y se le considera una técnica útil en el proceso de acercamiento a la realidad estudiada.

Esta tipo de encuesta está indicada cuando se pretende recoger información preguntando a un grupo numeroso de sujetos (al menos varias decenas de ellos) con un costo mínimo de tiempo y esfuerzo, manteniendo un formato común en las preguntas.

La preparación del cuestionario, que es completado por lo informantes o participantes en la investigación, supone considerar aspectos como el marco conceptual y experiencial de partida la forma y tipo de las preguntas y el estilo o modo de redactar las cuestiones y el número de ellas.

El marco conceptual y experiencial de partida supone elaborar un esquema o mapa de conceptos que clarifique la posición sobre el problema estudiado. Es decir hay que especificar los conceptos utilizados para explicar un problema, Así como las relaciones de yuxtaposición, jerarquía (supraordinación, coordinación, subordinación), causación que pueden establecerse entre esos conceptos.¹¹¹

Por lo que hay que considerar que existen reglas reconocida únicamente para formular las preguntas:

- 1.- No sacrificar la claridad por la concisión, es decir, si una pregunta es

111.- Gregorio Rodríguez Gómez Javier Gil Flores .Metodología de la investigación cualitativa. PP. 185-196

incomprensible por falta de palabras, es conveniente extender el texto de la misma hasta lograr su claridad.

2.- Evitar que las preguntas induzcan las respuestas. Significa que su forma de presentación o los términos en que está planteada sugieran la contestación.

3.- No emplear tesis de personas e instituciones conocidas para apoyar las preguntas.

4.- Evitar que las preguntas se lleven a cabo de tal forma que molesten o incomoden a los informantes. Concretamente, cuando se indaga sobre aspectos de la persona y su familia.

5.- Redactar las preguntas con las palabras pertinentes, según el público a quien se aplique el cuestionario.

Hay que tener presente que la redacción, los términos utilizados, el ordenamiento y la presentación de las preguntas juega un papel importante para que los encuestados las comprendan correctamente y proporcionar una información válida y confiable.¹¹²

De acuerdo con la forma las preguntas pueden clasificarse en tres categorías: preguntas abiertas, preguntas cerradas o dicotómicas y preguntas de elección múltiple (con respuesta en abanico o de estimación).

Las preguntas abiertas se formulan para obtener respuestas expresadas en el propio lenguaje de la persona encuestada y sin un límite preciso en la contestación. En este tipo de preguntas las respuestas no están escritas, ya sea porque es difícil conocerlas con precisión o porque se requiere de opiniones expresadas en forma más amplia sobre algunos temas, siendo necesario dejar un espacio adecuado para la respuesta. En este tipo de preguntas enriquecen el contenido y dan matices nuevos a lo planteado, pero que tienen el riesgo de la no precisión y de las dificultades en la codificación.

Las cerradas se formulan para obtener respuestas confirmatorias o desestimativas ante una proposición. Este tipo de preguntas sirve para realizar, fundamentalmente, un análisis descriptivo. Estas se hacen cuando existe

112 Raul Rojas Soriano. Guía para realizar investigaciones sociales. Pp. 221-227

suficiente información para cerrarlas y si el número de respuestas posible es reducido. A su vez están pre-codificada y limitada a las opciones a las señaladas en el formato, restringiendo la información a ellas.

Ambos tipos de preguntas tienen sus ventajas y desventajas, las cerradas facilitan el trabajo de codificación pero pueden limitar la información que es susceptible de recolectarse. El inconveniente de las preguntas abiertas es la dificultad de cerrarlas, pues de entre todas las respuestas obtenidas deben seleccionarse, mediante un muestreo de los cuestionarios, aquellas que se repiten con mayor frecuencia.

También existen preguntas de elección múltiple son un tipo de preguntas cerradas que, dentro de los extremos de una escala, posibilitan construir una serie de alternativas de respuesta internas. En el caso de las preguntas de respuesta en abanico, se permite contestar al entrevistado escogiendo o señalando una o varias respuestas presentadas junto con la pregunta.

En esta cuestión la modalidad cerrada presente en las preguntas podría modificarse, introduciendo la posibilidad de que el entrevistado aporte posibles opciones o alternativas no contempladas en la cédula o formulario donde se contesta el cuestionario.

Las preguntas de opción múltiple con respuesta en abanico también pueden formularse de modo que soliciten respuestas en las que se establezcan grados de intensidad al valorar un hecho conducta o situación. Son las conocidas como preguntas de estimación.¹¹³

Su ventaja reside en que la información es más abundante por el hecho de que prácticamente no existe limitaciones para que el encuestado exprese sus opiniones y sugerencias. En resumen, el empleo de preguntas abiertas y cerradas dependerá del tipo de temas a investigar, la naturaleza de los estudios y los objetivos que se desean alcanzar.

Los cuestionarios a su vez tiene la enorme ventaja sobre la observación de que permite indagar sobre el pasado y el futuro e incluso indagar sobre

113 *ibid* 111

aspectos no visibles a la observación directa, como son los rasgos de personalidad o motivaciones profundas, organizando la información a partir de datos en bruto, sobre la cual el especialista puede hacer un diagnóstico una vez obtenida la información básica.

La elaboración del cuestionario tiene tres niveles básicos: el de estructuración, que es donde el cuestionario conforma como una técnica o instrumento, que surgen como una serie de ítems y preguntas que correspondan a los indicadores del diseño de investigación; un segundo nivel es la ejecución, que es cuando el cuestionario llega al proceso en función del cual se aplica a una determinada comunidad y un tercer momento que es cuando el cuestionario se convierte en una cédula de entrevista colmada de información y pasa al procesamiento, a través de una estructura pre-codificada, que intenta verificar las hipótesis elaboradas en esa investigación.¹¹⁴

El siguiente paso corresponderá al procesamiento de las respuestas del cuestionario. El trabajo de análisis, comprensión e interpretación se realizará sobre la información obtenida a través de los cuestionarios. (cuestionario aplicado ANEXO II)

114.- Hugo Calelle. Susana Neuhaus La investigación en las ciencias Humanas . método y teoría crítica. Pp. 167-187

4.3. ANALISIS Y DISCUSION DE INFORMACION OBTENIDA SOBRE LAS IDEAS PREVIAS.

Con respecto al cuestionario que se aplico se tomo una muestra de 50 alumnos del segundo semestre de la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones Electrónica del IPN Unidad Culhuacan en donde se les imparte en este momento la química 2. Se tomaron 10 de cada grupo y son cinco grupos en este momento.

Posteriormente se clasificaron los cuestionarios en cuanto a las respuestas es decir si habían contestado o si solo lo habían hecho por cumplir por llenar el cuestionario sin lógica ni dedicación y dentro de esa clasificación se detectaron 15 que solo lo habían realizado por realizarlo y esos se desecharon ya que no nos servirían para la evaluación, por lo que quedaron 35 solamente con los cuales se trabajo ya que como lo mencione anteriormente lo que se necesita saber de estos cuestionarios es que ideas previas tiene el alumno con respecto a los conocimientos básicos de química y si las ideas previas interfieren en sus procesos de aprendizaje de conceptos mas elaborados de esta disciplina. Los resultados del cuestionario resuelto por los alumnos sin ningún análisis lo encontramos en el anexo 3

Este cuestionario fue realizado para conocer las ideas previas de los alumnos con respecto a los conceptos básicos de química, las preguntas se elaboraron tomando como referencia los estudios de Pozo y Gómez Crespo¹¹⁵, donde se establece que el aprendizaje de la química plantea tres núcleos o estructuras conceptuales básicas que el alumno debe dominar para comprender la materia, y considerando estos se llevara a cabo el análisis agrupando las preguntas en base a estos tres aspectos :

A) Comprensión de la naturaleza discontinua de la materia

Preguntas : 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15.

Las cuales comprenden los temas de Cambios de Estado de la Materia, Elemento

115. J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limon , A. Sanz Serrano. Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Cienc

químico, Gases, Energía, Reacción Química, Aplicaciones y Compuestos Orgánicos.

B) Conservación de las propiedades no observables de la materia

Preguntas : 10,13

Comprenden el tema de Reacción Química.

C) Cuantificación de las relaciones.

Pregunta : 11

Representación cuantitativa de la materia.

A su vez se agrupan en base al Tema:

“CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA.”

1) Por qué se seca una camisa cuando se tiende al sol .

- a) el calor evapora el agua. (31.42 %)
- b) los rayos del sol emiten calor que es lo que hace que se seque. (2.85 %)
- c) el aire actúa como un secador (5.71%)
- d) el calor elimina la humedad ya que la moléculas de agua con el calor se transforman en gases (60%)

Como podemos observar el 60 % de los alumnos respondió el inciso d) es decir que el calor elimina la humedad; las moléculas de agua con el calor se transforman en gases y, en verdad es la científicamente más aceptada. Esta pregunta se hizo para indagar que ideas tienen los alumnos y las explicaciones que los alumnos dan con respecto a los cambios de estado que tienen mucho que ver con las concepciones sobre los sólidos, líquidos y gases, puesto que en los cambios de estado se produce el paso de una determinada sustancia de un estado de la materia a otro.

Una explicación completa del cambio de estado requiere una interpretación del proceso en términos corpusculares. El alumno ha de aplicar su conocimiento de la teoría atómico molecular para explicar estos procesos de ahí que sus ideas sobre las partículas afecten notablemente a estas explicaciones.

Se observa que en este caso la comprensión por parte del alumno de la naturaleza de la materia se debe considerar que la conciba de modo discontinuo es decir que esta formada por partículas.

Pero hay estudios que se han llevado a cabo y muestran que con frecuencia esta visión corpuscular no es la más común entre los alumnos. En este caso se observa en la respuesta de los alumnos que podría decirse que lo explican con respecto a la discontinuidad de la materia por el 60 % que respondió la respuesta correcta. Pero se considera que tienden a explicar dicha situación cotidiana utilizando el modelo corpuscular. Pero a su vez esto no quiere decir que los alumnos a los que se les realizó dicho cuestionario, comprendan mejor el modelo corpuscular más bien parece que cuando el escenario se complica suelen escoger las respuestas más complejas aunque estas sean erróneas. Es decir cuando la tarea resulta más complicada o tiene una apariencia más formal tienden a elegir aquellas respuestas que suene más a química. También se dice que hay influencia del tipo de fenómeno estudiado. Así hemos visto que cuando se trabaja con cambios de estado los alumnos tienden a utilizar mucho menos el modelo corpuscular. Así pues las tareas de cambios de estado utilizadas en las investigaciones presentan situaciones muy familiares para el alumno en las que una determinada sustancia cambia su estado físico, por lo que el alumno tiende a escoger respuestas que describan el fenómeno en términos macroscópicos. A pesar de todo la utilización espontánea del modelo corpuscular es muy escasa, la explicación macroscópica no se ve afectado por la instrucción, ni específica ni general, lo que nos acerca a la hipótesis de la coexistencia de diversas teorías alternativas dentro de un mismo sujeto. Esto lleva a pensar que en muchos casos la ausencia de respuestas microscópicas espontáneas no es debida a la incomprensión de los modelos corpusculares, sino más bien a la coexistencia de las interpretaciones microscópicas en términos de las partículas constituyentes de la materia y macroscópicas en términos de parámetros físicos observables en un mismo sujeto, a las que este recurre en función de la demanda de la tarea.¹¹⁶

116 *ibid* 120

4) Cuando se lleva a cabo la combustión de una determinada cantidad de cinta de magnesio y se obtiene una ceniza blanca ¿que crees que pasaría ? la masa aumenta o disminuye.

a) que cuando el magnesio se calienta y se dilata este aumenta con el oxígeno del aire. (8.57%)

b) el compuesto formado procedente de la combinación del magnesio con el oxígeno del aire (22.85%)

c) la disminución de la masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio. (68%)

d) la masa aumenta debido a la masa del fuego de la llama del mechero.

En este caso la respuesta con un mayor porcentaje es el inciso c) es un 68% la cual dice que la disminución de la masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio. Y esta no es correcta ya que en esta experiencia se muestra un aumento de masa que se producía en dicha combustión.

Sin embargo existe una gran confusión entre masa y volumen Así como la asignación de carácter material al calor ya que aparecen en la interpretación de la disminución de la masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio.¹¹⁷

Uno de los resultados de mayor interés fue la evidencia de la inestabilidad e inconsistencia del concepto de combustión en estos alumnos. Ya que las alternativas correctas de esta pregunta se dirigía a :

- La utilización del termino combustión
- La irreversibilidad del proceso
- La formación de nuevas sustancias
- Carácter químico del proceso con participación del oxígeno del aire.

Al analizar las correlaciones entre las opciones que representan estos cuatro aspectos en las diferentes experiencias, se observa una notable inconsistencia no solo no asocian el conjunto de atributos que identifica al concepto de cambio químico sino que el contexto experimental se muestra decisivo.¹¹⁸

117. J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo. Aprender y enseñar química .todo el libro

118 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limón , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia.

6) A continuación enlistaremos una serie de cambios físicos y químicos clasifíquelos. Coloque en la línea una F si es físico y una Q si es químico .

- ___ una piedra cayendo (100%)
- ___ una tostada que se hace demasiado y se quema (80%)
- ___ madera ardiendo en la chimenea (88%)
- ___ arrugar papel (100%)
- ___ cera fundiendo (34.28%)
- ___ zumo de uva que se convierte en vid (74.28%)
- ___ ebullición del agua (65.71%)
- ___ leche que se pone agria (88.57%)

Y defina en que consiste un cambio químico y un cambio físico.

En base a las respuestas los alumnos se observa que tiene un mayor porcentaje de respuesta que es correcta con respecto a los que se confunden entre un cambio químico y un cambio físico quiere decir que del total de 35 se obtiene un mayor porcentaje de la respuesta correcta en todos los cambios expuestos. Pero con respecto al cambio de la cera fundiendo no tienen claro ya que el mayor porcentaje de respuesta fue el que este era un cambio químico , lo cual me permite dar cuenta de que el alumno no tiene una idea muy clara que mientras el cambio es muy obvio lo identifica pero como este en cual piensa que hay transformación cuando la vela se funde por lo que el lo considera como un cambio químico pero en realidad es físico ya que esta relacionando el cambio químico con la desaparición de sustancia, mientras que cuando no hay desaparición de sustancia se interpreta como un cambio físico. Vemos por tanto que en este tipo de interpretaciones los estudiantes utilizan como criterios de clasificación lo observable, se fijan nada más en la propiedades macroscópicas de la materia, permanece o desaparece no tiene en cuenta las propiedades microscópicas de esa materia. Sus observaciones están ligadas a lo espectacular. El alumno parece no tener claro cuales son las evidencias por las que debe guiarse para distinguir un cambio físico de un cambio químico. El origen de esta confusión parece residir en que para diferenciarlos se necesita una visión discontinua de la materia. Las diferencias entre los dos tipos de cambios, en muchos casos, no son apreciables

desde un punto de vista macroscópico por lo que es necesario interpretarlos en términos corpusculares.

A su vez se les preguntó que definieran en que consiste un cambio químico y un cambio físico y entre la mayoría de sus respuestas argumentan o utilizan los siguientes criterios en la interpretación de los fenómenos:

Cambio natural los alumnos hacen una distinción entre lo que pertenece a la naturaleza, lo natural y lo que pertenece al ser humano, lo artificial cambio físico es entonces aquel que sucede por sí mismo en la naturaleza y cambio químico aquel que necesita de la ayuda del hombre.

Cambio de materia, cambios morfológicos, los cambios se identifican y perciben en términos de los aspectos externos de los estados inicial y final de una sustancia. Se fijan en aspectos como el color o la desaparición de sustancia, asocian los fenómenos químicos con la aparición de sustancias nuevas, aparece la noción de reversibilidad, consideran cambio físico aquel en el que la sustancia transformada es capaz de volver a su estado inicial. Por el contrario cambio químico se asocia con la idea de irreversibilidad. Por otro lado los criterios anteriormente señalados fueron utilizados por los alumnos de forma macroscópica sin utilizar en ningún momento interpretaciones microscópicas de los fenómenos, construyen sus criterios de clasificación en función de lo que ya conocen.¹¹⁹

7) Como te imaginas que se encuentran las moléculas de un sólido, un líquido y un gas (dibuja)

s

l

g

En este caso se les pidió un dibujo de como se imaginaban que se encontraban las moléculas de un sólido un líquido y un gas. Y observamos que de 35 25 trataron de representar las moléculas de la siguiente manera en el sólido no existían ningún espacio entre las moléculas, en el líquido existía poco espacio entre las moléculas y en el gas mucho espacio entre cada molécula lo cual indica que es correcta su manera de entender la conformación de los tres estados de agregación de la materia,

119 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo. Aprender y enseñar química.

pero 10 alumnos no lograron dibujar esa conformación lo cual me da la pauta para argumentar que el alumno con respecto a la teoría atómica molecular demuestra una falta de comprensión ya que la proximidad orden y distribución de las moléculas en los sólidos líquidos y gases no es la adecuada.¹²⁰

Por lo que se considera una dificultad de no entender las diferencias entre sólidos, líquidos y gases a nivel microscópico y por consiguiente no entender las consecuencias que tales diferencias tiene a nivel macroscópico. En este caso esto explica en gran parte muchos de los problemas que tienen los alumnos para comprender otras nociones como por ejemplo los cambios de estado. Y esta representación diferente del movimiento de la materia en sus distintos estados de agregación podría deberse a que los alumnos no diferencian entre el movimiento intrínseco de las partículas que componen un material y el movimiento aparente de ese mismo material, es decir su apariencia perceptiva. Esta indiferenciación entre el nivel microscópico de análisis de la materia, que es el que proporciona la química, y nuestra percepción macroscópica de esa misma materia hace que los alumnos atribuyan movimiento intrínseco a los gases pero no a los sólidos; a la vez, en el caso de los líquidos, tienden a atribuir movimiento cuando el líquido tiene un movimiento aparente.

La comprensión del movimiento intrínseco de las partículas como un proceso diferenciado de su apariencia macroscópica resulta, como hemos visto, difícil y ni siquiera una instrucción científica específica asegura que sea alcanzada adecuadamente. En este sentido, la comprensión del movimiento intrínseco, integrada en una teoría cinética molecular, facilitara a los alumnos la comprensión de los cambios que tienen lugar en la materia.

Se considera que cada uno de los estados de la materia en especial los gases y los sólidos tienen una entidad fenomenológica diferenciada presenta rasgos diferentes a la percepción. Dada la concepción realista a partir de la cual lo alumnos estructuran sus teorías sobre la materia podríamos decir que los alumnos conciben la materia tal como la perciben - no es extraño que se represente de forma diferente la materia sólida líquida y gaseosa. Pero aunque se planteen dificultades, los alumnos pueden aceptar que entre las partículas de un gas no hay nada - aunque más bien creen que hay otro gas, preferentemente aire. Con respecto a los sólidos sus partículas no se mueven y entre ellas no hay nada en el sentido de que unas están tan juntas a las otras, y que

120. J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limón, A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia.

constituyen una materia tan compacta. Y en el caso de los líquidos, se encuentra una situación a medio camino entre los sólidos y los gases, en la que no parece haber un modelo definido sino que coexisten diversas representaciones. Pero en general los alumnos interpretan la materia de forma continua y estática frente a la visión dinámica de los modelos científicos. Utilizan muy poco, de forma espontánea el modelo corpuscular en sus interpretaciones, aunque lo acepta fácilmente e incorpora las partículas a sus explicaciones cuando se le induce a ello, atribuyéndoles las propiedades que presenta la materia a nivel macroscópico. De tal forma que el aumento de las interpretaciones microscópicas suelen estar aparejado a un incremento de las interpretaciones erróneas. Muchos de esos errores se deberían a una aparente confusión o indiferenciación entre dos posibles niveles de análisis: el de las propiedades del mundo físico observable y el de las partículas microscópicas, que de modo no observable componen la materia. Esa confusión muy común según numerosas investigaciones parece deberse a que los alumnos asimilan los modelos corpusculares que se les enseñan a sus teorías implícitas sobre como esta formada la materia, atribuyendo a las partículas buena parte de las características del mundo que observan. Esta atribución errónea desde al perspectiva de la ciencia, es sin embargo muy común en el conocimiento causal cotidiano en el que se produce un predominio de los observable sobre lo no observable. Por decirlo en pocas palabras, los *alumnos conciben la materia* tal como la perciben. Esta dependencia de sus sentidos, que va decreciendo desde los primeros momentos del desarrollo cognitivo a medida que los niños construyen estructuras conceptuales para superar las apariencias perceptivas, es aun lo suficientemente fuerte como para dificultar la comprensión de un mundo compuesto por unidades invisibles y discretas, en clara oposición a la realidad percibida.¹²¹

REFERENTE A ELEMENTO, ATOMO, MEZCLA, COMPUESTO QUÍMICO.

2) ¿Cuál de las siguientes sustancias podría ser un elemento químico ?

Señale sólo una de las siguientes respuestas:

- a) un líquido azul que puede separarse, al menos en dos componentes, por cromatografía. (20%)

121 . J.I. Pozo, M.A. Gomez Crespo *Aprender y enseñar química* . todo el libro

- b) cristales sólidos que, al ser calentados, desprenden vapor de agua y un residuo sólido. (22.85%)
- c) un sólido negro que puede quemarse completamente en presencia de oxígeno, para formar un único producto. (20%)
- d) un líquido incoloro, que arde en presencia de oxígeno para formar dióxido de carbono y agua. (31.42%)
- f) no contestaron (5.71%)

Explique su respuesta.

En esta pregunta mayoritariamente responden el inciso d) del cual tenemos un 31.42% la cual no es la respuesta ya que la respuesta es el inciso c) y de ese tenemos un 20% y en la explicación de la respuesta la mayoría no la explico por lo que podemos darnos cuenta que existe una gran confusión entre un elemento químico, una mezcla y un compuesto químico. Y según la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Un elemento químico es una sustancia constituida por átomos que tienen el mismo número atómico. De una manera más sencilla también podemos definirlo como una clase de sustancia que contiene una sola clase de átomos.

En este caso se considera que el principal problema en los alumnos detectados en relación con este concepto radica en las dificultades que muchos de ellos tienen para diferenciarlos de otros como compuesto o sustancia pura con frecuencia identifican :

- a) elemento y sustancia pura
- b) elemento y compuesto
- c) elemento y átomo

De las cuales se puede interpretar que no les permite distinguir entre elemento y compuesto utilizando ambos como si fueran equivalentes.

No considerar las sustancias biatómicas, elementos.

Asociar átomo y elemento.¹²²

Su concepto de elemento se identifica con ciertos ejemplares prototípicos (agua, sal etc.) cuyas características se generalizan a todos los elementos.

122. J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo. *Aprender y enseñar química*. todo el libro.

- Para ellos los elementos están formados por moléculas de un solo átomo
- La idea anterior es reforzada por la connotación de unidad que tiene la palabra elemento en el lenguaje cotidiano.

- un elemento nunca puede estar formado por moléculas de más de un átomo.

Pero se pueden clasificar las concepciones alternativas de los alumnos detectadas en relación con este concepto en dos grandes grupos:

a) Relacionadas son una concepción prototípica del concepto de elemento, en la que influye notablemente los significados que dicho término tiene en el lenguaje cotidiano.

B) Debidas a la falta de comprensión de otras nociones elementales de la química.

Ya que como lo vemos en su respuesta se confunde entre elemento y compuesto ya que el mayor porcentaje fue la respuesta d). Por lo que estas asociaciones crean grandes dificultades al alumno que le impiden reconocer a un elemento como tal.¹²³

PREGUNTA 8 REFERENTE A ÁTOMO Y ENLACES

8) La representación de los átomos de los siguientes elementos tal como lo hizo Dalton es:

Hidrógeno

Oxígeno

Carbono

Nitrógeno

Representa las siguientes moléculas: H_2O , CO_2 , N_2

En este caso de 35 alumnos que representan las siguientes moléculas H_2O , CO_2 , N_2

16 de ellos no tiene clara la representación por átomos de los diferentes elementos como Dalton lo explicaba solo 11 hicieron la representación correcta. Con lo que nos damos cuenta que el alumno todavía no entiende que la materia esta constituida por partículas y por lo tanto no puede dar un paso más que le lleve a discriminar entre ellas distinguiendo al átomo la menor partícula de un elemento que conserva sus propiedades y puede participar en una reacción química, y molécula la partícula mínima de una sustancia pura que posee la composición y propiedades de dicha sustancia con existencia independiente.

¹²³ J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo, M. Limón, A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia.

Ya que el alumno no comprende que la naturaleza de la materia es obviamente concebirla de modo discontinuo, esto es formada por partículas es decir un visión corpuscular que no es común entre los alumnos. Es decir ellos conciben que la estructura de la materia es continua es decir un todo en el que no se pueden diferenciar partes.

A su vez en este caso se observa que el concepto previo de compuesto químico no esta muy claro ya que un compuesto es una combinación química formada por átomos diferentes en proporción invariable. Otra definición es como una sustancia de composición definida en la que se combinan dos o más elementos.

En este concepto presenta dificultades tanto en tareas de representación como en aquellas en las que el alumno ha de emplear su concepto de compuesto para explicar lo que se le pide en la tarea.

Y aquí lo que se observa es el asociar el concepto de molécula exclusivamente la de compuesto. La asociación átomo-elemento que normalmente suele ir unida a la de molécula compuesto. La primera de estas asociaciones explica las dificultades que habitualmente los alumnos encuentran para clasificar los elementos poli atómicos como tales elementos. Puede que un posible origen de estas concepciones propias de la teoría Daltoniana, este en los significados cotidianos de los términos elemento y compuesto. Así elemento se identifica con algo simple y compuesto con algo formado por otras unidades.

124

PREGUNTA 12 REFERENTE A MEZCLAS, COMPUESTO, ELEMENTO Y COMPUESTO ORGÁNICO.

12) A partir de las sustancias siguientes responda a las preguntas

- a) CO_2 , H_2O
- b) C, Fe
- c) Aire, una disolución de azúcar en agua
- d) $\text{CH}_3\text{-CH-OH}$, polímeros
- e) granito, arena de playa

- A) Cual es una mezcla homogénea _____
- B) Cual es un mezcla heterogénea _____
- C) Cuales son compuestos químicos _____
- D) Cuales son elementos _____
- E) Cuales son compuestos orgánicos _____

A) Mezcla homogénea 51.42% contestaron bien 48.57% contestaron mal .

En este caso vemos que más o menos la mitad contesto bien y la otra mitad mal lo que me permite mencionar que existe una gran dificultad para distinguir una mezcla homogénea con respecto a una heterogénea a compuestos químicos, compuestos orgánicos puesto que las diferencias a nivel perceptivo son inexistentes y dicha confusión puede deberse a que la diferencia entre compuesto y mezcla no son perceptibles desde el punto de vista macroscopico, sino que lo son a nivel microscópico, lo que nos indica de nuevo, la importancia de lo perceptivo en las ideas del alumno. Otro aspecto considerado en la dificultad de la comprensión de este concepto es una visión continua de la estructura de la materia.

125 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo, M. Limón , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia

B) Mezcla heterogénea 34.28% contestaron bien 65.71% contestaron mal.

Este aspecto se ve mucho más notoria la ausencia de diferencias perceptivas entre compuestos y disoluciones y una visión continua de la materia que impide a los alumnos representarse estos fenómenos en términos corpusculares.

C) Compuesto químico 54.28% contestaron bien 45.71% contestaron mal.

La diferencia es mínima pero se observa dificultad en cuanto a este concepto por lo que se observa que se sigue teniendo una visión continua de la materia lo que una vez mas explica esta mínima diferencia en cuanto a la respuesta. Por lo que es evidente que si no se mantiene un modelo corpuscular de la materia no puede explicarse porque no varían las proporciones en que se combinan los elementos para formar un compuesto.

D) Elemento 91.42% contestaron bien 8.57% contestaron mal.

En este caso observamos que el alumno identifica correctamente el diagrama correspondiente a un elemento es decir que el concepto de elemento parece ser más fácil de adquirir que los de compuesto y mezcla.

E) Compuesto orgánico 42.85% contestaron bien 57.14% contestaron mal.

Aquí observamos como mencione en el caso de compuesto químico no hay una claridad en este concepto, se observa con una visión continua de la materia y aun más no distingue cuando se trata de un compuesto orgánico. ¹²⁵

REFERENTE A GASES

3) Si decimos que la materia esta formada de pequeñas partículas tales como los átomos y las moléculas. Podríamos representar las partículas de los distintos gases Así:

¿De acuerdo a lo anterior que hay entre estas partículas?

- a) más aire (28%)
- b) otros gases (17.14%)
- c) nada (45.85%)
- d) una sustancia muy ligera que lo rellena todo. (11.42%)

Con respecto a esta pregunta la respuesta de mayor porcentaje es el inciso c) que se obtuvo un 45.85% del total de los alumnos que respondieron de esa manera. Por lo que analizando sus concepciones alternativas son desde el punto de vista que conciben las partículas con rasgos microscopios y son incapaces de diferenciar entre el análisis microscópico de la materia (las partículas y sus interacciones y la percepción macroscópica de la apariencia que adopta esa misma materia)

Stavy opina coincidiendo con Nussbaum que los aspectos de la teoría corpuscular peor asimilados por los alumnos son aquellos que se separan más de sus concepciones previas sobre la naturaleza de la materia. Estos aspectos para ellos son: el espacio vacío entre las partículas, el movimiento intrínseco de las mismas y la interacción entre las partículas. ¹²⁶

125 J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limon , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia

126 J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limon , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia.

84 Juan Antonio Lloréns Molina . Comenzando a Aprender Química. Ideas para el Diseño Curricular. Todo el libro

5) Que crees que sucede en una olla express cuando cocinamos en ella ¿ por que es que los alimentos se cocinan más rápido ?

- a) aumenta la presión y por lo tanto disminuye la temperatura
- b) aumenta la presión y aumenta la temperatura (94.28%)
- c) disminuye la presión y disminuye la temperatura
- d) disminuye la presión y aumenta la temperatura (5.71%)

En esta pregunta la respuesta que obtuvo el mayor porcentaje 94.28% fue el inciso b) que indica que al aumentar la presión aumenta la temperatura y la respuesta es correcta, pero se puede deber a que es un hecho cotidiano es decir de sus experiencias cotidianas extrae las características que en este caso tienen los gases dentro de un sistema a presión. Pero esto no indica que tengan claro el aspecto corpuscular de la materia ya que algunas propiedades de los gases necesitan introducir ciertas magnitudes una de ellas es la presión.¹²⁷ Esta magnitud esta estrechamente relacionada con el movimiento de los gases o nada para ser más exactos con el movimiento de las partículas de esos gases responsables de que ejerzan fuerzas sobre los objetos con los que están en contacto. Asi como también la magnitud de la temperatura en los gases ya que se considera que el alumno percibe a un gas con respecto a la temperatura que cuando se calienta el aire aumenta la presión; y bien que si un frasco que esta al sol se dice que tiene más aire por que el aire se expande al calentarse. Estas ideas respecto a los gases están dominadas por las percepciones.¹²⁸

14) Después de muchos experimentos los científicos han llegado a las siguientes conclusiones :

- a) todas las cosas están hechas de pequeñas partículas
- b) estas partículas se mueven en todas direcciones
- c) la temperatura afecta a la velocidad de movimiento de las partículas.
- d) las partículas ejercen fuerzas unas contra otras.

Empleando estas ideas responde a la siguiente pregunta, inflamos un balón de fútbol durante el día. Por la noche cuando la temperatura desciende el balón se desinfla

127 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo, M. Limón , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. CLDE. Ministerio de Educación y Ciencia
128 ibid 120

¿porque? (el balón no tiene ningún agujero y por tanto no pierde aire.)

Esta pregunta esta relacionada o bien se considera para conocer la interpretación que los estudiantes establecían con respecto a un fenómeno cotidiano. En primer término se establecen los principios de la teoría cinético molecular:

- a) todas las cosas están hechas de pequeñas partículas
- b) estas partículas se mueven en todas direcciones
- c) la temperatura afecta a la velocidad de movimiento de las partículas.
- d) las partículas ejercen fuerzas unas contra otras.

Las respuestas fueron las siguientes: 57.14% explican el fenómeno considerando los gases formados de partículas que tienen movimiento desordenado cuyo volumen aumenta o disminuye en función de la temperatura producto de la energía cinética desarrollada. Existe una buena interpretación de los enunciados precedentes.

17.14% describen el fenómeno en función de la temperatura no lo relacionan con los principios de la teoría cinética.¹²⁹

8.57% no contestaron.

17.14% no lo pudieron explicar.

Es decir que todos estos alumnos tienen problemas en interpretar un fenómeno sobre la base de antecedentes teóricos proporcionados en cursos anteriores.

De acuerdo con Llorens Novick y Nussbaum existe un alto grado de familiaridad del alumno con el modelo corpuscular por ejemplo muchos fenómenos cotidianos van acompañados de movimientos desordenados. Sin embargo existen muchas dificultades para asimilar estas ideas. Lo anterior muestra que los alumnos:

- A) Asignan propiedades macroscópicas a las partículas, se piensa que lo mismo ocurre en un nivel micro.
- B) En los alumnos que han desarrollado la noción de la naturaleza discontinua de la materia persisten sus confusiones en la delimitación de los niveles macro y microscópicos.

¹²⁹ ibid 127

C) Lo cual conduce a una deficiente comprensión de los postulados de la teoría cinética molecular.

D) Falta de comprensión de las magnitudes de presión, volumen y temperatura y su interrelación en la caracterización de los estados de agregación de la materia.

E) Ausencia de las nociones de conservación de masa y volumen.¹³⁰

REFERENTE A ENERGÍA

9) Cuando el agua en una presa esta sin movimiento que tipo de energía posee (1)_____ cuando esta agua se libera y desciende por un cause o tubería que tipo de energía tiene (2)_____. Y si esta energía a su vez sirve para impulsar turbinas y generadores que tipo de energía se produce (3)_____.

Respuestas

(1) Potencial 42.85% Cinética 25.71% Estática 22.84% sin contestar 8.57%

(2) Cinética 60% Potencial 14.28% otras 11.42% Sin contestar 14.28%

(3) Eléctrica 37.14% Mecánica 22.85% Otras 22.85% Sin contestar 17.14%

En este caso se observa que el alumno reconoce perfectamente bien a la energía potencial como energía en virtud de su posición y la energía cinética en virtud de movimiento y a la energía eléctrica como aquella que se produce después de estas dos para dar movimiento a turbina y generadores, lo cual nos indica que el termino energía es un concepto más abstracto ya que por ejemplo la materia siempre es más fácil de comprender porque podemos ver y tocar la materia. Por lo tanto definiendo la energía decimos que es la capacidad para realizar trabajo o transferir calor. Las moléculas pueden poseer energía porque esta en movimiento (energía cinética) o en virtud de su posición (energía potencial).¹³¹

Pero se dice que en química es relacionar los cambios de energía que observamos en el mundo macroscopico con la energía cinética o potencial de los sistemas en el nivel atómico o molecular, es decir desde la discontinuidad de la materia o desde el punto de vista corpuscular. Es decir muchas sustancias como los combustibles, liberan energía cuando reaccionan. Esta energía química tiene su origen en la energía potencial almacenada en las organizaciones de átomos de la sustancia.¹³²

130. J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo, M. Limón, A. Sanz Serrano. *Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia.

131. A. Garriz, J.A. Chamizo. *Química*. pp. 260, 290

132. *ibid* 130

Lo cual en esta pregunta no se esta observando es decir la pregunta es demasiado general con respecto a la energía sin involucrar ningún aspecto molecular o atómico por lo que las respuestas fueron adecuadas ya que este es un fenómeno de la cotidianidad y el alumno lo percibe en su entorno donde se encuentra y por lo tanto fue posible contestar adecuadamente la pregunta, estuvo mal planteada ya que no respondió a lo que se necesitaba indagar respecto a las ideas previas de los alumnos del concepto de energía a nivel molecular o atómico.¹³³

REFERENTE A REACCIÓN QUÍMICA

10) A continuación presentamos la ecuación química de la combustión del alcohol :



Por medio de esferas, represente dicha ecuación **balanceada**



No contestaron 54.28%; Sin balancear y con la representación mal 28.57%;

Mal Balanceada con la representación mal; 5.71% Bien balanceada con la representación mal 8.57%; Bien balanceada y bien representada 2.85%.

13) Balancee la siguiente reacción química



Balanceo Correcto 62.85% Balanceo incorrecto 20% Sin contestar 17.14%

En estas preguntas lo que se observa en el alumno es una inconsistencia en sus respuestas ya que había que representar nuevamente con esferas pero balanceada la ecuación, pero con esto no damos cuenta que el alumno todavía no entiende que la materia esta constituidas por partículas y por lo tanto no puede dar un paso más que le lleve a discriminar entre ellas distinguiendo átomo como la menor partícula de un elemento que conserva sus propiedades y puede participar en una reacción química, y

133 . T. L. Brown, H.E. LeMey, Jr. Bruce E. Bursten. Química la ciencia central . Pp. 146,147 y en general.

molécula la partícula mínima de una sustancia pura que posee la composición y propiedades de dicha sustancia con existencia independiente.

Ya que el alumno no comprende que la naturaleza de la materia es obviamente concebirla de modo discontinuo, esto es formada por partículas es decir un visión corpuscular que no es común entre los alumnos. Ellos conciben que la estructura de la materia es continua un todo en el que no se pueden diferenciar partes.

A su vez en este caso se observa que el concepto previo de compuesto químico no esta muy claro ya que un compuesto es una combinación química formada por átomos diferentes en proporción invariable. Otra definición es como una sustancia de composición definida en la que se combinan dos o más elementos.

En este concepto presenta dificultades tanto en tareas de representación como en aquellas en las que el alumno ha de emplear su concepto de compuesto para explicar lo que se le pide en la tarea.

Y aquí lo que se observa es el asociar el concepto de molécula exclusivamente la de compuesto. La asociación átomo-elemento que normalmente suele ir unida a la de molécula compuesto. La primera de estas asociaciones explica las dificultades que habitualmente los alumnos encuentran para clasificar los elementos poli atómicos como tales elementos. Puede que un posible origen de estas concepciones propias de la teoría Daltoniana, este en los significados cotidianos de los términos elemento y compuesto. Así elemento se identifica con algo simple y compuesto con algo formado por otras unidades.

Como se sabe las sustancias químicas están formadas por combinaciones de átomos de uno o más elementos, las moléculas. Estas moléculas pueden sufrir una interacción para dar lugar a otras diferentes, este proceso recibe el nombre de reacción química. En este proceso a partir de unas sustancias a las que llamamos reactivas se obtienen unas sustancias diferentes llamadas productos. Se produce una reorganización de los átomos combinados en las moléculas de los reactivos para obtener otras moléculas diferentes las de los productos.

En las reacciones químicas se conserva el número de átomos de cada elemento, el número de átomos al principio es igual al número de átomos al final, por tanto la masa total de las sustancias que reaccionan es igual a la masa total de las sustancias que se obtienen. Esta expresión conocida como la ley de la conservación de la masa, enunciada por Lavoisier es la base de las leyes estequiométricas que explican las relaciones cuantitativas dentro de las reacciones químicas. Para que los alumnos puedan

comprender correctamente las reacciones químicas deben manejar con soltura la noción de discontinuidad de la materia. No solo es su aspecto más elemental las partículas son átomos que se combinan formando moléculas. Por otra parte, deben comprender la conservación de estas partículas durante el transcurso de la reacción.

En toda reacción química se cumple la llamada ley de la conservación de la masa, también conocida por ley de Lavoisier. A partir del desarrollo de la teoría atómico molecular dicha ley puede enunciarse de la siguiente manera: el número de átomos de cada elemento se conserva a lo largo de la reacción.

Cuando se escribe una reacción antes de realizar ningún cálculo con ella debemos proceder a ajustar los coeficientes de cada molécula, es decir indicar cuantas moléculas de cada clase participan de forma que se cumpla la ley de conservación de la masa.

Los métodos empleados habitualmente para el ajuste de reacciones químicas son:

- por tanteo
- formando un sistema de ecuaciones
- método del ión electrón
- método del número de oxidación.

Los dos últimos se utilizan nada más que en el caso de que se trate de una reacción de oxidación reducción. En cuanto a los dos primeros los más generales hay que tener en cuenta que el usado más habitualmente es el método de tanteo.

La comprensión del proceso y del significado del ajuste de ecuaciones químicas lógicamente requiere que nuestros alumnos comprendan previamente gran cantidad de conceptos básicos de la química, principalmente aquellos que se refieren a la reacción química.

El ajuste de reacciones químicas esta conectado directamente con dos de los tres grandes problemas cognitivos del estudio de la química, la discontinuidad y la conservación de la materia. La comprensión y el desarrollo del proceso exige conocer y entender, en primer lugar, que la materia esta formada por átomos que se combinan entre si y que de estas combinaciones, se obtienen nuevos compuestos. En segundo lugar es necesario comprender correctamente la ley de conservación de la masa en su forma atómica.

Sin embargo en muchas ocasiones los cuatro métodos de ajuste citados se limitan a ser una técnica algorítmica. Así se observa que los estudiantes son capaces de ajustar ecuaciones correctamente sin entender el significado de las fórmulas en términos de las

partículas que los símbolos representan. Se limitan a una eficaz manipulación matemática dándose casos de alumnos que no son capaces de ajustar una reacción de descomposición sin previamente describirla como una reacción de síntesis, ajustarla y posteriormente volver a invertirla.

Se considera necesario para ajustar una ecuación considerar todos los conocimientos previos que son necesarios como:

Átomo, estructura atómica, configuración electrónica, valencia, enlace, radical, molécula, fórmula molecular, relación molar, ecuación ajustada.

Se ha encontrado que algunas de las dificultades que encuentran los alumnos son debidas a una interpretación incorrecta del lenguaje químico. Así no distinguen entre los subíndices de las fórmulas y los coeficientes de las moléculas que participan en la reacción. Para ellos los coeficientes y los subíndices proporcionan la misma información, la función de los coeficientes solo es multiplicar para igualar la ecuación.

Se ha observado también que cuando utilizan el método por tanteo, influye el número de etapas necesarias para el ajuste. A mayor número de etapas mayor dificultad para los estudiantes. Esto se ha tratado de explicar teniendo en cuenta la capacidad mental necesaria para la resolución del problema. Así el ajuste de las ecuaciones más complejas frente a las más simples, supone un aumento de la exigencia de capacidad mental. Se ha encontrado una correlación significativa entre esta y la habilidad para ajustar las ecuaciones más complejas, sin embargo, no existe tal correlación en el ajuste de las más simples.

Algunos autores han estudiado la relación que existe entre el nivel cognitivo de los estudiantes y la habilidad en el ajuste de reacciones químicas.¹³⁴

Y observamos que por ejemplo como es el caso de pregunta 10 y la 13 se requiere el método de tanteo se requiere la utilización del pensamiento formal Niaz y Lawson han encontrado una correlación significativa entre la habilidad para el ajuste y el nivel cognitivo. Creen que esto es debido a que el ajuste utilizando el método de tanteo, exige un análisis de combinación y posibilidades utilizando un modelo hipotético deductivo de la forma si..... entonces..... por lo tanto.

A pesar de esto algunos estudiantes con razonamiento concreto son capaces de ajustar correctamente algunas de las ecuaciones.¹³⁵

134 J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo *Aprender y enseñar química* . todo el libro.

135 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo. *Aprender y enseñar química* .

REFERENTE A LA REPRESENTACIÓN CUANTITATIVA DE LA MATERIA

11) Determine cuantas moléculas, átomos, masa molar, moles y gramos están presentes en la siguiente reacción:



Datos

peso atómico

H = 1.00 g/mol

Cl = 35.45 g/mol

Hidrógeno	Cloro	Cloruro de Hidrógeno
___ moléculas	___ moléculas	___ moléculas
___ átomos	___ átomos	___ átomos de H + ___ átomos de Cl
___ masa molar	___ masa molar	___ masas molares
___ mol	___ mol	___ moles
___ g.	___ g.	___ g.

Sin contestar 34.28%

Moléculas -- Bien contestada 28.57% -- Mal contestada 37.14%

Átomos -- Bien contestada 17.14% -- Mal contestada 48.57%

Masa molar -- Bien contestada 8.57% -- Mal contestada 57.14%

Mol -- Bien contestada 14.28% -- Mal contestada 51.42%

g -- Bien contestada 8.57% -- Mal contestada 57.14%

En cuanto a el aspecto de la cuantificación de relaciones es decir la representación cuantitativa, comprende los cálculos que han de realizarse en el estudio de la química que están basados en la medida del número de partículas (átomos, moléculas) que intervienen en un proceso y en su conservación a lo largo de el.

Las principales aplicaciones cuantitativas de la química:

– cálculo de moles

– cálculo de número de partículas (átomos)

En química las medidas a partir de la introducción de la teoría atómico-molecular, los fenómenos químicos empiezan a interpretarse a nivel microscópico en función de los

átomos y moléculas que intervienen, siendo necesario conocer el número de partículas que intervienen en un determinado proceso. Por ejemplo necesita conocer el número de moléculas de hidrógeno que intervienen en una reacción, la relación entre la proporción de las masas de los elementos que forman un compuesto y la proporción en que se encuentran los átomos dentro de su molécula.

La palabra mol deriva del latín moles, que significa montón, masa o pila. Lo que indica que, con independencia de la definición de mol que el químico acepte, siempre se ha de pensar en un número concreto de partículas. El mol, unidad en el Sistema Internacional de la magnitud Cantidad de Sustancia. Así pues la definición de mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg de carbono-12. Al emplearse el mol debe especificarse el tipo de entidades elementales; estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras entidades o grupos especificados de tales entidades.

Pero como lo observamos en las respuestas de la pregunta existen errores y dificultades por parte del alumno en el manejo del concepto de mol. El concepto de mol es, sin duda uno de los que más problema plantea en la enseñanza de la química. Su dificultad es ampliamente reconocida. Por otra parte es un concepto imprescindible para el desarrollo de las relaciones cuantitativas en la mayoría de los temas de química.

La dificultad conceptual del mol puede ser atribuible, en parte a su posición en la cima de la jerarquía de los conceptos relacionados con él. Gowe, Daniels y Lloyd realizaron un análisis jerárquico de los conceptos implicados en la resolución de problemas de moles y en el distinguen dos jerarquías que conducen al mol, una de conceptos teóricos y otra de conceptos empíricos. Los teóricos son: fórmula molecular, fórmula empírica, molécula, átomo; los empíricos son: compuesto, elemento, cambio físico, cambio químico, mezcla, estado físico, compuesto. Las primeras dificultades que encuentran los estudiantes de química con el concepto de mol aparecen ya en su definición ya que resulta tan abstracta que terminan por aprenderla de memoria sin llegar a comprender su significado. Desde que se empezó a utilizar el concepto de mol se ha definido de tres formas diferentes: como porción de sustancia, como unidad de masa y en el sentido de número. Se observa que persiste la utilización de estas definiciones, principalmente la definición del mol como unidad de masa. Esto podría tener una explicación en el hecho de que esta definición es la que más se ha utilizado, lo que, unido a que muchos de los cálculos que se realizan en química están basados en medidas de masa, oscurecen el concepto. Cuando se utiliza esta definición, en el sentido de masa, los

alumnos pueden prescindir de la naturaleza discontinua de la materia y no ver la masa molar como una medida de un número fijo de partículas. Se limitan a establecer una proporción entre la masa y los moles, siendo la constante de proporcionalidad la masa atómica o la masa molecular, según los casos. Realizan sus cálculos de forma mecánica y no establecen ninguna conexión entre los resultados que obtienen y su significado químico.

En la utilización e interpretación del concepto de mol se observa que aparece una cierta confusión entre conceptos relacionados con él. Ya que no diferencian entre un mol de átomos, un mol de moléculas. Estas dificultades podrían ser explicadas por la semejanza fonética entre palabras como mol, molécula, molar, molecular etc.

Desde el punto de vista operativo el gran problema del cálculo de moles, de su relación con otros conceptos o de su aplicación a los cálculos en otras partes de la química es la utilización del cálculo proporcional. Dificultades de esta naturaleza serían, por ejemplo: la incapacidad de coordinar las relaciones de moles con los subíndices de la fórmulas o con los coeficientes de las reacciones. Con todo esto se puede concluir que en el concepto de mol y en su aplicación a los problemas de química se dan cita las tres grandes dificultades conceptuales que aparecen en la comprensión de la química: continuidad/discontinuidad de la materia, la conservación y la cuantificación. El concepto de mol implica el paso de macroscópico a lo microscópico, de lo observable a lo no observable, la comprensión de la discontinuidad de la materia y, a la hora de aplicarlo en los cálculos químicos, la necesidad de utilizar el cálculo proporcional, sin olvidarnos que, en numerosas ocasiones, las relaciones cuantitativas en las que se utiliza incluyen la necesidad de tener presente la conservación de la materia.

En definitiva, en el concepto de mol se reúnen todos aquellos aspectos que hacen difícil la comprensión de la química. No debemos, por tanto, extrañarnos de las grandes dificultades que encuentran los estudiantes en la comprensión y utilización de este concepto tan fundamental.¹³⁶

136 . J.I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limón , A. Sanz Serrano. Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia

REFERENTE A APLICACIONES Y COMPUESTOS ORGÁNICOS

15) Mencione cuales son las aplicaciones del petróleo y sus derivados.

En esta pregunta solo el 8.57% contestaron más explícitamente, es decir considerando que el petróleo se transforma y se obtienen compuestos orgánicos y se usa para algunos derivados, es correcto mencionar que a partir de reacciones químicas se obtienen esos derivados como plásticos, resinas entre otros.

Con esto me permite darme cuenta que el alumno tiene conceptos muy generales desde el punto de vista de lo cotidiano es como lo puede explicar es decir de como percibe a simple vista no más detallado y con esto nos damos cuenta nuevamente que tiene una manera de ver la materia de forma continua; macroscopicamente, ya que el 85.71% solo mencionaron productos derivados del petróleo pero nada de sus aplicaciones.

Finalmente se analizo cada pregunta con su respuesta y se determina que los alumnos a los que se les aplico el cuestionario provienen de instituciones del mismo IPN es decir su nivel medio superior es la vocacional, institución que hasta el momento no ha cambiado su proceso de enseñanza aprendizaje tradicional en ocasiones con algunas variantes pero finalmente una enseñanza para la acumulación de conocimientos y como lo podemos observar en sus respuesta que no son muy claras es decir no representa que ellos tengan un conocimiento significativo, es por lo que posteriormente les es muy difícil adquirir conocimientos químicos más complejos. Se realizo y se aplico dicho cuestionario para evaluar o determinar si el alumno tenia o había obtenido un aprendizaje significativo en sus periodos anteriores a cursar un nivel profesional como lo es en la ESIME Unidad Culhuacan en la Carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica del IPN.

En este caso se muestra la existencia de una serie de ideas previas de los alumnos respecto a las partículas que dificultan la comprensión no solo de estructura de la materia sino también de otras nociones como las diferencias entre los tres estados de agregación de la materia, los cambios de estado o las reacciones químicas.

La mayor parte de los estudios sobre las ideas de los alumnos con respecto a la estructura de la materia son de carácter exclusivamente descriptivo y no realizan un análisis explicativo de los datos obtenidos, careciendo asimismo de un marco teórico que integre las aportaciones de las distintas investigaciones. Pero a pesar de esto existen dos aspectos fundamentales que podría resumir la mayor parte del contenido de los trabajos en esta área. En primer lugar parece bastante claro, que la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia presenta grandes dificultades para muchos alumnos incluso después de haber recibido instrucción en este tema. Sostienen una concepción continua de la materia, concibiéndola como un todo indiferenciado. En segundo lugar suponiendo que el alumno haya asumido una visión discontinua el siguiente problema que se plantea es si existe una comprensión real de la misma. Ello implica que el alumno sea capaz de hacer referencia espontáneamente a dichas partículas para explicar fenómenos como por ejemplo, los cambios de estado, y que les atribuya determinadas características de acuerdo con los presupuestos de la teoría cinético-molecular de partículas. Y con los resultados obtenidos nos damos cuenta que la gran mayoría no se logra observar que el alumno tenga un aprendizaje significativo y por lo tanto no será posible que lo aplique en la adquisición de nuevos conceptos como es el caso de conocimientos de química más complejos.

Cuando evaluamos el rendimiento de los alumnos sobre diferentes conceptos nos encontramos con el problema de que lo que evaluamos realmente es si maneja la estrategia que se requiere en ese problema, pero desconocemos si comprenden el concepto que se esta poniendo en juego es decir, no sabemos si lo que están resolviendo es un ejercicio o un problema ¹³⁸

El alcanzar el último estadio de desarrollo cognitivo, es decir, el estadio de las operaciones formales descrito por Inhelder y Piaget, le confiere al alumno una serie de capacidades o habilidades necesarias para hacer o comprender ciencia. Distintos autores han intentado relacionar los rasgos del pensamiento formal piagetiano y la comprensión de los conceptos químicos por parte de los alumnos. Así la tesis de Herron es que el aprendizaje de conceptos químicos estaría relacionado sustancialmente con el nivel de desarrollo intelectual de los estudiantes. Sin embargo, los datos que se manejan apuntan que por encima del 50% de los alumnos en enseñanza secundaria no manejan las operaciones formales. ¹³⁹

138 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo., M. Limón , A. Sanz Serrano Procesos Cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de Educación y Ciencia

139 . J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo Aprender y enseñar química

V. CONSIDERACIONES FINALES

5.1 ANÁLISIS DE LAS POSIBLES PROPUESTAS PEDAGÓGICAS

Como se pudo observar al aplicar el instrumento los resultados nos indicaron que el alumno tiene conceptos en base a ideas previas por experiencia propia pero no realmente por una comprensión de los mismos ya que la mayoría de las preguntas en sus respuestas no son totalmente lógicas se ve que son por intuición por experiencia pero no por una construcción real del conocimiento.

La evaluación de los conocimientos previos se realizó a un nivel de que si ellos eran capaces de construir el conocimiento.

Según Ryle las personas disponemos de dos tipos de conocimientos bien diferenciados que cumplen funciones distintas. Un saber declarativo consistente en nuestros conocimientos descriptivos o factuales sobre el mundo, pero también un saber procedural (o procedimental) consistente en los procedimientos efectivos que disponemos para actuar sobre el mundo.

El conocimiento declarativo describe cosas que sabemos y podemos expresar verbalmente.

El conocimiento procedimental está constituido por habilidades efectivas cosas que sabemos hacer normalmente de modo automático, aunque no siempre podamos describirlas verbalmente.

Recientemente Wellington ha sugerido la posibilidad de distinguir un tercer tipo de conocimiento llamado explicativo, que no consistiría ni en descripciones de hechos ni en secuencias de acciones, sino en saber porque se producen esos hechos o porque es preciso ejecutar de una forma determinada.

El conocimiento explicativo o saber por qué no sería reducible a los anteriores e implicaría el dominio de modelos teóricos analogías o marcos de referencia que darían significado a los hechos y a las acciones correspondientes a los otros dos tipos de conocimientos.

Sin embargo por razones epistemológicas como psicológicas la comprensión de la ciencia por los alumnos estaría relacionada fundamentalmente con el conocimiento explicativo de los alumnos. El principal problema de la

comprensión de la ciencia es el dominio por parte de los alumnos de los sistemas conceptuales y las teorías científicas que Wellington engloba dentro del conocimiento explicativo.

En el análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario aplicado el objeto de analizar este es el conocimiento explicativo que sobre la ciencia poseen los alumnos y este lo situaremos en el contexto del pensamiento causal que posee el alumno.

Cuando en el aula se introducen preguntas que empiezan con un por qué requiere el alumno la puesta en marcha de procesos psicológicos bien distintos de los necesarios para responder a preguntas de tipo descriptivos.

Buena parte de los datos acumulados sobre las concepciones alternativas se basan en tareas que exigen al alumno ir más allá de la descripción de lo observado para adentrarse en el neblinoso mundo de las causas y los efectos.

Aunque la descripción de hechos esté lejos de ser simple y directa ya que tanto la epistemología como la psicología contemporánea muestran que la percepción y la observación están cargadas de teoría lo cierto es que la búsqueda de causas para lo observado implica introducirse en un nivel más complejo que requiere el dominio de sistemas conceptuales y teóricos no siempre similares a lo percibido si la percepción nos proporciona hechos cargados de teoría, la explicación requiere teorías salpicadas de hechos. Muchas de las dificultades en la comprensión de la ciencia por los alumnos parecen estar relacionadas con las limitaciones de los alumnos para dominar las explicaciones científicas.

Se considera a las concepciones alternativas están centradas en las explicaciones causales que dan los alumnos sobre los fenómenos científicos, por lo que el pensamiento causal puede ser un marco teórico desde el cual interpretar los datos acumulados.

Funcionamiento del pensamiento causal.

Tener ideas previas influyentes y reacias al cambio no es algo que caracterice a los alumnos que estudian ciencias, sino que más bien es un rasgo que define al funcionamiento cognitivo del ser humano. Estas ideas entendidas

como una parte de nuestro pensamiento causal, cumplen una función muy importante en nuestro equilibrio cognitivo, que justifica su ubicuidad y resistencia al cambio.

Todas las relaciones causales que establecemos los humanos estas sujetas a un conjunto de limitaciones formales predeterminadas. Por ejemplo, para que admitamos la existencia de una relación causal, la causa ha de preceder siempre o como máximo ser simultánea al efecto, siempre que se producen las mismas causas deben seguirse los mismos efectos. Cada una de estas limitaciones constituye un principio del pensamiento causal.

Una de las formas de entender por qué tenemos ideas causales tan influyentes y persistentes sobre la realidad es comprender las funciones que el pensamiento causal tiene en nuestra vida ordinaria. Nuestras ideas o conceptos sirven en palabras de Bruner, Goorow y Austin para liberarnos de la esclavitud de lo particular. De un modo más específico parecen cumplir dos funciones fundamentales para nuestra supervivencia física y mental. En primer lugar nos permiten predecir acontecimientos futuros, deseados o temidos, pero además las podemos controlar.

Pero a su vez en los seres humanos el problema no es solo predecir y controlar sino también explicar o bien si se prefiere atribuir un efecto a una determinada causa.

Una de las razones para la resistencia de los alumnos al cambio conceptual puede ser que la nueva explicación no dé cuenta, a los ojos de los alumnos todo lo que su concepción por alternativa que sea controla y explica.

Pero si la explicación causal de los hechos es tan relevante para nuestro funcionamiento cognitivo cabe esperar que las personas dispongamos de procedimientos eficaces y poco costosos para obtener información causal sobre el mundo.

A pesar de las diferencias culturales y educativas entre las personas, parece haber ciertos procesos cognitivos comunes a la formulación y el mantenimiento de las explicaciones causales. Esos procesos están relacionados con los principales componentes identificados en el pensamiento causal.

En las explicaciones causales que utilizamos cotidianamente las personas pueden identificarse tres componentes o elementos diferenciados: unos de carácter general, que establecen un marco en el cual realizar nuestras explicaciones causales, unas reglas de inferencia que utilizamos para buscar las posibles causas de un fenómeno observado y nos conduce a fijarnos en ciertos antecedentes y unas ideas o expectativas sobre cuales son las causas más probables de ciertos hechos, extraídas de los conocimientos o saberes producto de nuestra experiencia anterior. Las reglas de inferencia que permitirían decidir entre varias ideas o relaciones plausibles presentes en un mismo fenómeno y que ayudarían de este modo a la construcción de teorías.

Los principios generales de la causalidad serían los que menor interés tendrían para la enseñanza de la ciencia, ya que de existir serían unas leyes generales del pensamiento causal de las que las personas dispondríamos posiblemente con un fuerte componente innato.

Cuando se carece de cualquier conocimiento o idea previa sobre la naturaleza y el funcionamiento de algo se busca la causa según ciertas reglas o criterios habitualmente usados en nuestro pensamiento causal. Cuando carecemos de expectativas determinadas sobre las causas de un fenómeno o cuando esas expectativas son muy débiles y ese es el caso de los alumnos ante muchas tareas tendemos a buscar esas causas siguiendo ciertas reglas de razonamiento que han sido estudiadas por la filosofía occidental a partir de Hume.

Esas reglas que constituyen parte de nuestro razonamiento cotidiano y que nos sirven para buscar explicaciones a las situaciones nuevas o imprevistas incluirían entre otras a la contigüidad espacial y temporal, la semejanza o la covariación entre causa y efecto. Aunque respetan los principios generales de la causalidad, estas reglas tienen una eficacia limitada y de hecho no son asumidas hoy en casi ningún área de teorización científica. Sin embargo resultan útiles en la vida cotidiana ya que son de fácil aplicación y suelen conducir a explicaciones que, si no científicamente correcta, permiten una cierta predicción y control sobre los acontecimientos que es una de las funciones del pensamiento causal.

Las reglas de inferencia causal habitualmente usadas por los alumnos en su búsqueda de explicaciones para los fenómenos científicos, ya que consideramos que estas reglas son el fundamento psicológico de lo que algunos autores han denominado la metodología de la superficialidad origen de buena parte de las concepciones alternativas de los alumnos.

Las reglas de inferencia se utilizan para buscar causas a fenómenos contrarios a nuestras expectativas o para los cuales carecemos de explicaciones previas.

Esto mismo ha sucedido en el estudio de la comprensión de la ciencia por los alumnos, en el que el interés se ha centrado últimamente en sus concepciones alternativas.

Mientras que el conocimiento cotidiano y las concepciones alternativas son en buena medida conocimiento cotidiano es muchas veces descriptivo, el conocimiento científico debe ser explicativo. El cambio conceptual, desde este punto de vista, implica también el paso de un tipo de conocimiento a otro, lo que trae consigo no solamente la sustitución de unas ideas por otras sino el cambio de un tipo de conceptos a otros y la aparición de nuevas formas representación y organización del conocimiento.

Como puede observarse, tanto las reglas de inferencia entendidas como procedimientos para indagar en la realidad, como las ideas o teorías causales, esos conocimientos previos de los alumnos en los que según la posición constructivista debe basarse la enseñanza, constituyen núcleos esenciales de la educación científica. No se trata de primar uno en detrimento de otro, sino más bien de conocer la conexión que existe entre ellos y el modo en que unas reglas y otras las ideas se adquieren y desarrollan.

Las principales limitaciones de los jóvenes con respecto a la comprensión de la ciencia se deberían no tanto a que no fueran capaces de razonar de modo complejo - superando una búsqueda causal superficial, por ejemplo mediante un riguroso control de variables- cuanto a carecer de teorías más elaboradas, alternativas a sus concepciones alternativas, sobre los fenómenos científicos- que

les informen sobre que variables hay que controlar- y a su falta de destreza en utilizar los procedimientos de que disponen - cuando hay que controlar variables.

El aprendizaje de la ciencia es ante todo un proceso de cambio conceptual, pero el cambio metodológico, entendido como una superación de esa metodología de la superficialidad ya que esta sería un complemento inseparable del cambio conceptual. Aunque la comprensión de los conceptos científicos sea un objetivo irrenunciable de la enseñanza de la ciencia, ya que sin esos conceptos es imposible un acercamiento científico a la realidad, no basta con promover en los alumnos un cambio conceptual si éste no va acompañado de un cambio en las reglas usadas para inferir o buscar causas en situaciones nuevas. De poco valdría, si es que fuera posible, hacer accesible a los alumnos las teorías científicas más avanzadas sin modificar también la metodología que utilizan para extraer nuevas causas. Esa metodología, constituida por reglas de razonamiento cotidiano, se halla en el origen de las propias concepciones alternativas que según algunos autores, obstaculizan la comprensión de conceptos científicos. Si queremos que los alumnos comprendan mejor los hechos científicos es necesario acudir al origen de esas concepciones. Ya que de causalidad estamos hablando, de poco vale actuar sobre el efecto sin modificar la causa. El problema es que, en el caso del aprendizaje de la ciencia, todo parece indicar que conceptos y procedimientos se implican mutuamente, por lo que no es posible una enseñanza de la ciencia que prescindiera de uno de ellos.

Por lo tanto para enseñar ciencia hay que modificar las ideas de los alumnos, por lo que no basta con conocer estas sino que además es necesario acudir a sus orígenes, ya que de lo contrario eliminaríamos el síntoma pero no las causas. En este caso nos centraremos en los procesos cognitivos del alumno que favorecen la aparición de esas ideas. Se encuentran un gran número de sugerencias sobre las causas psicológicas de que los alumnos tengan las ideas que tiene sobre los hechos científicos. Desde la predominancia de lo perceptivo o el uso de un razonamiento causal simple hasta la influencia de la cultura y la sociedad, canalizada a través del lenguaje sin olvidar los efectos nocivos de ciertas formas de didáctica de la ciencia que a veces no solo no modifican las

ideas previas de los alumnos sino que además generan nuevas ideas científicamente erróneas.

Uno de los conceptos que mayor influencia ha tenido en la reciente evolución de la psicología del pensamiento ha sido la noción de heurístico desarrollada por Tversky y Kahneman. Según estos autores las personas, en lugar de usar reglas formales rigurosas para razonar, solemos utilizar reglas aproximativas, de carácter más bien intuitivo, que nos ayudan a cerrar tareas complejas o alcanzar conclusiones en situaciones inciertas en las que la aplicación de un análisis lógico sistemático sería muy costosa. Esas reglas aproximativas, que ellos denominan heurísticos, conllevarían ciertos sesgos que nos alejarían de las conclusiones formalmente correctas o científicamente válidas pero serían pragmáticamente útiles en la vida cotidiana. Aunque no están del todo claros ni el estatuto psicológico de los heurísticos, ni su generalidad o ámbito de aplicación ya que las investigaciones se han realizado casi exclusivamente con adultos, en el análisis causal de los fenómenos científicos, por la complejidad de estos, se pueden identificar una serie de reglas, de carácter heurístico, cuya construcción y aplicación a dominios específicos se conoce con un cierto detalle y que constituyen una auténtica metodología de la superficialidad.

En la comprensión de los fenómenos químicos los alumnos buscan explicaciones a los cambios aparentes pero no a los estados, lo que impide comprender conceptos como el de reacción química.

Adquirir una actitud científica es en parte aprender a hacerse preguntas sobre el estado de las cosas, sobre lo normal y cotidiano.

Esta centración en los cambios en vez de en los estados supone para los alumnos una importante limitación para construir algunos de los esquemas esenciales para la comprensión de la ciencia.

Así pues tenemos tres factores que influyen en la facilidad de recuperación de una idea, hecho o principio de nuestra memoria.

En primer lugar recuperemos un dato o una idea cuanto más recientemente la hayamos procesado o utilizado. Este efecto de recencia en la recuperación de información de la memoria a largo plazo le confiere una cierta contemporaneidad

a las concepciones de los alumnos, que en algunos casos cobran significado en la realidad social inmediata. Este efecto se complementa con otro de frecuencia, según el cual propondremos más probablemente aquellas causas a las que recurrimos un mayor número de veces. Por último un tercer factor que afecta a la probabilidad de recuperación de una información es el grado en que esa información es destacada o sobresaliente. La salida de la información depende especialmente de la forma en que la recibimos y procesamos. Este efecto vendría a mostrar que las representaciones más abstractas se recuperan más difícilmente que las más concretas en contextos concretos y obviamente se vería incrementado en el caso de los niños y de las personas poco instruidas, ya que una de las funciones de la educación parece ser fomentar los sistemas de representación más abstractos.

En la comprensión de la ciencia por los alumnos se ha destacado repetidamente que sus concepciones se centran casi exclusivamente en lo observable, que su pensamiento está dominado por lo perceptible. De esta forma los alumnos parecen partir de una regla, basada en la accesibilidad, que afirmaría algo así como que "lo que no se percibe, no se concibe" encontrándonos tal como lo define Piaget. La construcción del conocimiento supondría así una superación progresiva de las apariencias proporcionadas por diferentes formas de representación, desde la no conservación del objeto permanente en los bebés - que funcionaría mediante una regla "fuera de la vista, fuera de la mente" - o la superación de los engaños perceptivos propios del período preoperacional mediante las conservaciones observables y finalmente la construcción de las conservaciones no observables.

Otra de las reglas habituales en el razonamiento causal cotidiano de los alumnos es la contigüidad espacial entre causa y efecto. La causa debe estar próxima, sino en contacto directo con el efecto. Aunque en algunos dominios podemos admitir la causalidad indirecta o mediada tendemos a buscar las causas cerca o contacto con los efectos, o en palabras de Andersson, cuanto más cerca, mayor es el efecto.

Contigüidad temporal entre causa y efecto, según la cual no sólo estarían próximos en el espacio sino también en el tiempo.

Una última regla tiene que ver con el uso que las personas hacemos de la covariación. Aunque la covariación entre dos hechos, por sistemática que sea, no implica una relación causal entre ellos, las personas, alumnos incluidos, tendemos a atribuir causalidad a los hechos que suceden sistemáticamente juntos. Las dificultades que muestran los alumnos para controlar variables, debidas sobre todo a problemas conceptuales y metacognitivos, están relacionados con la dificultad de usar explicaciones causales múltiples y con la de analizar covariaciones múltiples en lugar de simples concurrencias. De entre los métodos de razonamiento científico, el razonamiento correlacional es probablemente uno de los menos desarrollados no solo entre los alumnos adolescentes sino también entre los adultos universitarios, estando sujeto a múltiples limitaciones y deficiencias. Dada la complejidad de hacer un análisis correlacional o un análisis de covariación múltiple, tendemos a confiar, por razones pragmáticas, en una regla más sencilla y superficial como es la regla de covariación simple entre un hecho y un antecedente, aunque la verdadera causa fluya muchas veces por debajo de esa superficie en la que se quedan muchos análisis causales, basadas en las reglas que acabamos de describir.¹⁴⁰

Para promover un verdadero cambio conceptual hay que conocer los procesos de las concepciones de los alumnos. Según el análisis que hemos realizado, las reglas de inferencia causal determinarían, en gran medida los contenidos de las ideas de los alumnos, además de condicionar su estructura. La necesidad de un cambio conceptual y metodológico en los alumnos requiere un conocimiento más detallado de los métodos mediante los cuales los alumnos elaboran sus concepciones, para así promover el uso alternativo de procedimientos científicos más rigurosos que vayan más allá del análisis causal

140. J.I. Pozo, M.A. Gomez Crespo, M. Limon, A. Sarz Serrano Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. C.I.D.E. Ministerio de educación y Ciencia. Pp. 60-84

proporcionado por las reglas intuitivas que se acaban de describir.¹⁴¹

Considerando que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre lo que se enseña al alumno y sus propias ideas o conceptos.

Aquí observaremos el desarrollo con detalle de la comprensión de algunos de estos errores conceptuales que tienen los alumnos. Sin embargo, no ha existido una teoría bien articulada que describa o explique las dimensiones sustantivas del proceso por el que las personas cambian sus conceptos centrales organizadores, desde un conjunto de conceptos a otro incompatible con el primero. Creemos que la mayor fuente de hipótesis relativas a este aspecto es la filosofía contemporánea de las ciencias, dado que una cuestión central de esta filosofía es cómo los conceptos cambian con el impacto de las nuevas ideas o de nuevas informaciones. Se debe considerar que el aprendizaje constituye una actividad racional, es decir aprender es, fundamentalmente, llegar a comprender y aceptar las ideas, al ser estas inteligibles y racionales. Por lo tanto aprender es investigar de algún modo. El aprendizaje se preocupa de las ideas de su estructura y de su evidencia. No es la adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o un conjunto de conductas, creemos que aprender, al igual que investigar debe ser considerado más como un proceso conceptual. La cuestión básica es como cambian las ideas de los estudiantes al sufrir el impacto de las nuevas ideas y de las nuevas evidencias.

Los puntos de vista contemporáneos de la filosofía de las ciencias sugiere que existen dos fases diferenciables en el cambio conceptual en ciencias. Por lo general el trabajo científico se hace sobre el fondo de unos compromisos que organizan la investigación. Esos compromisos centrales son los que definen los problemas, indican las estrategias a utilizar para tratar con ellos y especifican los criterios para dar aquello que se ofrece como solución. Thomas Kuhn denomina dichos compromisos centrales "paradigmas" y a la investigación dominada por paradigmas como ciencia normal. Imre Lakatos denominó los compromisos

141. Juan Ignacio Pozo. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Pp. 51-65

centrales de los científicos como su esencia teórica pura y sugiere que dichos compromisos generan "programas de investigación" diseñados para aplicarlos y defenderlos de la experiencia.

La segunda fase del cambio conceptual sucede cuando estos compromisos centrales necesitan alguna modificación. En este caso el científico se enfrenta con un reto a sus supuestos básicos. Si se debe llevar a cabo la investigación, el científico debe adquirir nuevos conceptos y una nueva forma de ver el mundo. Kuhn califica este tipo de cambio conceptual como "revolución científica". Para Lakatos constituye un cambio en los programas de investigación.

Creemos que existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje. A veces los estudiantes utilizan conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos. A esta variante de la primera fase del cambio conceptual la denominamos asimilación. Sin embargo, a menudo los conceptos preexistentes en los estudiantes son inadecuados para permitirle captar los fenómenos satisfactoriamente. Entonces el estudiante debe reemplazar reorganizar sus conceptos centrales. A esta forma más radical de cambio conceptual la denominamos acomodación.

Un enfoque adecuado a las bases de aceptación de una teoría debe tener en cuenta el carácter de los problemas generados por su predecesora y la naturaleza de confrontación con la nueva teoría.

Un tema común en la literatura reciente es que los conceptos centrales rara vez están relacionados directamente con la experiencia. En lugar de ello, sugieren las estrategias y los procedimientos mediante los cuales son asimilados los fenómenos. Por lo tanto los conceptos centrales no son juzgados por sus recursos para resolver problemas en vigor. En palabras de Lakatos los programas de investigación no son confirmados o negados son progresivos o degenerativos. Los conceptos centrales son desechados cuando han generado una clase de problemas para los que no parece ofrecer solución. Un punto de vista en competencia con otro será aceptados cuando parezca ofrecer el potencial de resolver estos problemas y generar una fructífera línea de investigación posterior.

También es importante hacer notar que los conceptos centrales de una persona son el vehículo mediante el cual un rango dado de problemas, se hace inteligibles. Tales conceptos pueden ser relacionados con la experiencia previa, con imágenes o modelos que los hacen aparecer como obvios de forma intuitiva y que hacen que los conceptos en competencia no parezcan solo erróneos, sino virtualmente ininteligibles. Así pues, a menudo, la primera batalla con la que debe enfrentarse un conjunto de problemas centrales es lograr aparecer como algo con sentido.

Este tipo de consideraciones sugiere que hay algunas condiciones de gran importancia que deben cumplirse antes de que suceda una acomodación. Las cuatro condiciones siguientes nos parece que expresan las condiciones que son comunes a la mayoría de los casos de acomodación:

- 1) Debe existir insatisfacción con las concepciones existentes. Los científicos y los estudiantes no van a realizar cambios de orden superior en sus conceptos mientras no crean que cambios menos radicales no les servirán. Por lo tanto antes de que suceda una acomodación, es razonable suponer que una persona habrá recogido todo un conjunto de problemas sin solución o anomalías, y perdido su fe en la capacidad de sus conceptos vigentes para resolver estos problemas.
- 2) Una nueva concepción debe ser inteligible. La persona debe ser capaz de captar cómo puede el nuevo concepto estructurar la experiencia suficiente como para explorar sus posibilidades inherentes. A menudo los escritores acentúan la importancia de las analogías y las metáforas al permitir indagar un sentido inicial a los nuevos conceptos.
- 3) Una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente. Cualquier nuevo concepto que se adopte debe, al menos, parecer que tiene la capacidad de resolver los problemas generados por sus predecesores. De otro modo no aparecerá como una elección plausible. La verosimilitud es también estado de coherencia de los conceptos con otro conocimiento.
- 4) Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero. Debe ofrecer la posibilidad de extenderse, de abrir nuevas áreas de

investigación.¹⁴²

Por lo que es necesario acercarnos a un modelo de cambio conceptual en la historia de la ciencia que, a nuestro entender, es especialmente útil para el diseño de una teoría cognitiva del aprendizaje: el falsacionismo metodológico de Lakatos.

El propósito de Lakatos es reformular el falsacionismo ingenuo popperiano para convertirlo en falsacionismo sofisticado. En su forma más simple – ya que se fue complicando considerablemente con el tiempo– y también más conocida la propuesta de Popper era que la labor del científico debe consistir fundamentalmente en intentar falsear los enunciados que formula. De hecho solo pueden admitirse como enunciados científicos aquellos que pueden ser falsados.

Según Lakatos toda teoría consta de dos componentes distintos un núcleo firme, constituido por las ideas centrales de la teoría. Por ejemplo, en el caso de la mecánica, ese núcleo firme estaría formado por las tres leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal. Este núcleo está protegido por un cinturón protector de ideas auxiliares, cuya misión es precisamente impedir que el núcleo pueda ser refutado. Lakatos considera que ninguna teoría puede ser nunca falsada por ningún hecho. Las contraevidencias empíricas son simples anomalías. Todas las teorías, en la medida en que no lo explican todo conviven con anomalías aparentes. Ante ellas puede reaccionar de dos formas: simplemente desentendiéndose de ellas y ocupándose de otros asuntos, o incorporándolas al cinturón protector. En cualquiera de los dos casos la teoría queda a salvo. Ya que existe una heurística negativa que lo defiende.¹⁴³ La heurística negativa consiste en la exigencia de que durante el desarrollo del programa el núcleo sigue sin modificarse intacto. Cualquier científico que modifique el núcleo central se apartara de ese determinado programa de investigación.¹⁴⁴ Sin embargo Lakatos cree que ese núcleo puede ser modificado según criterios científicos y no arbitrarios. La falsación se produce cuando aparece una teoría mejor. No son los hechos los que falsan las teorías, sino otras nuevas teorías. De esta forma, la falsación tiene un

143. Rafael Porlán J. Eduardo García y Pedro Cañal. Constructivismo y Enseñanza de la Ciencias. pp. 89-95

144. Juan Ignacio Pozo. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Pp. 220-223.

106 Alan F. Chalmers. ¿Que es esa cosa llamada ciencia? Pp. 111-124.

carácter histórico, genético, podríamos decir. Ahora bien para que saber si una teoría es mejor que otra según Lakatos ha de reunir tres condiciones:

1. Tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, esto es predecir hechos nuevos.
2. Explicar el éxito de la teoría anterior, es decir todo lo que ella explicaba.
3. Lograr corroborar una parte de su exceso de contenido.

Precisamente lo que caracteriza, según Lakatos, a una buena teoría (o programa progresivo en su terminología) es su capacidad de predecir e incorporar hechos nuevos, frente a aquellas otras teorías (programa regresivo) que se limitan a explicar lo ya conocido.

La distinción entre núcleo firme y cinturón protector de las teorías y la idea de que estas no funcionan aisladamente, sino de que siempre forman parte de un programa de investigación o de una sucesión de teorías más amplia, resultan sumamente útiles para el estudio de la génesis de las teorías científicas. Además de su utilidad para la epistemología de la ciencia, la teoría de Lakatos constituye un modelo muy sugestivo de aprendizaje cognitivo, plenamente compatible con muchos de los supuestos de la psicología cognitiva actual.

Esta confluencia entre Lakatos y la psicología cognitiva es especialmente notoria en el caso de la obra de Piaget. Al analizar la teoría piagetiana del aprendizaje aludimos ya a esta confluencia. Existe un considerable paralelismo entre las respuestas a las perturbaciones en el modelo de la equilibración de Piaget (asimilación, acomodación) y las reacciones de los científicos ante las anomalías, según Lakatos. La posición de Lakatos contiene aportaciones novedosas muy relevantes para la construcción de una teoría del aprendizaje de la ciencia. El análisis que hace Lakatos de las relaciones entre la acumulación continua de conocimientos y la reestructuración ocasional de los mismos es especialmente rico. La acumulación – sea por experimentación o por cualquier otro procedimiento posiblemente regido por leyes asociativas o reglas de inferencia– produce un ajuste progresivo de la teoría, consistente en incrementar

el cinturón protector o heurística positiva de la misma.¹⁴⁵ La heurística positiva, ese aspecto de un programa de investigación que indica a los científicos el tipo de cosa que debe hacer en vez del que no debe hacer, la heurística positiva indica como se ha de completar el núcleo central para que sea capaz de explicar y predecir los fenómenos reales. como dice el propio Lakatos la heurística positiva consiste en un conjunto parcialmente articulado de sugerencias o indicaciones sobre como cambiar y desarrollar las variantes refutables del programa de investigación, cómo modificar, refinar el cinturón protector refutable.¹⁴⁶

Pero lo conocimientos recogidos en este cinturón protector no están distribuidos aleatoriamente. Recogen las anomalías de la teoría o para ser exactos, las anomalías de la realidad. Paradójicamente esas anomalías están sujetas a ciertas regularidades, de forma que van dando lugar a un ajuste progresivo de la teoría, mediante diferenciaciones y generalizaciones que, sin embargo, posiblemente no alteran el núcleo firme de la misma. Algunas de las ideas contenidas en el cinturón protector pueden ser incompatibles con ese núcleo central. La reestructuración se producirá cuando el sujeto tome conciencia de esa incompatibilidad o al menos de las regularidades existentes en el cinturón protector. En términos de los niveles piagetianos de conflicto cognitivo, analizados en su momento, diríamos que la reestructuración solo es posible, cuando el conflicto se produce tras una integración jerárquica, al menos, entre dos esquemas ya existentes en la teoría. El conflicto se resuelve reordenando los esquemas de forma que ciertas ideas pasan de la periferia al centro de la teoría, modificando así no solo su propio significado, sino también el de toda la teoría.

El modelo de Lakatos se adecua perfectamente a los datos que conocemos sobre la génesis del conocimiento científico. Es legítima, sin embargo, la duda de si este modelo epistemológico es valido también como modelo de aprendizaje de la ciencia. En nuestra opinión hay razones para defender su validez.

145 ibid 140

146 ibid 143

También la psicología del aprendizaje requiere de reestructuraciones periódicas. Tal vez una de esas reestructuraciones pueda provenir de la toma de conciencia de la confluencia de cuerpos de conocimiento considerados hasta ahora distintos.

Las ideas previas que poseen los alumnos no son simplemente reemplazadas por otras ideas más adecuadas cuando se acumula la experiencia suficiente, sino que es necesario que se produzca un cambio conceptual, esto es, que las viejas ideas se modifiquen hasta dar forma a los nuevos conceptos aprendidos.

Al aprender ciencia no se trata de adquirir teorías nuevas sino de cambiar las existentes para acceder a nuevas formas de explicación.

Se considera que en diversas ocasiones existe una relación genética entre la idea que se abandona y la que se aprende, o, dicho de otra forma, el aprendizaje procede de la reestructuración de las ideas anteriores. Ahora bien para no incurrir en la llamada paradoja del aprendizaje es necesario que esa reestructuración se vincule al conjunto acumulativo de experiencias o aprendizajes anteriores.

Ello queda claro en la teoría de Lakatos. Para que la reestructuración se produzca, dando lugar a una auténticamente nueva, debe apoyarse en la experiencia anterior, que ha ido acumulando pequeñas alteraciones en el cinturón protector de la teoría. Cada una de esas alteraciones menores y la reestructuración final a la que eventualmente darán lugar, es el producto de un conflicto entre las ideas existentes y algún dato o conocimiento nuevo que esas ideas no pueden asimilar. El conflicto o desequilibrio ocupan un lugar fundamental en todas las explicaciones del aprendizaje cognitivo.

Como señala Lakatos las teorías nunca cambian porque se acumulen datos en sus contra, sino porque aparece otra teoría mejor. Por ello, los conflictos más importantes, que sin duda son posibles gracias a los errores o fallos empíricos de la teoría, son los conflictos que se producen en el propio seno de la teoría, entre dos esquemas existentes o tras una reorganización jerárquica de la misma. Haciendo un análisis se ha constatado que, en muchos casos, el avance del conocimiento científico se produce cuando una persona se da cuenta de que dos

ideas u observaciones hasta entonces desconectadas son, en realidad, manifestaciones de una ley común, de la que pasan a depender jerárquicamente.¹⁴⁷

En este caso vemos constatado con estudios realizados por algunos investigadores y Furio en especial el cual plantea que durante los últimos veinte años las investigaciones en didáctica de las ciencias se ha localizado en el aprendizaje de los alumnos y en el estudio de sus concepciones alternativas en diversos ámbitos de la ciencia. Los resultados de estas investigaciones ponen en evidencia la enorme disparidad existente entre los significados reales de los alumnos y los supuestos aprendizajes que deberían haber adquirido con la enseñanza recibida. Esto demuestra la ineficacia del modelo tradicional de enseñanza de la ciencia y la poca influencia que todavía tienen los modelos alternativos.

En el mismo sentido Gil plantea que el estudio de las concepciones de los alumnos ha constituido la línea prioritaria de la investigación en didáctica de las ciencias durante la década de los ochenta. Según este autor las aportaciones más relevantes de esta corriente de investigación han sido las siguientes: a) ha cuestionado la validez de los modelos de enseñanza de las ciencias por transmisión de conocimientos elaborados, poniendo en crisis la visión simplista según la cual, para enseñar, basta con conocerla materia y adquirir cierta experiencia; b) ha integrado diferentes perspectivas teóricas, especialmente los enfoques lingüísticos, psicológicos y epistemológicos; c) ha hecho posible la emergencia de un consenso teórico en torno al constructivismo, como fundamento de un modelo alternativo para la enseñanza aprendizaje de la ciencias; d) ha puesto en evidencia la importancia de los estudios sobre la génesis histórica de los conocimientos científicos y la relevancia de la filosofía de la ciencias para la enseñanza de dichas disciplinas; e) ha favorecido el surgimiento de nuevos modelos de enseñanza de las ciencias que pretenden promover el aprendizaje de los alumnos a través de la investigación dirigida de problemas de interés; f) por

147 *ibid* 140

ultimo ha dirigido la atención hacia las concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores en formación y en ejercicio de manera que por analogía se ha llegado a comprender que dichas concepciones, especialmente las adquiridas por impregnación ambiental cuando fueron alumnos, pueden constituir un importante obstáculo para la evolución de la enseñanza de las ciencias.

(Porlán y Martín) han destacado las siguientes deficiencias de la enseñanza de las ciencias : a) convierte directamente los contenidos de las disciplinas científicas en contenidos curriculares, sin que medie ningún tipo de reflexión acerca de la naturaleza epistemológica del conocimiento que se pretende promover en la escuela; b) implica y favorece una visión fragmentaria, acumulativa y absoluta de la ciencia y de los contenidos escolares; c) ignora los aspectos éticos, actitudinales y procedimentales de la educación, sin tomar en consideración las aportaciones que la ciencia puede hacer en estos campos; d) considera a los alumnos receptores pasivos de información, como sino tuvieran experiencias y significados espontáneos sobre los fenómenos naturales; e) separa los contenidos de la metodología didáctica y de la evaluación, como si entre los procesos de producción y regulación de significados y los significados mismos no hubieran relaciones de interdependencia; f) ignora la dimensión social y colectiva del aprendizaje; g) concibe la evaluación como una actividad selectiva y sancionadora, que suele centrarse en la medición de aprendizajes memorizados mecánicamente por los alumnos. El énfasis puesto por la didáctica de las ciencias en la crítica rigurosa a los enfoques transmisivos ha estado estrechamente vinculado a los avances en los estudios sobre concepciones de los alumnos, lo que probablemente explique por qué han sido predominantes durante tantos años. Estos estudios, por ejemplo, han puesto en cuestión la idea de que los alumnos son receptores pasivos de la información al demostrar que tienen concepciones espontáneas sobre el mundo y que dichas concepciones suponen, con frecuencia, una alternativa diferente a la científica para explicar los fenómenos de la realidad.

Al mismo tiempo la persistencia de muchas de estas concepciones a lo largo del tiempo, con independencia del éxito o el fracaso académico de los alumnos, confirma la poca eficacia de la enseñanza recibida y el hecho de que la

evaluación no informe realmente sobre lo que el alumno verdaderamente sabe, sino lo que aparenta que sabe. La existencia de estas concepciones, en fin, refuerza la idea de que es necesario teorizar sobre la naturaleza epistemológica del conocimiento escolar, pues ya no es posible considerar la ciencia como única fuente de contenidos dado que los alumnos contienen también una visión del mundo que el currículo debe considerar. Se ha considerado elaborar una alternativa para la enseñanza de la ciencia que tuviera en cuenta las características de las concepciones de los alumnos. En este sentido la teoría constructivista ha jugado un papel esencial como fundamento básico de los enfoques. Por otro lado se ha puesto en marcha experiencias de aula que han intentado movilizar y hacer evolucionar las ideas de los alumnos provocando su cuestionamiento y detectando los obstáculos que impiden su evolución hacia formulaciones más adecuadas y complejas.¹⁴⁸

Los investigadores en didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias que podríamos denominar clásicas. Entre estas dificultades cabe citar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno. Pero en los últimos años se detecta un interés de la investigación en los factores tales como la concepciones epistemológicas de los alumnos, sus estrategias de razonamiento o a la metacognición.

Las concepciones epistemológicas se refieren a las ideas acerca de conocimiento en general o, en nuestro caso, acerca del conocimiento científico: cómo se estructura, cómo evoluciona y cómo se produce. Las concepciones epistemológicas sobre la ciencia guardan relación con las concepciones sobre cómo se aprende el conocimiento científico. Por ejemplo, muchos alumnos piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas. Hoy

148. . Porlán Ariza R. Pasado Presente y Futuro de la Didáctica de la ciencias. Revista Enseñanza de la ciencias 1998. Vol 16. No. 1 pp. 175-185.

sabemos que este tipo de factores constituyen un obstáculo formidable para el aprendizaje de la ciencia.¹⁴⁹

Asimismo se ha podido comprobar que no es fácil conseguir que los alumnos desarrollen concepciones epistemológicas más adecuadas sobre la ciencia y el conocimiento científico. No obstante, como señala Hammer en general no se ha buscado un marco general que sirva para encuadrar y clasificar las concepciones epistemológicas de los alumnos. Preguntas básicas como cuál consideran los alumnos que es la forma adecuada de analizar y aprender diversos tipos de contenidos, o cómo creen los alumnos que se debe relacionar el trabajo de laboratorio con las clases teóricas, o cual es el papel de la formulación de problemas en el aprendizaje de la ciencias, han permanecido durante mucho tiempo sin una respuesta clara debido fundamentalmente, a problemas de enfoque y a problemas de metodología. Así, por ejemplo, en muchos estudios basados en un número considerable de sujetos no se ha logrado diferenciar los detalles de las concepciones individuales de los alumnos dando como resultado que muchos sujetos mantienen concepciones epistemológicas confusas sobre el aprendizaje de la ciencia.

Algunas de las concepciones de los alumnos sobre el aprendizaje pueden resultar familiares a los profesores de ciencia. En general los alumnos tienden a concebir el aprendizaje como un proceso pasivo más que como un proceso de construcción del conocimiento. Muchos alumnos piensan que aprender ciencia es aprender fundamentalmente fórmulas que permiten resolver ejercicios o aprender hechos y fenómenos que los científicos han ido descubriendo a lo largo del tiempo.

De la misma manera que las ideas previas de los alumnos son un obstáculo en el aprendizaje de la ciencia, sus concepciones epistemológicas también influyen en los resultados del aprendizaje y constituyen un factor adicional que interfiere en el aprendizaje.

149. Campanario Juan Miguel y Moya Aida. ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas. Revista Enseñanza de las ciencias 1999, Vol 17, No. 2 pp. 179-192

El estudio de las concepciones epistemológicas que mantienen los alumnos sobre la ciencia, el conocimiento científico y el aprendizaje de la ciencia permiten identificar factores adicionales que influyen en el trabajo del profesor y a los que habitualmente no se presta la debida atención. La mayor parte de los trabajos sobre el aprendizaje de la ciencia tiene que ver con dificultades conceptuales o procedimentales. Sin embargo no es descabellado pensar que los intentos por eliminar las ideas previas de los alumnos pueden resultar baldíos sino se tienen en cuenta sus concepciones epistemológicas. Así por ejemplo si un alumno piensa que la ciencia se compone de piezas o dominios aislados sin relación entre sí, es difícil que el profesor logre hacerle ver la equivalencia de determinados conceptos en diferentes contextos. En muchas ocasiones para poder combatir eficazmente las ideas previas de los alumnos, el profesor deberá vencer, además la resistencia al cambio que ofrece los puntos de vista inadecuados del alumno sobre la estructura de la ciencia y el conocimiento científico o. Una posible vía de ataque a estos problemas consiste precisamente en que los alumnos tomen conciencia de que sus concepciones epistemológicas son con frecuencia erróneas y dificultan su aprendizaje. Ello implica situar las creencias epistemológicas de los alumnos en el foco de los objetivos educativos aunque ello signifique cubrir una cantidad menor de los contenidos propios de la materia que se enseña. El enseñar a los alumnos a aprender sería, además de un objetivo relevante en sí mismo, un poderoso medio para conseguir alcanzar los demás objetivos educativos.¹⁵⁰

Uno de los nuevos problemas detectados en los alumnos de ciencia es que aplican criterios de comprensión limitados, de manera que no siempre son capaces de formular sus dificultades como problemas de comprensión; es decir, no saben que no saben. Las destrezas metacognitivas en definición clásica de Flavell según la cual la metacognición se refiere al conocimiento que uno tiene sobre los propios procesos y productos cognitivos o sobre cualquier cosa relacionada con ellos, es decir, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje.¹⁵¹ Son especialmente relevantes en el aprendizaje

150. . Campanario Juan Miguel y Otero, Jose C. Más Allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las apuras de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. Revista enseñanza de las ciencias 2000, vol 18. No. 2 pp. 155-169

151 Campanario, Juan Miguel El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. Revista enseñanza de las ciencias. 2000, vol 18, No. 3, pp. 369-380.

de la ciencias, dado que la interferencia de las ideas previas obliga a disponer de un repertorio de estrategias de control de la comprensión adecuado que permita detectar fallos en el estado actual de la comprensión.

Como indica Baker, si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión.¹⁵²

Las estrategias metacognitivas de los alumnos. Este aspecto se refiere a la metacognición como una de las capacidades básicas y uno de los componentes de cualquier aprendizaje. Cuando hablamos de metacognición nos referimos a:

- a) conocimientos sobre los propios procesos y productos cognitivo.
- b) conocimiento sobre propiedades de la información, datos relevantes para el aprendizaje o cualquier cosa relacionada con los procesos y productos cognitivos.

Cabe hablar de metacognición, por ejemplo cuando nos referimos al conocimiento que tiene el que aprende sobre problemas y dificultades para asimilar un determinado contenido, sobre los procedimientos cognitivos adecuados para desarrollar una tarea, sobre la aplicación de recursos de comprensión, estrategias de procesamiento etc. La dimensión activa de la metacognición se manifestaría, pues en el uso de estrategias. Otros ejemplos de estrategias metacognitivas serían la identificación de las dificultades durante el aprendizaje y su formulación como un problema, la autoevaluación del grado actual de comprensión de un texto, el autocuestionamiento para comprobar en que medida se denomina un tema concreto, la evaluación de las probables dificultades al responder las preguntas de un examen. No siempre resulta fácil distinguir entre estrategias cognitivas y estrategias metacognitivas. Muchas estrategias que se ha considerado tradicionalmente como estrategias cognitivas son útiles también porque proporcionan los medios necesarios para controlar el éxito de los esfuerzos del que aprende. Por ejemplo los intentos para relacionar la información que se está aprendiendo con información ya conocida se puede considerar como una de las destrezas cognitivas de aprendizaje más importante. Sin embargo en la medida en que esta estrategia puede ayudar a detectar dificultades de

¹⁵² ibid 145

comprensión, puede considerarse como una estrategia metacognitiva.

Las destrezas metacognitivas son especialmente relevantes en el aprendizaje de la ciencias. Ya que muchas veces los procesos cognitivos de comprensión basados en el empleo del conocimiento previo pueden verse dificultados por la interferencia de las concepciones erróneas del que aprende o por la carencia de esquemas pertinentes para interpretar y acomodar la nueva información. En este caso es importante que el que aprende disponga de un repertorio de estrategias adecuadas de control de la comprensión que le permitan detectar fallos en su estado actual de comprensión. Además como lo indica Baker si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión.

Es considerada a la metacognición como parte de la solución a los problemas de aprendizaje de las ciencias.

Algunos autores comienzan a proponer que la enseñanza de la metacognición debería ser uno de los objetivos básicos de la educación. El aprender a aprender sería tanto un medio de mejorar el propio aprendizaje como un objetivo valioso en si mismo. Se trataría con ello de conseguir que los alumnos tomasen una mayor responsabilidad en su propio aprendizaje.

Es necesario ligar la metacognición con el aprendizaje de la ciencias. Algunos autores como Linda Baker han analizado las relaciones que existen entre algunas destrezas metacognitivas y estrategias propias del trabajo científico. Cuando los alumnos aplican las capacidades de comparar, organizar coherentemente la información, predecir o formular hipótesis e inferencias y obtener conclusiones, están aplicando estrategias científicas, pero además están aplicando cognitivas y metacognitivas que también son útiles en el procesamiento de la información.

El movimiento general de reforma de la enseñanza y de la amplia difusión que se ha recibido, muchos profesores de ciencia son hoy día conscientes de la existencia de las ideas previas de los alumnos como fuente de dificultad y saben por experiencia propia que las estrategias de actuación de los alumnos en tareas

científicas suelen ser poco rigurosas y muy superficiales. Sin embargo, son menos los profesores conscientes de la interferencia de las concepciones epistemológicas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias y mucho menos del papel de las estrategias metacognitivas. En el origen y persistencia de las ideas previas de los alumnos se encuentra muchas veces las estrategias inadecuadas de pensamiento y razonamiento. Asimismo las concepciones epistemológicas de los alumnos sobre el contenido científico y el aprendizaje de las ciencias están relacionadas con su conocimiento acerca de su propio conocimiento. Los alumnos ignoran con frecuencia (metacognición) que tienen ideas previas equivocadas sobre los contenidos que estudian o que los procedimientos de razonamiento que desarrollan en el aprendizaje de las ciencias no son adecuados. Si un alumno cree que el conocimiento científico se compone de hechos, fórmulas y datos, la disposición y uso de sus recursos cognitivos en una tarea de aprendizaje y comprensión será diferente a la disposición que desarrolle y al uso que haga un alumno con concepciones epistemológicas más adecuadas.¹⁵³

Si las metas del estudiante no son coherentes con las de la actividad científica, se dificultará el aprendizaje significativo de la ciencia y el estudiante no hará uso adecuado del saber científico cuando se enfrenta a situaciones problemáticas. Se ha señalado que como las metas escolares generalmente difieren de las metas existentes en la actividad cotidiana, se reduce la posibilidad de activación del conocimiento científico fuera del aula y también dentro del aula, cabría señalar, si no se favorece una adecuada comprensión de los aspectos axiológicos del saber científico. En lo que respecta a los factores epistemológicos que intervienen en las estructuras cognitivas de los estudiantes se señala que existe una armonía entre los contenidos y las epistemologías subyacentes, y que no es posible construir conocimientos científicos al margen de una adecuada epistemología de la ciencia.

Retomando las ideas de Schwab y Duschl propone hacer de la enseñanza

de la ciencia una reflexión sobre el proceso de investigación. En efecto, el tratamiento colectivo de las cuestiones es esencial si se pretende aproximar el aprendizaje de las ciencias a la labor de los científicos. La ciencia se construye a través de argumentaciones: el intercambio de ideas, la crítica y el consenso cimientan la racionalidad científica.

Otros investigadores han señalado que, si bien las concepciones alternativas son construcciones espontáneas y personales, se construyen en un contexto social que induce y favorece ciertos tipos de ideas a través del intercambio dialéctico de perspectivas y significados entre los individuos. Quiroga explica que somos esencialmente no solo seres sociales sino sujetos cognoscentes. Y somos también en cada aquí y ahora el punto de llegada de una historia social y vincular que puede ser caracterizada como una trayectoria de aprendizajes. En esa trayectoria hemos ido construyendo un modelo interno o matriz de encuentros con lo real: hemos ido aprendiendo a aprender. En cada experiencia puede haber un aprendizaje explícito que se objetiva y condensa en un contenido o una habilidad, pero la experiencia en la que realiza ese aprendizaje explícito es a la vez fuente de aprendizaje. Esa experiencia deja en nosotros una huella, se inscribe en nosotros es un aprendizaje implícito, profundo, estructurante de la subjetividad. Cada acto de conocimiento es el eslabón de una cadena, es la fase de un proceso en el que cada uno configura una actitud de aprendizaje, un modelo o matriz de contacto con el mundo. Se ha alertado sobre el hecho de que las ideas opuestas no son necesariamente incompatibles en la estructura cognitiva espontánea de los estudiantes, porque en el conocimiento común no se imponen al conocimiento los fuertes requerimientos de coherencia interna que caracterizan el saber científico. Se hace, por tanto imprescindible un proceso de reflexión metacognoscitiva explícita con los estudiantes, vale decir una reflexión sobre sus propios saberes y sus modos de producción.

Esta reflexión metacognoscitiva permitirá delimitar los propósitos y características de los conocimientos comunes y científicos y sería una condición determinante para un real cambio de paradigma, para la resolución de un conflicto entre ideas

espontáneas y concepciones científicas.¹⁵⁴

Como ya se mencionó que uno de los problemas más comunes detectados en los alumnos de la ciencia es que aplican criterios de comprensión limitados, de manera que no siempre son capaces de formular sus dificultades como problemas de comprensión; es decir no saben que no saben. Las destrezas metacognitivas son especialmente relevantes en el aprendizaje de las ciencias, dado que la interferencia de las ideas previas obliga a disponer de un repertorio de estrategias de control de la comprensión adecuado que permita detectar fallos en el estado actual de comprensión. A la vista de los problemas anteriores podría parecer que existe una especie de conspiración cognitiva con el trabajo del profesor. Ante esta realidad anterior parece claro que las estrategias tradicionales de la enseñanza de la ciencias son poco eficaces para promover el aprendizaje significativo. Es innegable que en muchas de las aulas predomina un modelo de enseñanza por transmisión. Según Calatayud, Gil y Gimeno este modelo tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas:

- a) Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación.
- B) El proceso de enseñanza- aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.
- C) el fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad, etc.

Como enseñar más eficazmente es un problema abierto. Por tanto es conveniente abandonar la noción de método de enseñanza y cambiarla por estrategia de enseñanza. Estas estrategias de enseñanza se concretan en unas actividades de enseñanza en la que se maneja cierta información procedente de unas determinadas fuentes mediante procedimientos concretos (asociados a unos medios didácticos) y en relación con unas metas explícitas o implícitas.

Como punto de partida, los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional

154. De Cudmani, Leonor C., Pesa, Marta A. Y Salinas, Julia. Hacia un Modelo Integrador para el aprendizaje de las Ciencias. Revista enseñanza de las ciencias 2000. Vol 18, No. 1 pp. 3-13.

de las ciencias descartan el modelo del aprendizaje por transmisión hoy unánimemente combatido por los especialistas e investigadores en enseñanza de la ciencia. Una vez descartados enfoques de enseñanza basados únicamente en la transmisión de información, la organización de las actividades de enseñanza que conducen al aprendizaje significativo esta lejos de ser evidente o unívoca.

Sin embargo la teorías del aprendizaje tienden a ser descriptivas, mientras que las teorías de la instrucción tienden a ser prescriptivas. En las teorías sobre el aprendizaje pueden tenerse en cuenta las condiciones en que se desarrolla el proceso de enseñanza. Las teorías sobre la enseñanza deberían tener en cuenta dichas condiciones. Pero, además, las teorías sobre la enseñanza de la ciencias deben tener en cuenta factores tales como lo que el alumno ya sabe, la especial naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las características sociales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones psicosociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles etc.

En general las estrategias que promueven el cambio conceptual reflejan un estilo de enseñanza en el cual tanto alumnos como profesores están implicados activamente y en el que los profesores animan a los alumnos a expresar sus ideas, a pensar rigurosamente y, a su vez, modifican sus explicaciones dependiendo de los puntos de vista que consiguen licitar en sus alumnos.

Para que el cambio conceptual es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) es preciso que exista insatisfacción con las concepciones existentes.
- B) la nueva concepción debe ser inteligible, esto es, el alumno debe entender el modo en que la nueva concepción puede estructurar las experiencias anteriores.
- C) la nueva concepción debe parecer inicialmente plausible. Esta condición es especialmente difícil de cumplir a veces, dado que algunas teorías científicas tienen aspectos que son contraintuitivos.
- D) la nueva concepción debería ser útil, es decir debería sugerir nuevas posibilidades de exploración y debería proporcionar nuevos puntos de vista al

alumno. La nueva concepción debe resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos experiencias.

Se considera el aprendizaje como un cambio conceptual en la estructura cognitiva del alumno y se propone como uno de los objetivos de la enseñanza de la ciencia el propiciar cambios en las ideas previas de los alumnos. Por medio de este cambio conceptual se concibe el currículo como un conjunto de experiencias mediante las cuales el alumno construye una concepción del mundo más cercana a la concepción de los científicos.

Las pautas generales que deberían seguirse en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual han sido revisadas recientemente por Hewson y Beeth, quienes ofrecen una serie de recomendaciones que se resumen a continuación:

A) Las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula. Se trata de que los alumnos sean conscientes de sus propias ideas y de las ideas de los demás. Además a diferencia de los enfoques tradicionales, las opiniones de los alumnos deberían considerarse al mismo nivel que la del profesor. Los alumnos has de darse cuenta de que las ideas tiene autoridad por su poder explicativo, no por la fuente de donde proceden.

B) El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado. Como una consecuencia de la primera condición, una vez que todas las ideas han sido licitadas, los alumnos deben decidir acerca del estatus de sus propias opiniones de los demás. En esta elección intervienen sus criterios epistemológicos acerca del conocimiento científico y acerca de qué constituye una explicación aceptable.

C) La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios. Que los alumnos consideren que las nuevas concepciones son plausibles y útiles puede depender de varios factores: que las nuevas concepciones parezcan verdaderas y compatibles con otras concepciones previas o aprendidas, que las concepciones no contradigan la ideas metafísicas de los alumnos, que las ideas aparezcan como general o como consistente y que ello coincida con los compromisos epistemológicos de los alumnos.

D) El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición que según Gunstone y Northfield, desempeña un papel central en el cambio conceptual.

Cuando los alumnos comentan, comparan, y deciden sobre la utilidad, la plausibilidad y la consistencia de las concepciones que se presentan, están explicitando sus propios criterios de comprensión. La aceptación o no de las nuevas ideas y el rechazo de las ideas previas dependen en gran medida de los patrones metacognitivos de los alumnos.

Por lo que las ideas previas pueden ponerse de manifiesto utilizando ejemplos adecuados, cuestionarios demostraciones técnicas de discusión en grupo, etc.

Una vez que se ha conseguido lo anterior, las estrategias para disminuir el estatus de las ideas erróneas de los alumnos y para justificar las nuevas ideas deben hacer hincapié en los principios científicos de buscar la máxima simplicidad o la máxima consistencia; se basan en el empleo entre otros recursos, de analogías, discusiones guiadas, modelizaciones, comparaciones, etc. El uso de estas actividades incide además, sobre las concepciones epistemológicas de los alumnos a detectar inconsistencias entre diversos puntos de vista y a que aprender a aplicar criterios de comprensión adecuados en tales situaciones.

Las causas de que el éxito no siempre acompañe a los intentos de conseguir el cambio conceptual son variadas. Algunos críticos señalan que el fundamento epistemológico basado en las ideas de Toulmin y Kuhn puede ser útil para entender los procesos de cambio conceptual en poblaciones de científicos. Sin embargo, la aplicación casi directa de tales ideas para entender los cambios individuales en la mente de los alumnos es más que discutible. Además, el efecto de las evidencias contrarias a las ideas previas de los alumnos de cara a lograr el cambio conceptual parece ser menor del que se pensaba en un principio, de manera que los contraejemplos o los conflictos cognitivos por sí mismos no siempre son útiles para provocar el cambio conceptual.

Las formulaciones iniciales del cambio conceptual se centran casi exclusivamente en los conocimientos. Ciertamente este enfoque parece destinado a sustituir las ideas previas de los alumnos por otras concepciones acordes con las comúnmente aceptadas por los científicos como un fin en sí mismo. Aunque en

formulaciones posteriores del cambio conceptual se destaca la importancia de otros factores como los compromisos epistemológicos (criterios mediante los que una persona utiliza y juzga el conocimiento) y los factores afectivos y estéticos, y metacognitivos, el marco anterior no presta, en principio, excesiva atención a otras variables relevantes y aun considera que los nuevos elementos añadidos deben servir casi exclusivamente como ayuda para el cambio conceptual. Sin embargo, los factores afectivos son importantes e incluso decisivos por ejemplo, Dreyfus, Jungwirth y Elivitch han comprobado que las condiciones de conflicto cognitivo son bien recibidas por los alumnos más brillantes mientras los alumnos con dificultades de aprendizaje pueden llegar a desarrollar actitudes negativas y a dar muestras de ansiedad ante tales situaciones. Si no se tiene en cuenta estos factores, es posible que las estrategias de cambio conceptual no sean efectivas.

El papel de la metacognición en el cambio conceptual es especialmente relevante desde otra perspectiva. Por una parte es el medio para que tenga lugar el cambio conceptual, pero también puede considerarse un resultado deseable del cambio conceptual. La insatisfacción del alumno con sus propias concepciones implica el reconocimiento de dificultades, mientras que la evaluación de las nuevas concepciones para decidir sobre la plausibilidad de las mismas y su utilidad implica comparación entre dos estados de comprensión. En esta comparación juega un papel determinante los compromisos epistemológicos que tenga el alumno. (compromisos epistemológicos son los criterios mediante los que una persona utiliza y juzga el conocimiento.) un alumno puede tener compromisos epistemológicos que enfatizan la coherencia interna o la generalidad del conocimiento. Enfrentado a la tarea de reconocer el conflicto entre dos concepciones inconsistentes, un alumno puede elegir entre admitir las dos versiones como correctas cada una dentro de su propio dominio o rechazar una de las dos concepciones. Es evidente que en todo el proceso anterior el alumno necesita controlar constantemente el estado actual de la propia comprensión. Si se consigue que los alumnos sean conscientes del carácter constructivo del aprendizaje, el cambio conceptual puede ser un medio para fomentar la metacognición.

Se considera que para que haya un cambio conceptual debe haber un cambio metodológico. Por lo anterior nos damos cuenta que desde el punto de vista de los enfoques anteriores solo toman en cuenta el cambio conceptual y se consideran como limitados.

A continuación citare lo más relevante con respecto al aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida.

Gil y sus colaboradores proponen una serie de estrategias que se detallan a continuación sin que ello implique la necesidad de seguir forzosamente una secuencia predeterminada.

A) Se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.

B) Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.

C) Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con emisión de hipótesis (y explicitación de las ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución y análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de alumnos.

D) Los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos.

Como señala Gil, el cambio conceptual adquiere ahora un carácter instrumental y deja de ser un objetivo en si mismo: la investigación no se plantea para conseguir el cambio conceptual, sino para resolver un problema de interés, el cambio conceptual se produce a lo largo de todo el proceso como un resultado más, de ahí el énfasis en el necesario cambio metodológico que debe acompañar todo el proceso. Sin embargo se rechaza la idea de reducir todo al aprendizaje de un método científico como conjunto de reglas perfectamente definidas que se aplican mecánicamente. En este caso se debe prestar mas atención a los aspectos metodológicos, al estudio de la naturaleza del conocimiento científico, a los procesos de construcción del mismo y a la relación ciencia-tecnología-sociedad.

Las estrategias propias del aprendizaje como investigación deben ir acompañadas por actividades de síntesis que den lugar a la elaboración de productos como esquemas, memorias, mapas conceptuales, etc. Y que permitan concebir nuevos problemas. Al igual que sucede con otros enfoques, el aprendizaje como investigación no está exento de problemas. En su aplicación práctica existen algunas dificultades que es preciso tener en cuenta. Una de estas dificultades tiene que ver con la capacidad investigadora de los alumnos. De ahí el marcado carácter de investigación dirigida que presenta este enfoque. De hecho, como reconoce Gil, no resultaría extraño que el profesor deba reforzar, matizar o poner en cuestión los resultados obtenidos por los alumnos mediante los resultados correctos obtenidos por los científicos. Por otra parte el desarrollo de las actividades de investigación dirigida exige bastante tiempo y obliga, en cierta medida, a un delicado equilibrio entre las necesidades contrapuestas de profundización y visión coherente y ello exige con frecuencia el sacrificio de parte de los contenidos. Otro riesgo no desdeñable tiene que ver con la actitud de los alumnos. Al igual que sucede con otros enfoques innovadores, es posible que los alumnos no estén dispuestos a realizar la inversión de esfuerzo que conlleva un modo de aprender distinto al que generalmente están acostumbrados. Muchas veces es más cómodo para los alumnos recibir explicaciones o puede que no encuentren interesantes las situaciones que se abordan en el trabajo de investigación.

Como ya se menciona las destrezas metacognitivas son uno de los componentes del aprendizaje, y la metacognición puede concebirse como una ayuda al aprendizaje, pero también puede y debe constituir un objetivo legítimo de la enseñanza. Linda Baker y otros autores han llamado la atención sobre la relación que existe entre uno de los componentes de la metacognición, el uso de estrategias metacognitivas, y otros aspectos relacionados con el aprendizaje de las ciencias. Entre las destrezas que se espera que desarrollen los alumnos de ciencias destacan 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. Según Baker, existe un paralelismo notable entre algunas destrezas básicas anteriores y ciertas estrategias cognitivas y metacognitivas que se necesitan y aplican en el procesamiento de información. Cuando el procesamiento de la información se lleva a cabo a partir de textos, el paralelismo es aun más claro. El aprendizaje a partir de textos se postula pues como uno de los medios más eficaces de fomentar la metacognición, especialmente en el aprendizaje de las ciencias.

Una forma posible de desarrollar la metacognición en el marco del cambio conceptual consiste en el empleo de actividades que siguen el esquema predecir - observar- explicar. En estas actividades se hace que los alumnos formulen en primer lugar, predicciones acerca de determinadas experiencias o demostraciones de cátedra. Se pone especial atención en que los alumnos expliciten las razones en que se basan para sus predicciones. El objetivo es que los alumnos sean conscientes del papel de los conocimientos previos en la interpretación de los fenómenos. A continuación se desarrolla la experiencia para que los alumnos contrasten el desarrollo y los resultados de la misma con sus predicciones. Por último los alumnos deben intentar explicar las observaciones realizadas, que muchas veces serán distintas a sus predicciones. A lo largo de este proceso, 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. Como señalan Gunstone y Northfield, este tipo de actividades tiene un marcado carácter metacognitivo en la medida en que, si se desarrollan adecuadamente, ayudan a los alumnos a ser conscientes de sus propios procesos cognitivos. Que los alumnos comprendan que los conocimientos previos guían la observación ya es un objetivo valioso en si mismo y lo es si contribuye a que sean conscientes de que sus concepciones sobre el conocimiento científico suelen ser inadecuadas.

Aunque no están únicamente orientados al desarrollo de la metacognición, los mapas conceptuales y los diagramas de UVE pueden servir para este objetivo y a menudo se presentan como dos recursos realmente útiles tanto para el aprendizaje de los contenidos como para el desarrollo de las capacidades

metacognitivas.¹⁵⁵ Mapas conceptuales como es sabido, los mapas conceptuales tiene por objeto representar relaciones entre conceptos en forma de proposiciones. Esas relaciones se representan mediante enlaces y ponen de manifiesto las dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos, así como su organización jerárquica. El objetivo de este instrumento es favorecer el aprendizaje significativo y desarrollar la metacognición. Los mapas conceptuales se pueden utilizar como instrumento diagnóstico para explorar lo que los alumnos saben, para organizar secuencias de aprendizaje, para que estos extraigan el significado de los libros de texto y para organizar y hacer explícita una secuencia de enseñanza. Además, los mapas conceptuales pueden utilizarse como guía para la preparación de trabajos escritos o como técnica de evaluación.

Además de las evidentes ventajas desde el punto de vista del aprendizaje, los mapas conceptuales son útiles desde el punto de vista de la metacognición, ya que ayudan a los alumnos a darse cuenta de sus procesos de aprendizaje y a valorar las relaciones entre conceptos, especialmente las relaciones cruzadas entre conceptos que aparentemente están inconexos.¹⁵⁶

Por lo que numerosas investigaciones han puesto de manifiesto que la elaboración de mapas conceptuales ayuda a lograr un aprendizaje significativo. Pensamos con conceptos. Los significados de nuestros conceptos de hechos u objetos cambian con el tiempo, puesto que aprendemos acerca de una variedad más amplia de ejemplos y relacionamos unos conceptos con otros de nuevas maneras.

Existen palabras como: son, donde, el, es, entonces, con, etc. Que no corresponden a conceptos, se denominan palabras de enlace. Son utilizadas junto con los conceptos para construir frases que tienen significado: proposiciones. El conocimiento que tenemos de un área determinada consiste en la construcción de conceptos de aquella área en un sistema coherente y ordenado. Este sistema

155 ibid 145

156 ibid 148

puede ser simbolizado mediante la elaboración de mapas conceptuales. Un mapa conceptual puede ser considerado como una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos contenida en la mente. Para Stewart y otros, el mapa conceptual es un instrumento para representar la estructura conceptual de una disciplina o segmento de una disciplina, en dos dimensiones. El mapa conceptual facilita el intercambio necesario entre el profesor y el alumno, revelando qué conceptos están presentes en el material de enseñanza y en el alumno.

El aprendizaje es compartición de significados y los mapas conceptuales revelan esos significados.

La representación de las relaciones entre los conceptos en el mapa conceptual, sigue un modelo que va de lo general a lo específico. Cada mapa conceptual debería tener los conceptos más generales o inclusivos en la parte superior, y los conceptos más específicos en la inferior. Otro rasgo característico del mapa conceptual es la jerarquía conceptual, que se produce cuando dos o más conceptos se ilustran bajo uno más inclusivo. Se dice que los mapas conceptuales ayudan a los alumnos a aprender a aprender. Si tenemos en cuenta que el conocimiento previo del alumno es el factor que más influye en el aprendizaje posterior es obvio que la determinación de esos conocimientos previos es importante, y para ese fin, los mapas conceptuales son muy útiles para el profesor, pues reflejan, en buena medida, lo que el alumno ya sabe.

Uno de los objetivos que merece la pena en educación alejar a los alumnos del aprendizaje memorístico, por la repetición mecánica y acercarlos al aprendizaje significativo.¹⁵⁷

157. Gonzalez Garcia, G. M. Los mapas conceptuales de J.D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Revista Enseñanza de las Ciencias. 1992. Vol. 10 No. 2 pp. 148-158.

5.2. CONCLUSIONES

El mayor reto que debe afrontar la educación es corresponder a las necesidades cada vez más complejas que la sociedad actual presenta. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias particularmente de la química el reto aun es mayor.

La formación científica se encuentra en cuestión los trabajos de investigación sobre esta problemática se han dedicado al estudio de los contenidos y los mecanismos de aprendizaje de los alumnos sobre la importancia de las actividades experimentales; las ideas previas de los alumnos y como estas interfieren en los procesos de aprendizaje, así como sobre la imagen de la ciencia en la sociedad y en el menor de los casos sobre la finalidad de la educación científica.

Una de las finalidades que ha guiado la elaboración de esta investigación fue en primera instancia, realizar un estudio comprensivo de las ideas previas de los alumnos que inician el ciclo profesional de la carrera de Ingeniería en comunicaciones y electrónica de la escuela Superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica unidad Culhuacan del IPN, de conceptos básicos de química y como estas ideas previas interfieren en sus procesos de aprendizaje de conceptos mas elaborados de esta disciplina.

Lo anterior nos obliga a hacer un análisis de las bases tentativas por las cuales se puede investigar una posible propuesta pedagógica que permita el aprendizaje significativo de conceptos básicos relacionados a la disciplina.

Y como consecuencia el objeto de estudio ha llevado a la investigación de múltiples campos sobre educación fundamentalmente para indagar que es lo que el sujeto hace con las ideas previas y el porque de las mismas y para esto es necesario que se conozca el aspecto de la psicología cognitiva, es decir los procesos involucrados en el manejo de la información por parte del sujeto, y por eso el interés por estos procesos ya que es aplicado al estudio de cómo aprende el ser humano, y principalmente de Ausubel y el aprendizaje significativo, la

epistemología como en el ser humano se da el conocimiento y el enfoque de las concepciones alternativas, que este unido a factores psicológicos y didácticos, lo cual hizo que las investigaciones se fueran orientando progresivamente hacia el estudio de las ideas de los alumnos sobre fenómenos científicos específicos.

Con relación a lo anterior la investigación presenta como supuesto hipotético que debido a la forma tradicional de la enseñanza de la ciencias naturales en especial la química basada en un aprendizaje por acumulación de conocimientos en lugar de un aprendizaje significativo, el alumno presenta deficiencias en la adquisición de nuevos conceptos como es el caso de conocimientos químicos más complejos.

A través del desarrollo de la investigación se ha podido indagar de que forma el alumno a partir de sus ideas previas, procesa la información de conceptos básicos de química impartidos por el profesor al inicio del ciclo profesional y si estos los relaciona posteriormente con procesos de aprendizaje de conceptos mas elaborados de la disciplina.

Es necesario considerar el aula como un espacio académico donde se desarrollan una serie de interacciones complejas, en la cual existen diversos proyectos de educación que corresponden a intereses tanto institucionales como sociales y de los propios sujetos del currículo, los contenidos disciplinarios que conforman los programas de estudio y las practicas educativas.

En el ámbito institucional en el instituto Politécnico Nacional coexisten diversos proyectos educativos que corresponden a diferentes intereses tanto académicos como administrativos. En el 2002 el Instituto Politécnico Nacional inicio y un proceso de cambio en sus programas de estudio basándose en la propuesta de un nuevo modelo educativo y académico hacia nuevas estructuras y hacia una nueva cultura organizacional, de manera tal que se logre incrementar sustancialmente, la calidad de los procesos de generación, transmisión y difusión del conocimiento científico y tecnológico. Al respecto, la orientación que el programa de desarrollo institucional destaca es que el nuevo modelo educativo no restringe a la función de docencia, sino que se amplía a la investigación, extensión y vinculación. En un entorno de cambio y en el marco del proceso de reforma

académica del instituto, la definición del modelo educativo, concebido como una guía básica del trabajo académico de las funciones sustantivas, se convierte en un aspecto crucial especialmente por que se refiere al rediseño de la curricula de la oferta educativa. El cambio del currículo es la base de proyección de una mejor institución educativa. No se trata solamente de declaraciones de principios, sino de lineamientos que deberán cumplir un papel orientador, tanto en el diseño de la oferta educativa y su contenido, como en las formas en que deberán ser impartidos. Los egresados de las aulas del instituto, como señala el programa de desarrollo institucional se deberán formar en ambientes que les permitan abordar y proponer alternativas de solución a los complejos problemas del entorno. Problemas que no pueden ser abordados por una sola disciplina, que requieren de mayores habilidades y conocimientos, en un mundo en el que los valores y actitudes son imprescindibles para garantizar la convivencia con el medio ambiente y el respeto a la diversidad. El nuevo modelo tendría como característica esencial la de estar centrado en el aprendizaje, ello implica que se privilegia una formación que pone al estudiante en el centro de la atención del proceso académico, considerándolo como un individuo que construye su propio conocimiento, diseña y define sus propias trayectorias e intensidades de trabajo, dejando de lado al concepción tradicional del estudiante como un ente abstracto receptor de conocimientos y de información. Por lo que dicho modelo promoverá, tanto en su oferta educativa como en los planes y programas que la concretan, una formación que cumpla con las características señaladas para la educación de alta calidad como son equidad, pertenencia, relevancia, eficiencia y eficacia. Con procesos educativos que tengan una mayor correspondencia entre los contenidos y resultados del quehacer académico, con las necesidades y expectativas de la sociedad y de los estudiantes. Con programas que permitan lograr los objetivos institucionales al menor costo posible, con el menor desgaste humano; con oportunidades equitativas para el ingreso, pero también en un sentido mucho más amplio de la equidad para la permanencia de los estudiantes mediante estrategias que garanticen que la mayor parte de ellos culminen con éxito una formación que les permita la inserción al mercado laboral, así como su desarrollo como individuos

útiles a la sociedad. Y en el caso del nivel superior su intención es proporcionar las competencias básicas generales para el desempeño profesional y las competencias complementarias para la investigación y el desarrollo del conocimiento para la óptima realización de ese desempeño. Pero sin embargo estas intenciones solo se establecen a nivel de discurso en la práctica cotidiana se esta muy lejos de llevarse a cabo.

En el ámbito disciplinario se parte de la noción del conocimiento científico escolar como una construcción social, la cual se refleja a través de los programas de estudio y estos como propuesta curricular, estos son considerados como un punto de partida para la orientación de las prácticas de enseñanza en lugar de ser un instrumento de aplicación técnica. En la educación formal la enseñanza de las ciencias ocupa un lugar fundamental debido a la importancia que los conocimientos científicos tienen en las sociedades modernas. Por los que las reformas educativas en este aspecto van encaminadas a responder a esa necesidad social de proporcionar individuos con un amplio conocimiento al respecto que les permitan comprender el desarrollo científico. Entre ellos, los conocimientos en área de la química son de gran importancia debido a su gran influencia en la transformación de los materiales de consumo diario y que la población cada vez requiere de una mayor calidad de vida, que solo se dará con el avance científico y tecnológico. En este sentido en ámbito académico existe una gran preocupación sobre como debe ser la formación científica de los ciudadanos del siglo XXI, sobre sus finalidades, sus contenidos y metodología.

La situación actual es bastante problemático porque se observa que a pesar de que la presencia de la ciencia y la tecnología en las sociedades actuales es más relevante, el interés de nuestros alumnos y el grado de aprendizaje de los conceptos básicos de química es cada vez más deficiente, una muestra de ello fueron los resultados de los cuestionarios presentados en esta investigación. Donde se observa ideas muy generales sobre teorías, concepto científico exclusivamente memorístico y mal comprendido. Esto nos permite preguntarnos sobre la pertinencia de las concepciones acerca del carácter de la ciencia y del método científico, a la finalidades y los contenidos de los programas de estudio de

química y en especial a la práctica docente, o aspecto de la didáctica es decir como es que el alumno aprende para así poder enseñar en consecuencia.

Cuestionarse sobre la práctica docente o aspecto didáctico es decir como es que el alumno aprende química, necesariamente implica introducirse hacia la problemática de por qué tienen los alumnos ideas previas sobre la ciencia que influyen en su aprendizaje, indagar que ideas tiene los alumnos y porque precisamente esas ideas, como se organizan esas ideas en la mente del alumno y como pueden cambiar esas ideas, o sea como se aprende ciencia. Como dice Ausubel y el aprendizaje significativo "determinese lo que el alumno ya sabe y enséñese en consecuencia". Es decir nuevas informaciones e ideas pueden ser aprendidas y retenidas en la medida en que existen conceptos claros e inclusivos en la estructura cognoscitiva del aprendiz que sirvan para establecer una determinada relación con la que se suministra.¹⁵⁸

Se asume el constructivismo el cual explica que las personas conocemos el mundo no de un modo directo sino a través del filtro impuesto por nuestras ideas y expectativas. La ideas constructivista según la cual vemos las cosas no como son, sino como somos nosotros, supone que las ideas de los alumnos son una construcción o elaboración cognitiva desarrollada por ellos, que influye en el logro de nuevos aprendizajes.¹⁵⁹

Se dice que el tener ideas previas influyentes y reacias al cambio no es algo que caracterice a los alumnos que estudian ciencias, sino que más bien es un rasgo que define al funcionamiento cognitivo del ser humano. Estas ideas entendidas como una parte de nuestro pensamiento causal, cumplen una función muy importante en nuestro equilibrio cognitivo, que justifica su ubicuidad y resistencia al cambio.

Analizando las ideas previas identificadas por medios de los cuestionarios realizados a los alumnos que inician su ciclo profesional, se observa que dichas

158 Violeta Arancibia C., Paulina Herrera P., Catherine Strasser S Psicología de la educación, Pag. 84- 91.

159. J.I. Pozo.M.A. Gomez Crespo.procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia:las ideas de los adolescentes sobre química. C.I.D.E

ideas de los alumnos respecto a la estructura de la materia son de carácter exclusivamente descriptivo y no realizan un análisis explicativo de los datos obtenidos. Pero a pesar de esto existen dos aspectos fundamentales que podrían resumir la mayor parte del contenido de los trabajos en esta área. En primer lugar parece bastante claro que la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia presenta grandes dificultades para muchos alumnos incluso después de haber recibido instrucción en este tema. Sostiene una concepción continua de la materia, concibiéndola como un todo indiferenciado. En segundo lugar suponiendo que el alumno haya asumido una visión discontinua el siguiente problema que se plantea es si existe una comprensión real de la misma. Ello implica que el alumno sea capaz de hacer referencia espontáneamente a dichas partículas para explicar fenómenos como por ejemplo, los cambios de estado y que les atribuya determinadas características de acuerdo con los presupuestos de la teoría cinético molecular de partículas. Y con el análisis de los resultados obtenidos nos damos cuenta que la gran mayoría nos se logra observar que el alumno tenga un aprendizaje significativo y por lo tanto no será posible que lo aplique en la adquisición de nuevos conceptos como es el caso de conocimientos de química más complejos.

A pesar de ello las preguntas fundamentales sobre como se generan estas ideas y como interfieren con los procesos instruccionales aún no son respondidas del todo. Lo anterior nos proporciona una primera aproximación a los por qué nuestros alumnos muestran grandes dificultades en el aprendizaje de los conceptos químicos. La enseñanza de las ciencia naturales tal como se realiza en el mayor números de los casos privilegia un aprendizaje memorístico de conceptos acabados sobre procesos de construcción conceptual, lo cual se ha podido comprobar a través del análisis de los cuestionarios aplicados a los alumnos, finalizando los cursos. Los aprendizajes obtenidos son deficientes, existe una desvinculación de los conocimientos académicos con su aplicación en la comprensión de los procesos naturales y sociales en que se desenvuelven y por lo tanto, no hay una correspondencia con las finalidades educativas pretendidas por los cursos.

Esta situación conduce al establecimiento de aprendizajes erróneos que dificultaran nuevos conocimientos. De acuerdo con Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando el sujeto que aprende relaciona de manera no arbitraria la nueva información a ideas que ya posee. En consecuencia, además de la adquisición de una estructura conceptual de la química, es importante el para qué de su aprendizaje y su relación con las necesidades y características de los estudiantes.

Por lo tanto necesariamente habrá que efectuarse un proceso de revisión sobre la estructuración de los programas de estudio basados en la elaboración de contenidos y estrategias de enseñanza y de aprendizaje que consideren las condiciones institucionales, académicas económicas y culturales bajo las cuales se desarrolla la práctica educativa y tome en cuenta que la enseñanza de las ciencias no es únicamente un asunto de transmisión de conocimientos o de construcción de conceptos, sino también de elaboración de normas y valores que permitan a un estudiante comprender los fenómenos químicos, la naturaleza de las cosas y le permitan actuar concientemente en su realidad.

De aquí surge el interés de proponer las bases tentativas por medio de las cuales se podría elaborar una propuesta pedagógica dirigida a un aprendizaje significativo de conceptos básicos de química.

Con lo que respecta a la investigación realizada en el caso de analizar las ideas previas de los alumnos ha cuestionado con rotundidad la eficacia de la enseñanza por transmisión de conocimientos elaborados y más generalmente ha contribuido a cuestionar las visiones simplistas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, como la idea docente espontánea de que enseñar es una actividad simple para la cual basta con conocer la materia y algo de experiencia. Esto a su vez a provocado la génesis de nuevos modelos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias: cambio conceptual por medio de: teoría cognitiva del aprendizaje, metacognición, proceso de investigación dirigida etc.

Es necesario que se refuerce con más detalle un modelo de propuesta pedagógica de un aprendizaje significativo ya que eso vendría a dar una solución más tangible a la gran deficiencia del aprendizaje de las ciencias dentro de un

proceso histórico-social que permita desarrollar en nuestros alumnos la capacidad discursiva, crítica y los preparen para una vida productiva y social plena.

Se considera que el modelo educativo en el IPN propone un cambio desde el paradigma de la enseñanza aprendizaje en general y requiere que el alumno conscientice que debe aprender a aprender por lo que se establece un cambio de la concepción del aprendizaje el cual ya fue planteado después de hacer un análisis de las ideas previas de conocimientos básicos de química, porque es necesario que el alumno cambie el concepto de aprendizaje de la ciencia en especial de la química y a su vez el profesor este decidido a asumir que es necesario un cambio conceptual desde cualquier aspecto metacognitivo, programas de investigación de Lakatos etc. Y establecer de alguna forma cómo cambiar la manera de impartir los conocimientos.

Pensar en las bases tentativas de una posible propuesta pedagógica dirigida a un aprendizaje significativo de conceptos básicos de química debe considerar los siguientes aspectos:

- se deben conocer las ideas previas de los alumnos
- se debe adquirir una actitud científica que es en parte aprender a hacerse preguntas sobre el estado de las cosas.
- no solo conocer las ideas previas de los alumnos sino que estas ideas sufran un cambio conceptual esto es que las viejas ideas se modifiquen hasta dar forma a los nuevos conceptos aprendidos. Es decir aprender ciencia no significa adquirir teorías nuevas sino de cambiar las existentes para acceder a nuevas formas de explicación, y esto se debe dar por la conciencia por parte del alumno de que sus concepciones epistemológicas son con frecuencia erróneas y dificultan el aprendizaje.
- también tomar en cuenta las concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores en formación y en ejercicio.
- a su vez se ha visto que factores como las concepciones epistemológicas de los alumnos, sus estrategias de razonamiento o a la metacognición. las concepciones epistemológicas se refiere a las ideas acerca de conocimiento en general o en

nuestro caso, acerca del conocimiento científico, como se estructura como evoluciona y como se produce,

Es por lo tanto necesario enseñar a los alumnos a aprender lo cual sería, además de un objetivo relevante en si mismo, un poderoso medio para conseguir alcanzar los demás objetivos educativos.

Como resultado de un estudio de caso cualitativo estas conclusiones tienen la limitante de estar restringidas a un pequeño grupo de alumnos en particular de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica del IPN bajo condiciones muy singulares. Pero ha sido posible plantear estas opiniones y observaciones en una visión estratégica para comprender las interacciones de los diferentes ámbitos en que se desarrollan los alumnos de la ESIME U-Culhuacan. Y sus efectos en el aprendizaje de conceptos mas elaborados de la disciplina. Plantearlas como un punto de partida para futuros análisis que se presente con respecto a el aprendizaje de la química en las practicas escolares y de su relación con otros elementos de la vida académica, de la participación de los docentes y alumnos en procesos más amplios de formación y la búsqueda de opciones posibles que brinden nuevos horizontes al desarrollo de nuestros alumnos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ander Egg Ezequiel. "Métodos y Técnicas de Investigación social II Cómo organizar el trabajo de investigación." Grupo Editorial Lumen. Humanitas. Buenos Aires – México. Vol. III. Año de edición 2000.
- 2.- Arancibia C Violeta. Herrera P Paulina. Strasser S Catherine. " Psicología de la educación." Editorial Alfaomega. Edición original publicada por Ediciones Universidad Católica de Chile de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 2a. edición.
- 3.- Arredondo Víctor, Ribes Emilio. "Técnicas Instruccionales Aplicadas a la Educación Superior." Editorial Trillas. Editado en México. Año de edición 1984.
- 4.- Brown, Lemay, Bursten Química la Ciencia Central Editorial Printice Hall. Editado en México.
- 5.- Calello Hugo. Neuhaus Susana. "La investigación en las ciencias humanas. Método y teoría crítica." Editorial Tropykos. Venezuela 1992.
- 6.- Chalmers Alan F. "¿que es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza el estudio de la ciencia y sus métodos." Editorial siglo XXI. Editado en Madrid España. 23a. edición. Año de edición 1999.
- 7.- Chamizo José Antonio "Como acercarse a la Química." Editorial Noriega editores. Editado en México. 1a edición. Año de edición 1996.
- 8.- De Castro E, " La construcción fenomenologica del sujeto en critica del sujeto" Colección Samano. Fac. de filosofía y letras UNAM Méx. Pp. 54

- 9.- Durkheim Emile " Educación y sociología." De Colofón s.a. Editado en México. Año de edición 1997.
- 10.- Flores Palafox Jesús. La ESIME en la Historia de la Enseñanza Técnica. IPN Editado en México. Año de edición 1993.
- 11.- Folleto informativo IPN. ESIME. Unidad Culhuacan. Editado en México. Fecha de edición Febrero de 1998.
- 12.-Garriz A., Chamizo J. A. "Química." Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Editado en U.S.A. Año de reimpresión 1991.
- 13.- Gimeno Sacristán J.. "La pedagogía por objetivos, Obsesión por la eficiencia." Editorial Morata. Editado en Madrid España.
- 14.- Good Thomas L. Brophy Jere "Psicología Educativa Contemporánea." Editorial Mc. Graw Hill. Editado en México .Quinta Edición. Año de edición 1996.
- 15.- Gutiérrez Pantoja Gabriel. "Metodología de la ciencias sociales II." Editorial Harla. Editado en México. Año de edición 1992.
- 16.- Habermas Jürgen "Conocimiento e interés" Editorial Taurus humanidades. Editado en Madrid España. Reimpresiones en 1992.
- 17.- León López Enrique G., El Instituto Politécnico Nacional, SEP. Editado en México. Año de edición 1975.
- 18.- Llorens Molina Juan Antonio. "Comenzando a aprender Química ideas para el diseño curricular" Editorial aprendizaje Visor. Editado en Madrid España. Año de edición 1991.

19.- Mardones J. M. y Ursua N. "Filosofía de las ciencias humanas y sociales. Material para la fundamentación científica. " Editorial Fontamara. Editado en México. 8a Edición. Año de edición 1997.

20.- Morris Hein Química. Grupo editorial iberoamericana.

21.- Porlán Rafael, García J. Eduardo y Cañal Pedro. "Constructivismo y enseñanza de la ciencias." Diada Editora S. L. Editado en Sevilla, España. 4a. edición. Año de edición 1997.

22.- Politécnico : "Historia y perspectivas de su proyecto educativo." Fue escrito cuando el Dr. Ernesto Zedillo Ponce de Leon era el Secretario de Educación publica. SEP. Editado en México. Año de edición 1993.

23.- Pozo J. I.; Gómez Crespo. M. A. "Aprender y Enseñar Ciencia." Editorial Morata. Editado en Madrid España. 2a. edición. Año de edición 2000.

24.- Pozo Juan Ignacio. "Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal." Editorial aprendizaje Visor. Editado en Madrid España. Año de edición 1987.

25.- Pozo I, Gómez Crespo M. A., Limón M., Sanz Serrano A. "Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la Química." C.I.D.E. Editado en Madrid España. Año de edición 1991.

26.- "Programa de Desarrollo Institucional 2001 2006." Editado en México. IPN. año de edición 2001.

27.- Reigeluth Charles M. "Diseño de la Instrucción Teorías y Modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción parte 1." Aula XXI Santillana. Editado en Madrid España. Año de edición 2000.

- 28.- Reglamento interno. Consejo General Consultivo. IPN. Gaceta Politécnica 30 de Noviembre de 1998. Número extraordinario.
- 29.- Rodríguez Álvarez María de los Ángeles, Max Krongold Pelzeman, 50 años de la Historia de la Educación Tecnológica, IPN. Editado en México. Año de edición 1988.
- 30.- Rodríguez Gómez Gregorio , Gil Flores Javier. "Metodología de la investigación cualitativa." Ediciones ALJIBE.
- 31.- Rojas Soriano Raúl. Plaza y Valdés "Guía para realizar investigaciones sociales." Noriega Editores pag. 197 – 203.
- 32.- Román Pérez Martiniano. Diez López Eloisa "Aprendizaje y currículo. Diseños curriculares aplicados." Ediciones novedades educativas. Editado en Argentina. 6a. edición. Año de edición 2000.
- 33.- Santoni Rugiu Antonio "Historia Social de la Educación." Pag 483-493
- 34.- Schunk Dale H. "Teorías del aprendizaje " Editorial Prentice Hall . editado en México. 2a. edición. Año de edición 1997.
- 35.- Stake R.E. "Investigación con estudio de casos". Editorial Morata. Editada en Madrid España. 2a. edición. Año de edición 1999..
36. Taylor S. J. Introducción a los métodos cualitativos de la investigación. Ed. Paidós. 3a. reimpresión .
- 37.- Zemelman H. "Los horizontes de la razón" tomo 2 y 3. Átropos Colegio de México. 1992.

38.- Diccionario Filosofico pp 1712 -1717.

REVISTAS.

39.- Campanario Juan Miguel y Otero José C. (2000) 18 (2) "Más allá de las ideas previas como dificultad de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. Revista Enseñanza de las ciencias. pp. 155 -169.

40.- Campanario Juan Miguel y Moya Aida. (1999) 17 (2) "¿Cómo enseñar ciencias? Principales Tendencias y Propuestas." Revista enseñanza de las ciencias. pp. 179 -192.

41.- Campanario, Juan Miguel. (2000) 18 (3) "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno." Revista enseñanza de las ciencias. pp. 369 -380.

42.- Chamizo José Antonio (1996) 6 (2) "Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química." Revista Educación Química. pp. 118 – 124.

43.- Chamizo José Antonio. (1995) "Mapas conceptuales en la enseñanza de la química." Revista Educación Química. Pp. 122.

44.- Díaz M. J. Martín, Y Kempa R. F. (1991) 9 (1) "Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales." Revista Enseñanza de la ciencias. pp. 59 - 68.

45.- De Cudmani, Leonor C., Pesa, Marta A. Y Salinas, Julia. (2000) 18 (1) "Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias." Revista enseñanza de la ciencias. pp. 3 -13.

- 46.- García Fernández Horacio (1999) 2 (1) "Reflexiones en defensa de la química." Revista Educación Química. pp. 8 -10
- 47.- González García, G.M. (1992) 10 (2) "Los mapas conceptuales de J. D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales." Revista Enseñanza de las ciencias. pp. 148 – 158.
- 48.- Gutiérrez Elena Ester. Capuano Vicente Conrado (2000) 18 (2) ¿que piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? Revista Enseñanza de las Ciencias pp. 247 – 254.
- 49.- Laburu C. (1996) 14 (1) "Crítica en la enseñanza de las ciencias constructivismo y contradicción." Enseñanza de las Ciencias. pp. 24-30
- 50.- Mendoza Carrera Enrique. (1993) (60) "La construcción del conocimiento en la investigación sobre la enseñanza de la ciencia." Revista Perfiles Educativos.
- 51.- Moreno Armelia Luis E. I. Waldegg, Guillermina. (1988) 16 (3) "La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿ coincidencia o complementariedad? Departamento de matemáticas educativa Cinvestav IPN. Revista Enseñanza de las Ciencias . pp. 421-429
- 52.- Porlán Ariza R. (1998) 16 (1) "Pasado Presente y futuro de la Didáctica de la Ciencia. " Revista Enseñanza de las Ciencias . pp. 175 – 185.
- 53.- Pozo. J. A. Sanz. A. Gómez Crespo M. A. y Limón M. (1991) 9 (1) "Las ideas de los alumnos sobre ciencia: una interpretación desde la Psicología cognitiva." Revista Enseñanza de la ciencia. pp. 83-94.

54.- Tambutti Romilio R. (1984) (4) "Diagnosticar para mejorar un estudio diagnostico a alumnos de primer ingreso en física y biología de la facultad de ciencias de la UNAM (1978-79 a 1981-82)" Revista Perfiles educativos . pp. 39 a 52.

55.- Trueba Ana Isabel, Goñi Cedeño Hermilio , Barahona Echeverría Ana. (1993) "La química en la educación media superior y superior. La investigación educativa en los ochentas perspectiva para los noventa estados de conocimiento." Enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la tecnología. Fascículo 2. 2º Congreso nacional de investigación educativa cuaderno 11

56.- Suárez Laura y López Guazo (1996) (73) "Enseñanza de las metodologías de la ciencia en el bachillerato." Revista Perfiles Educativos UNAM CISE.

57.- Weiss Eduardo. (1991) " Epistemología " DIE CINVESTAV.

INTERNET

58.- www. Ipn.com.mx Un nuevo modelo educativo para el Instituto Politécnico Nacional. Documento de trabajo versión 15, Diciembre de 2002. pag. 48 -124

ANEXOS

ANEXO 1

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

PRIMER SEMESTRE

MATEMÁTICAS 1 (6 HORAS)

- Números reales
- Funciones reales de una variable real
- Límites de continuidad de funciones reales de variable real
- Aplicación de la derivada
- Integración de funciones reales de variable real.

ICE Y SOCIEDAD (6 HORAS)

- La ingeniería, sus características y perfil
- Ciencia y tecnología
- Introducción a la I.C.E.,
- Metodología funcional
- Introducción al procesamiento de señales
- Perspectiva de la I.C.E.

FÍSICA 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Introducción
- Vectores
- Estática
- Dinámica de una partícula
- Cinemática
- Dinámica de un movimiento oscilatorio
- Campos gravitacionales.

COMPUTACIÓN 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Introducción a las computadoras
- Algoritmos de estructura lineal
- Estructura condicional ramificada y selección múltiple
- Estructura de interacción pre y pos condicional
- Estructura de interacción indexado
- Estructura de intercalo con arreglos
- Subprogramas

QUÍMICA 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Estructura de la materia
- Cristales
- Procesos de fabricación de circuitos impresos e integrados
- Polímeros

SEGUNDO SEMESTRE

MATEMÁTICAS 2(6HORAS)

- Sistemas de referencia: cartesiano, esférico, cilíndrico, generalizado, cálculo vectorial, funciones vectoriales, campos integrales de línea, superficie y volumen, aplicaciones.

- Variable compleja:

- Funciones de variable compleja, cálculo de variable compleja.

FÍSICA 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Naturaleza y propagación de la luz, reflexión y refracción, interferencia difracción, espectro, polarización, naturaleza cuántica de la luz, filtros ópticos, iluminación, etc., principio de fotónica calor, teoría cinética de los gases, leyes de la termodinámica, trabajo y energía, ahorro de energía, estática de fluidos, dinámica de fluidos.

QUÍMICA 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Proceso de oxidación - reducción

- Electroquímica

- Procesos químicos de soldadura.

- Procesos fotoquímicos

- Procesos radiactivos

COMPUTACIÓN 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Programación estructurada

- Diagrama de flujo

- Lenguaje bajo

- Medio de alto nivel

- Lenguaje C

- Aplicaciones de métodos numéricos

Interpolación, Determinación de raíces

- Ecuaciones integrales y diferenciales

- Manejo matricial

- Aproximación numérica y errores

Algoritmos básicos

- Algoritmos gráficos

CIRCUITOS 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

Electrodinámica

- Componentes pasivos

- Comportamiento eléctrico de componentes pasivos

Concepto de metrología y mediciones eléctricas

- Instrumentos de medición de propósito general (analógico y digital)

Técnicas de medición de parámetros eléctricos y electrónicos

Patrones de calibración.

TERCER SEMESTRE

MATEMÁTICAS 3 (6HORAS)

- Introducción a las ecuaciones diferenciales
- Ecuaciones de primero, segundo y orden superior
- Operadores diferenciales
- Transformada de la Laplace
Soluciones por series de potencias
- Ecuaciones diferenciales lineales con coeficiente variable
- Ecuaciones diferenciales lineales.

FÍSICA 3 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Relatividad, estructura atómica, naturaleza atómica de la materia, sólidos, líquidos, gases y plasma.
- Mecánica cuántica, radiactividad, fisión y fusión nuclear
- Dualidad onda partícula, pozos de potencial, teoría de bandas, bandas de energía.
- Conducción eléctrica de semiconductores, unión p,n, otros procesos de conducción en semiconductores, conducción eléctrica en gases, emisión electrónica.

COMPUTACIÓN 3 (4/2 SEMANA/LABORATORIO)

- Estructuras computacionales
- Bases de datos
- Manejo de bases de datos.

ELECTROMAGNETISMO 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Carga y materia, el campo eléctrico, ley de Gauss potencial eléctrico, campo magnético, ley de Ampere ley de Faraday
- Propiedades magnéticas de los materiales, osciladores electromagnéticos, ecuaciones de Maxwell
- Radiación electromagnética, polarización, reflexión y transmisión de una onda electromagnética.

CIRCUITOS 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Elementos básicos pasivos de los circuitos eléctricos y electrónicos, leyes de Kirchoff análisis, tipología de redes por mallas, teoremas de Thevenin, Norton, superposición, etc.
- Análisis en tiempo y frecuencia.
- Funciones de transferencia, condiciones iniciales, cuadripolos y multiterminales.

CUARTO SEMESTRE

MATEMÁTICAS 4 (6 HORAS)

- Sucesiones, series de Fourier, Taylor. Me. Lauren
 - Transformadas de Laplace, Hilbert, Fourier,
 - Aplicaciones, funciones de Bessel, de Green y especiales.
- ELECTRÓNICA 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO).

Comportamiento eléctrico de un dispositivo, modelos lineales, diodos, transistores, dispositivos ópticos, dispositivos de potencia, dispositivos integrados.

COMPUTACIÓN 4 (4/2 SEMANA LABORATORIO).

- Sistemas numéricos, códigos, álgebra booleana circuitos lógicos, combinatorios, secuenciales especiales.

ELECTROMAGNETISMO 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO).

- Líneas de transmisión: bifilares, coaxiales, guías de onda, fibras ópticas, carta de Smith. acopladores, microcintas.

CIRCUITOS 3 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Resonancia, análisis transitorio, análisis con excitación senoidal, transformada de Laplace, polos y ceros, gráficas de bode, estabilidad.
- Circuitos multifrecuencia, sistemas lineales y no lineales, introducción a la síntesis de circuitos.

QUINTO SEMESTRE

MATEMÁTICAS 5 (6 HORAS)

- Conjuntos y probabilidad clásica
- Variables aleatorias
- Distribución de funciones de variables aleatorias
- Matemáticas discretas de Bayes
- Distribución, procesos estocásticos
- Cadenas de Markov
- Estadística y estadística multivariable

ELECTRÓNICA 2 (4/2 SEMANA/LABORATORIO)

Concepto de electrónica funcional, bloques funcionales, aplicaciones de enfoque de electrónica funcional, circuitos con diodos, circuitos con transistores, retroalimentación, amplificadores especiales, osciladores.

COMPUTACIÓN 5 (4/2 SEMANA/LABORATORIO).

- Microprocesadores.
- Microcontroladores
- Periféricos.

ELECTROMAGNETISMO 3 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Radiación, radiadores elementales, elementos de corriente, antenas cortas antenas de media onda, antenas de onda progresiva, antenas de cuadro, helicoidal, parabólicas y especiales.
- Parámetros de antena (patrón de radiación, polarización, ganancia, directividad, eficiencia, área efectiva, potencia recibida, etc.
- Arreglo de antenas: lineales, en dos dimensiones.
- Polinomiales, impedancias
- Antenas de frecuencias múltiples: dipolo, doblada, vavui logarítmica, de cometa, r mbica, diedro, parabólica.

SEXTO SEMESTRE

COMUNICACIONES 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Análisis de señales, análisis analógico, análisis digital, teoría de la comunicación, modulación y demodulación analógica, circuitos típicos que se emplean en el manejo de señales analógicas.

ELECTRÓNICA 3 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- El transistor como interruptor, circuitos de pulsos, amplificadores clase ab, b, c, invertidores, osciladores de relajación, aproximación de respuestas por impulsos.

CONTROL 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Fuentes de energía aprovechables, analógicas, transformador eléctrico, corriente monofásica, bifásica, trifásica, relevadores y contactos, motores C. C y C. A. Introducción síncronos asíncronos trifásicos v de casos).
- Algoritmos y programación, generadores de electricidad, conceptos avanzados de maquinas eléctricas.

ACÚSTICA 1 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Señales acústicas (generación, propagación, recepción, efectos)
- Resonadores acústicos, radiación, ruido, recintos acústicos, materiales acústicos elementos acústicos.

SÉPTIMO SEMESTRE

COMUNICACIONES 2 (4/2 SEMANA/LABORATORIO)

- Modulación y demodulación digital, protocolos métodos de manejo de información digital, PCM, ASK, FSK, PSK, DPSK
- Ruido, codificación, transmisión y adquisición de datos.

ELECTRÓNICA 4 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Dispositivos para manejo de grandes potencias, rectificadores, osciladores amplificadores especiales, amplificadores.

CONTROL 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Introducción a los sistemas lineales, análisis y síntesis de los sistemas lineales en tiempo y frecuencia, estabilidad, compensación, teoría de control básica.
- Concepto de control multivariable, adquisición y manejo de datos.
- Control digital, simulación de procesos.

ACÚSTICA 2 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Transductores acústicos, modelación y simbolización de elementos acústicos.
- Normas acústica
- Procesos de grabación y reproducción.
- Acústica (cassette, dat, compact disc)
- Procesamiento digital de señales acústicas.

OCTAVO SEMESTRE.

COMPUTACIÓN 6 (4/2 SEMANA LABORATORIO)

- Rams, Rams, Roms, Bios
- Periféricos de microprocesadores y microcontroladores usarts , gal's, sic's, displays, modems, etc.

ECONOM A 4
HUMANIDADE

OPTATIVAS (3)

NOVENO SEMESTRE

ECONOMÍA 5
OPTATIVAS (4)

El contenido de las materias optativas del 8° y 9° semestre se ha programado de acuerdo a la tecnología de punta para las especialidades de ingeniería en comunicaciones e ingeniería en electrónica.

ANEXO 2

CUESTIONARIO .

EL CUAL NO TIENE NINGÚN FIN EVALUATIVO SOLO ES PARA UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. EN LA MATERIA DE QUÍMICA DE LA ESIME UNIDAD CULHUACAN POR LO CUAL TE AGRADECEMOS TU VALIOSA PARTICIPACIÓN.
ELABORADO POR LA PROFESORA : Q.F.B. ROSA MARÍA GÓMEZ VÁZQUEZ
QUE IMPARTO LA MATERIA DE QUÍMICA DE ESTA INSTITUCIÓN.

NOMBRE: _____
SEMESTRE _____ FECHA : _____
ESCUELA DE PROCEDENCIA: _____

Seleccione la respuesta y coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- 1) Por qué se seca una camisa cuando se tiende al sol . ()
- a) el calor evapora el agua.
 - b) los rayos del sol emiten calor que es lo que hace que se seque.
 - c) el aire actúa como un secador
 - d) el calor elimina la humedad la moléculas de agua con el calor se transforman en gases

- 2) ¿Cual de las siguientes sustancias podría ser un elemento químico ? ()
Señale sólo una de las siguientes respuestas:

- a) un liquido azul que puede separarse, al menos en dos componentes, por cromatografía.
 - b) cristales sólidos que, al ser calentados, desprenden vapor de agua y un residuo sólido.
 - c) un sólido negro que puede quemarse completamente en presencia de oxígeno, para formar un único producto.
 - d) un liquido incoloro, que arde en presencia de oxígeno para formar dióxido de carbono y agua.
 - f) no contestaron
- Explique su respuesta.

3) Si decimos que la materia esta formada de pequeñas partículas tales como los átomos y las moléculas. Podríamos representar las partículas de los distintos gases Así:

¿De acuerdo a lo anterior que hay entre estas partículas? ()

- a) mas aire
- b) otros gases
- c) nada
- d) una sustancia muy ligera que lo rellena todo.

4) Cuando se lleva a cabo la combustión de una determinada cantidad de cinta de magnesio y se obtiene una ceniza blanca ¿que crees que pasaría ? la masa aumenta o disminuye. ()

- a) que cuando el magnesio se calienta y se dilata este aumenta con el oxígeno del aire.
- b) el compuesto formado procedente de la combinación del magnesio con el oxígeno del aire
- c) la disminución de la masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio.
- d) la masa aumenta debido a la masa del fuego de la llama del mechero.

5) Que crees que sucede en una olla express cuando cocinamos en ella ¿ por que es que los alimentos se cocinan más rápido ? ()

- a) aumenta la presión y por lo tanto disminuye la temperatura
- b) aumenta la presión y aumenta la temperatura
- c) disminuye la presión y disminuye la temperatura
- d) disminuye la presión y aumenta la temperatura

9) Cuando el agua en una presa esta sin movimiento que tipo de energia posee _____ cuando esta agua se libera y descende por un cause o tubería que tipo de energia tiene _____. Y si esta energia a su vez sirve para impulsar turbinas y generadores que tipo de energia se produce _____.

10) A continuación presentamos la ecuación química de la combustión del alcohol :



Por medio de esferas, represente dicha ecuación **balanceada**



11) Determine cuantas moléculas , átomos, masa molar, moles y gramos están presentes en la siguiente reacción:



Datos

peso atómico

H = 1.00 g/mol

Cl = 35.45 g/mol

Hidrógeno	Cloro	Cloruro de Hidrógeno
___ moléculas	___ moléculas	___ moléculas
___ átomos	___ átomos	___ átomos de H + ___ átomos de Cl
___ masa molar	___ masa molar	___ masas molares
___ mol	___ mol	___ moles
___ g.	___ g.	___ g.

12) A partir de las sustancias siguientes responda a las preguntas

- CO_2 , H_2O
- C, Fe
- Aire, una disolución de azúcar en agua
- $\text{CH}_3\text{-CH-OH}$, polimeros
- granito, arena de playa

- Cual es una mezcla homogénea _____
- Cual es un mezcla heterogénea _____
- Cuales son compuestos quimicos _____
- Cuales son elementos _____
- Cuales son compuestos orgánicos _____

13) Balancee la siguiente reacción química



14) Después de muchos experimentos los científicos han llegado a las siguientes conclusiones :

- a) todas las cosas están hechas de pequeñas partículas
- b) estas partículas se mueven en todas direcciones
- c) la temperatura afecta a la velocidad de movimiento de las partículas.
- d) las partículas ejercen fuerzas unas contra otras.

Empleando estas ideas responde a la siguiente pregunta, inflamos un balón de fútbol durante el día. Por la noche cuando la temperatura desciende el balón se desinfla ¿porque? (el balón no tiene ningún agujero y por tanto no pierde aire.)

15) Mencione cuales son las aplicaciones del petróleo y sus derivados.

ANEXO 3
RESULTADOS DEL CUESTIONARIO

EL CUAL NO TIENE NINGÚN FIN EVALUATIVO SOLO ES PARA UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. EN LA MATERIA DE QUÍMICA DE LA ESIME UNIDAD CULHUACAN POR LO CUAL TE AGRADECEMOS TU VALIOSA PARTICIPACIÓN.
ELABORADO POR LA PROFESORA : Q.F.B. ROSA MARÍA GÓMEZ VÁZQUEZ
QUE IMPARTO LA MATERIA DE QUÍMICA DE ESTA INSTITUCIÓN.

NOMBRE: _____
SEMESTRE _____ FECHA : _____
ESCUELA DE PROCEDENCIA: _____

Seleccione la respuesta y coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- 1) Por qué se seca una camisa cuando se tiende al sol . ()
- a) el calor evapora el agua. (31.42 %)
 - b) los rayos del sol emiten calor que es lo que hace que se seque. (2.85 %)
 - c) el aire actúa como un secador (5.71%)
 - d) el calor elimina la humedad la moléculas de agua con el calor se transforman en gases (60%)

- 2) ¿Cual de las siguientes sustancias podría ser un elemento químico ? ()
Señale sólo una de las siguientes respuestas:

- a) un liquido azul que puede separarse, al menos en dos componentes, por cromatografía. (20%)
- b) cristales sólidos que, al ser calentados, desprenden vapor de agua y un residuo sólido.(22.85%)
- c) un sólido negro que puede quemarse completamente en presencia de oxígeno, para formar un único producto. (20%)
- d) un liquido incoloro, que arde en presencia de oxígeno para formar dióxido de carbono y agua. (31.42%)
- f) no contestaron (5.71%)

Explique su respuesta

3) Si decimos que la materia esta formada de pequeñas particulas tales como los átomos y las moléculas. Podríamos representar las particulas de los distintos gases Asi:

¿De acuerdo a lo anterior que hay entre estas partículas? ()

- a) mas aire (28%)
- b) otros gases (17.14%)
- c) nada (45.85%)
- d) una sustancia muy ligera que lo rellena todo. (11.42%)

4) Cuando se lleva a cabo la combustión de una determinada cantidad de cinta de magnesio y se obtiene una ceniza blanca ¿que crees que pasaría ? la masa aumenta o disminuye.

()

- a) que cuando el magnesio se calienta y se dilata este aumenta con el oxigeno del aire. (8.57%)
- b) el compuesto formado procedente de la combinación del magnesio con el oxigeno del aire (22.85%)
- c) la disminución de la masa se debe a que hemos añadido calor al magnesio. (68%)
- d) la masa aumenta debido a la masa del fuego de la llama del mechero.

5) Que crees que sucede en una olla express cuando cocinamos en ella ¿ por que es que los alimentos se cocinan más rápido ?

()

- a) aumenta la presión y por lo tanto disminuye la temperatura
- b) aumenta la presión y aumenta la temperatura (94.28%)
- c) disminuye la presión y disminuye la temperatura
- d) disminuye la presión y aumenta la temperatura (5.71%)

Conteste

6) A continuación enlistaremos una serie de cambios físicos y químicos clasifíquelos. Coloque en la línea una F si es físico y una Q si es químico .

- ___ una piedra cayendo
- ___ una tostada que se hace demasiado y se quema
- ___ madera ardiendo en la chimenea
- ___ arrugar papel
- ___ cera fundiendo
- ___ zumo de uva que se convierte en vid
- ___ ebullición del agua
- ___ leche que se pone agria

Datos

peso atómico

H = 1.00 g/mol

Cl = 35.45 g/mol

Hidrógeno	Cloro	Cloruro de Hidrógeno
___ moléculas	___ moléculas	___ moléculas
___ átomos	___ átomos	___ átomos de H + ___ átomos de Cl
___ masa molar	___ masa molar	___ masas molares
___ mol	___ mol	___ moles
___ g.	___ g.	___ g.

12) A partir de las sustancias siguientes responde a las preguntas

- a) CO_2 , H_2O
- b) C, Fe
- c) Aire, una disolución de azúcar en agua
- d) $\text{CH}_3\text{-CH-OH}$, polimeros
- e) granito, arena de playa

- A) Cual es una mezcla homogénea _____
- B) Cual es un mezcla heterogénea _____
- C) Cuales son compuestos químicos _____
- D) Cuales son elementos _____
- E) Cuales son compuestos orgánicos _____

13) Balancee la siguiente reacción química



14) Después de muchos experimentos los científicos han llegado a las siguientes conclusiones :

- a) todas las cosas están hechas de pequeñas partículas
- b) estas partículas se mueven en todas direcciones
- c) la temperatura afecta a la velocidad de movimiento de las partículas.
- d) las partículas ejercen fuerzas unas contra otras.

Empleando estas ideas responde a la siguiente pregunta, inflamamos un balón de fútbol durante el día. Por la noche cuando la temperatura desciende el balón se desinfla ¿porque? (el balón no tiene ningún agujero y por tanto no pierde aire.)

15) Mencione cuales son las aplicaciones del petróleo y sus derivados.
